



MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

Ufficio per le investigazioni ferroviarie e marittime

RELAZIONE D'INDAGINE

**SVIO DEL TRENO MERCI N. 64995 DI MERCITALIA RAIL
SULLA LINEA BATTIPAGLIA-PAOLA, PRESSO LA FERMATA DI
CENTOLA-PALINURO-MARINA DI CAMEROTA, IN DATA 09/07/2024
(IDENTIFICATIVO ERAIL: IT-10576)**



3 giugno 2025

Premessa

L'Ufficio per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime (ex DiGIFeMa) istituito presso il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti:

- costituisce l'Organismo Investigativo Nazionale (*National Investigation Body* - NIB) in materia di incidenti ferroviari e di inconvenienti, questi ultimi intesi come eventi che hanno incidenza sulla sicurezza dell'esercizio ferroviario, ai sensi dell'art. 20 del Decreto legislativo 14 maggio 2019, n. 50, attuativo della Direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 maggio 2016 sulla sicurezza delle ferrovie;
- svolge i compiti di Organismo Investigativo in materia di sinistri marittimi, ai sensi del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 165;
- provvede ad effettuare investigazioni anche su incidenti occorsi sulle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario nazionale e adibite unicamente a servizi passeggeri locali, urbani o suburbani, nonché sugli incidenti che si verificano su tutti i sistemi di trasporto ad impianti fissi, e nelle vie d'acqua interne nazionali, ai sensi dell'articolo 15-ter, comma 4, lettera a) del decreto-legge 16 ottobre 2017, n. 148, convertito, con modificazioni dalla legge 4 dicembre 2017, n. 172, e ribadito dal comma 5 dell'art. 20 del decreto legislativo 14 maggio 2019, n. 50.

L'attività svolta dall'Organismo investigativo ha come unico obiettivo la prevenzione di incidenti e inconvenienti, individuando le cause tecniche che hanno generato l'evento oggetto di indagine e formulando eventuali raccomandazioni di sicurezza agli operatori del settore.

Ai sensi dell'art. 21, comma 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 d'indagine 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 Europea del 24 aprile 2020, relativo al formato da seguire nelle relazioni d'indagine su incidenti e inconvenienti ferroviari. I paragrafi attinenti a informazioni non disponibili o non utili a causa della natura e/o delle circostanze dell'evento sono stati comunque riportati nel corpo della relazione di indagine inserendo la dicitura “*non pertinente ai fini della presente indagine*”.

È possibile riutilizzare gratuitamente questo documento (escluso il logo dell'Ufficio per le investigazioni ferroviarie e marittime), 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 dei trasporti, Ufficio 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	8
2. Indagine e relativo contesto	10
2.1. Decisione di avviare l'indagine	10
2.2. Motivazione della decisione di avviare l'indagine	10
2.3. Portata e limiti dell'indagine	10
2.4. Capacità tecniche e funzionali della squadra investigativa	10
2.5. Comunicazione e consultazione con persone o enti coinvolti	11
2.6. Livello di cooperazione offerto dai soggetti coinvolti	11
2.7. Metodi e tecniche di indagine	11
2.8. Difficoltà e problematiche riscontrate nel corso dell'indagine	14
2.9. Interazioni con le autorità giudiziarie	14
2.10. Altre informazioni	14
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	19
3.1.3. Descrizione del luogo dell'evento, condizioni metereologiche e geografiche, eventuali lavori in corso	19
3.1.4. Decessi, lesioni e danni materiali	19
3.1.5. Altre conseguenze	19
3.1.6. Persone e soggetti coinvolti	19
3.1.7. Materiale rotabile	20
3.1.8. Infrastruttura e sistema di segnalamento	21
3.1.9. Altro	28
3.2. Descrizione oggettiva degli avvenimenti	28
3.2.1. Catena di avvenimenti che hanno determinato l'evento	28
3.2.2. Catena di avvenimenti a partire dal verificarsi dell'evento	33
4. Analisi dell'evento	34
4.1 Richiami sulla modellistica del fenomeno dello svio	34
4.2 Localizzazione del punto di svio	35
4.3 Cause dello svio	41
4.4. Ruoli e mansioni	47
4.4.1. Impresa ferroviaria e gestore dell'infrastruttura	47
4.4.2. Soggetto responsabile della manutenzione	49
4.4.3. Fabbrikante o fornitore di materiale rotabile	49
4.4.4. Autorità nazionali e/o Agenzia dell'Unione Europea per le ferrovie	49

4.4.5. Organismi notificati	49
4.4.6. Organismi certificati	49
4.4.7. Altra persona o soggetto interessato dall'evento	49
4.5. Materiale rotabile e impianti tecnici	49
4.5.1. Fattori imputabili alla progettazione	49
4.5.2. Fattori imputabili all'installazione e messa in servizio.....	49
4.5.3. Fattori imputabili a fabbricanti o altri fornitori.....	50
4.5.4. Fattori imputabili alla manutenzione o modifica del materiale rotabile o degli impianti tecnici.....	50
4.5.5. Fattori riconducibili al Soggetto Responsabile della Manutenzione	50
4.5.6. Altri fattori	50
4.6. Fattori umani.....	50
4.6.1. Caratteristiche umane e individuali	50
4.6.2. Fattori legati al lavoro	50
4.6.3. Fattori e incarichi organizzativi	50
4.6.4. Fattori ambientali	50
4.6.5. Altri fattori rilevanti ai fini dell'indagine	50
4.7. Meccanismi di feedback e controllo	50
4.7.1. Quadro normativo e disposizioni	51
4.7.2. Valutazione del rischio e monitoraggio	51
4.7.3. Sistema di Gestione della Sicurezza delle imprese ferroviarie e del gestore dell'infrastruttura	51
4.7.4. Sistema di Gestione del soggetto responsabile della manutenzione	52
4.7.5. Supervisione delle autorità nazionali preposte alla sicurezza	52
4.7.6. Autorizzazioni, certificati e rapporti emessi dall'Agenzia.....	52
4.7.7. Altri fattori sistemici	52
4.8. Eventi precedenti di carattere analogo.....	52
4.9. Metodologia di Analisi	52
4.9.1. Fase preliminare: Raccolta dati SHELL	55
4.9.2. Fase 1: Identificazione Barriere	55
4.9.3. Fase 2: Identificazione Errori e/o Violazioni.....	56
4.9.4. Fase 3: Identificazione Condizioni Contestuali	57
4.9.5. Fase 4: Identificazione Fattori Organizzativi.....	57
4.9.6. Fase 5: Identificazione Altri Fattori di Sistema	58
4.9.7. Elaborazione Diagramma SOAM	58
4.10. Analisi SOAM dell'incidente	59
4.10.1. Fase preliminare: Raccolta dati SHELL per l'incidente	59
4.10.2. Fase 1: Identificazione di Barriere non Presenti o di Limitata Efficacia	60

4.10.3. Fase 2: Identificazione di Errori e/o Violazioni correlate con l'incidente.....	62
4.10.4. Fase 3: Individuazione delle Condizioni Contestuali correlati con l'incidente	64
4.10.5. Fase 4: Individuazione dei Fattori Organizzativi correlati con l'incidente.....	64
4.10.6. Fase 5: Individuazione di Altri Fattori di Sistema	65
4.10.7. Diagramma SOAM dell'incidente	65
5. Conclusioni	67
5.1. Sintesi dell'analisi e conclusioni in merito alle cause dell'evento	67
5.2. Misure adottate dopo l'evento	67
5.3. Osservazioni aggiuntive	67
6. Raccomandazioni in materia di sicurezza	68

Sigle e Acronimi

AdC	Agente di Condotta
AG	Autorità Giudiziaria
AMIS	Autorizzazione Messa In Servizio
ANSF	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie
ANSFISA	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali
BACC	Blocco Automatico a Correnti Codificate
BFC	Bollettino di Frenatura e Composizione
CG	Condotta Generale
CT	Capo Tecnico
CTC	Controllo del Traffico Centralizzato
CUM	Capo Unità Manutentiva
DCE	Dirigente Centrale Esercizio
DCO	Dirigente Centrale Operativo
DiGIFeMa	Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime (ora Ufficio)
DM	Dirigente Movimento
DOIT	Direzione Operativa Infrastrutture Territoriale
ECM	Entity in Charge of Maintenance
ERA	European union Agency for Railways
ERAIL	European Railway Accident Information Links
FL	Fascicolo Linea
GEMS	General Error Modelling System
GI	Gestore dell'Infrastruttura
GSM-R	Global System for Mobile Communications - Railway
IA	Impresa Appaltatrice
IF	Impresa Ferroviaria
IPC	Istruzione per la Protezione dei Cantieri
IS	Impianti di Segnalamento
LdS	Località di Servizio
L.R.S.	Lunga Rotaia Saldata
MdO	Mezzo d'Opera
MIT	Ministero delle infrastrutture e dei trasporti
MIR	MERCITALIA RAIL
NEV	Numero Europeo del Veicolo
OdS	Ordine di Servizio
OPC	Organizzatore della Protezione dei Cantieri
PdC	Personale di Condotta
PK	Progressiva Chilometrica
PL	Passaggio a Livello
PM	Pubblico Ministero
POLFER	Polizia Ferroviaria
PRI	Primo Rapporto Informativo
RC	Responsabile Cantiere
RdC	Regolatore della Circolazione
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
RID	Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses (Regolamento Internazionale Merci Pericolose)
SCMT	Sistema di Controllo della Marcia del Treno
SGS	Sistema di Gestione della Sicurezza

SIGE	Sistema di GEstione (banca dati delle segnalazioni di incidenti e inconvenienti)
smt	senso di marcia del treno
SO	Struttura Operativa
SOAM	Systemic Occurrence Analysis Methodology
STT	Sostituzione Totale Traverse
TE	Trazione Elettrica
TI	Titolare dell'Interruzione
TPT	Tecnico Polifunzionale Treno
UCI	Unità di Carico Intermodale
Ufficio	Ufficio per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime (ex DiGIFeMa)
UMLV	Unità Manutentiva Lavori
VKM	Vehicle Keeper Marking (Codice identificativo del detentore del veicolo)
ZTE	Zona Tachigrafica Elettronica

1. Sintesi

Il giorno 9 luglio 2024, alle ore 16:30 circa, il treno n. 64995 (composto da 16 carri pianale tipo S, caricati con UCI, di cui alcune contenenti merce RID) partito alle 23:35 dell'8 luglio 2024 da Milano Smistamento e diretto a Villa S. Giovanni Bolano, si arrestava a seguito rilevamento di perdita d'aria nella condotta generale del freno, all'altezza della fermata di Centola – Palinuro - Marina di Camerota, ubicata al km 78+808 della linea Battipaglia - Paola.

Dopo l'arresto l'Agente di Condotta, rilevata l'impossibilità a ricaricare la condotta del freno, attivava la chiamata di emergenza GSM-R (già segnale di prudenza generalizzata) e contattava il Regolatore della Circolazione per chiedere la sospensione della circolazione per probabile deragliamento.

Dagli accertamenti esperiti veniva rilevato lo svio di 6 carri (dalla posizione 8 alla posizione 13) e lo sgancio degli organi di attacco tra il carro in posizione 9 ed il carro in posizione 10.

Per la valutazione dell'incidenza dei fattori umani il deragliamento è stato analizzato utilizzando la metodologia SOAM (*Systemic Occurrence Analysis Methodology*), sviluppata dall'agenzia europea per la sicurezza del controllo del traffico aereo EUROCONTROL¹. La sua caratteristica principale è quella di analizzare la prestazione umana in un'ottica di sistema, osservandola nel contesto in cui si è svolta e prendendo in considerazione tutti i fattori che con essa possono aver contribuito al verificarsi dell'incidente, anche al fine di renderla il più possibile oggettiva. In questo contesto la metodologia è stata opportunamente adattata al settore ferroviario, pur mantenendo le finalità sopra descritte.

I fattori causali alla base del deragliamento, emersi dall'analisi dell'evento, sono così sintetizzabili:

- mancanza di consolidamento e sguarnitura della massicciata a seguito dei lavori di rinnovamento del binario effettuati durante la notte tra l'8 e il 9 luglio 2024;
- supervisione e verifiche non correttamente eseguite prima della riattivazione della circolazione ferroviaria, con particolare riferimento al consolidamento e alla guarnitura della massicciata.

I fattori concausali alla base dell'incidente sono riconducibili alle seguenti circostanze:

- mancata applicazione delle istruzioni tecniche per la velocità di riattivazione del servizio post-lavori;
- concomitante presenza dell'attacco rigido fra i due moduli del carro n.8 e del profilo altimetrico del tratto di linea su cui si è verificato l'incidente;
- mancato utilizzo della stabilizzatrice dinamica durante il rinnovo del binario;
- procedure di controllo delle non conformità non efficacemente applicate;
- assenza di una valutazione di rischio adeguata prima della riattivazione del servizio.

I fattori sistemici che possono aver inciso sul verificarsi dell'evento sono riconducibili a:

- mancata percezione, da parte degli operatori coinvolti, dei rischi per la sicurezza associati alle non ottemperanze alle disposizioni regolamentari.

¹ Al link <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/275.pdf> sono disponibili le linee guida di EUROCONTROL per l'utilizzo della metodologia SOAM.

La relazione si conclude con quattro raccomandazioni in materia di sicurezza, nelle quali viene chiesto all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali di:

- adoperarsi affinché il gestore dell'infrastruttura RFI introduca nelle sue procedure di riattivazione, a seguito di lavori all'infrastruttura, l'obbligo di comprovare attraverso evidenze oggettive l'idoneità dell'infrastruttura a essere rimessa in esercizio alle condizioni prescritte;
- adoperarsi affinché il gestore dell'infrastruttura RFI introduca l'obbligo della verifica sistematica che siano state fornite le evidenze di cui alla raccomandazione precedente relative all'idoneità dell'infrastruttura a essere rimessa in esercizio alle condizioni prescritte;
- adoperarsi affinché i Gestori dell'Infrastruttura e le Imprese Ferroviarie verifichino che le limitazioni previste in caso di riattivazione del binario a seguito di lavori, garantiscano la sicurezza della circolazione anche dei carri bi-modulo con attacco rigido fra i moduli come quello sviato nell'incidente in oggetto;
- adoperarsi affinché il gestore dell'infrastruttura RFI attivi azioni di formazione permanenti e ricorrenti degli operatori coinvolti (o ne valuti l'efficacia, qualora già in essere), incentrate sull'imprescindibilità, ai fini della sicurezza, della piena ottemperanza alle disposizioni regolamentari, soprattutto con riferimento alle procedure da adottare in caso di ripristino della circolazione dopo lavori di risanamento della linea.

2. Indagine e relativo contesto

2.1. Decisione di avviare l'indagine

Visti i Primi Rapporti Informativi acquisiti dall'Ufficio per le investigazioni ferroviarie e marittime nella propria banca dati SIGE con n. RF20240709.1673 e n. RF20240709.1674, trasmessi rispettivamente dal Gestore dell'Infrastruttura RFI e dall'impresa ferroviaria MERCITALIA RAIL in data 09/07/2024, con cui si veniva a conoscenza dell'incidente di cui trattasi, e da subito appurata la gravità dell'evento, l'Organismo investigativo ha immediatamente avviato l'indagine di propria competenza, ai sensi del D. Lgs. 50/2019, nominando il prof. ing. Ciro Attaianese, con nota dirigenziale prot. 1931 del 10/07/2024, investigatore incaricato per l'accertamento delle cause dell'incidente.

2.2. Motivazione della decisione di avviare l'indagine

L'evento in argomento, che ha causato ingenti danni al tratto di armamento ferroviario e al materiale rotabile coinvolti, rientra nei casi di incidente grave che comporta l'obbligo d'indagine, ai sensi dell'articolo 21, comma 1, del D. Lgs. n. 50/2019 che così recita: *“L'Organismo investigativo, a seguito di incidenti gravi, svolge indagini con l'obiettivo di migliorare la sicurezza ferroviaria e la prevenzione di incidenti nel sistema ferroviario italiano”*.

La decisione di avviare l'indagine da parte dell'Organismo investigativo è stata dunque motivata dall'esigenza di migliorare la sicurezza e la prevenzione di incidenti nei sistemi di trasporto ferroviari attraverso l'individuazione delle cause che hanno determinato l'evento e la definizione di raccomandazioni di sicurezza da indirizzare alle parti interessate, ai sensi di quanto disposto dagli artt. 20 e 21 del sopra citato decreto.

2.3. Portata e limiti dell'indagine

L'indagine, la cui Relazione, come anticipato in *“Premessa”*, non può essere utilizzata per attribuire colpe o responsabilità per quanto accaduto, è riferita al contesto riportato nella nota d'incarico e mira ad accertare le cause del seguente incidente ferroviario: *“Svio del treno merci n. 64995 di Mercitalia Rail sulla linea Battipaglia – Paola, presso la fermata di Centola (SA), avvenuto il 9 luglio 2024”*.

Il mandato conferito agli investigatori incaricati per le indagini prevede che l'attività sia svolta nel rispetto dei principi di imparzialità, trasparenza, riservatezza e segretezza dell'azione investigativa stabiliti da:

- a) l'articolo 22 del decreto legislativo n. 50/2019 *“Disciplina del procedimento di indagine”*;
- b) gli accordi stipulati tra la DiGiFeMa e le diverse Procure della Repubblica presso i tribunali;
- c) la Direttiva n. 2567/M2 del 02/07/2002, emanata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Funzione Pubblica, in materia di attività di ispezione.

2.4. Capacità tecniche e funzionali della squadra investigativa

L'ing. Ciro Attaianese, professore ordinario di Convertitori, Macchine e Azionamenti Elettrici, svolge da tempo attività didattiche e scientifiche riconducibili all'ambito dei sistemi di trasporto ed è presente nell'elenco degli investigatori di cui all'art. 20, comma 7, del D. Lgs. 50/2019. Pertanto, è in possesso di competenze adeguate allo svolgimento dell'investigazione di sicurezza sull'incidente di cui trattasi.

Alla nomina del prof. Attaianese, ha fatto seguito la nomina di un secondo investigatore, in affiancamento, individuato in un funzionario tecnico in servizio presso la Divisione 2 (investigazioni ferroviarie) dell'Ufficio, l'ing. Wolmer Zanella, già componente di altre Commissioni d'indagine per incidenti verificatisi sia in ambito ferroviario che in altri sistemi di trasporto ad impianti fissi.

2.5. Comunicazione e consultazione con persone o enti coinvolti

Nel corso dell'indagine la Commissione ha avuto modo di consultare e comunicare con i Presidenti della Commissioni di Indagine istituite dall'IF MERCITALIA RAIL e dal GI RFI, allo scopo di raccogliere la documentazione e le informazioni ritenute necessarie, e di intervistare alcune delle unità di personale tecnico presenti sull'impianto al momento dell'incidente. Al personale interpellato è stato garantito l'anonimato, facendo riferimento, ove necessario, esclusivamente alle mansioni svolte in azienda dagli operatori e non alle loro generalità anagrafiche.

In data 07/03/2025 (con lettera di trasmissione prot. n. 662), l'Ufficio ha sottoposto il Progetto di relazione finale d'indagine alle parti interessate (ANSFISA, RFI e MIR). In data 26/03/2025 e 08/04/2025 si sono tenute, in modalità telematica, due riunioni per discutere ed approfondire l'analisi svolta e le raccomandazioni di sicurezza proposte dalla commissione d'indagine, alle quali hanno partecipato, oltre alla scrivente Commissione e al personale dell'Organismo investigativo, rispettivamente alcuni rappresentanti di ANSFISA ed alcuni di MIR.

Le osservazioni e i commenti scritti in merito al Progetto di relazione finale sono stati trasmessi all'Ufficio con nota prot. n. 929 del 07/04/2025 da parte dell'ANSFISA, con nota prot. n. 943 del 07/04/2025 da parte di RFI e con mail prot. n. 1089 del 22/04/2025 da parte di MIR. L'Organismo investigativo ha dato seguito rispondendo formalmente agli Enti in data 29/05/2025.

Il presente documento tiene conto di quanto emerso in occasione delle suddette riunioni e di quanto indicato nei commenti trasmessi dagli Enti sopra citati.

2.6. Livello di cooperazione offerto dai soggetti coinvolti

Tutti i soggetti coinvolti nelle indagini hanno esibito un adeguato livello di cooperazione nei confronti della scrivente Commissione.

2.7. Metodi e tecniche di indagine

Il mandato è stato eseguito sia acquisendo informazioni mediante un sopralluogo effettuato dal prof. Attaianese e dal dirigente dell'Ufficio investigativo, in data 11 luglio 2024, sul sito dell'evento, sia analizzando la documentazione richiesta a MERCITALIA RAIL e a RFI.

In particolare, con nota del 05/09/2024 a firma del prof. Attaianese, veniva richiesta a MERCITALIA RAIL la seguente documentazione:

- M1. Organigramma aziendale;
- M2. Composizione del treno 64995 del 09/07/2024 e numeri di immatricolazione dei veicoli;
- M3. Tipologia delle merci pericolose RID e loro posizione in composizione;
- M4. Scheda del treno 64995;
- M5. Foglio di corsa del treno 64995;
- M6. Bollettino di frenatura;
- M7. Prescrizioni al movimento e Prescrizioni tecniche al treno 64995;

- M8. Zona Tachigrafica Elettronica del treno 64995, in formato decodificato e interpretato;
- M9. Evidenza scritta e/o registrazioni audio di eventuali comunicazioni tra Personale di Condotta treno e Regolatore della Circolazione / Dirigente Movimento / Capo Stazione nella tratta oggetto dell'evento il giorno dell'incidente;
- M10. Rapporti di servizio ed eventuali dichiarazioni rilasciate dal Personale di Bordo treno e, in caso, dal Regolatore della Circolazione / DCO / Capo Stazione;
- M11. Registrazioni ed eventuale relazione sulla lettura del Registratore Cronologico degli Eventi;
- M12. Evidenza dei provvedimenti adottati dal personale per il controllo del traffico ed il segnalamento a seguito dell'incidente;
- M13. Stima dei danni al materiale rotabile;
- M14. Soggetto Responsabile della Manutenzione;
- M15. Procedure e disposizioni per la circolazione in regime degradato;
- M16. Storia manutentiva della composizione del treno 64995;
- M17. Storia manutentiva dei carrelli e delle sale;
- M18. Numero di km percorsi dall'ultimo intervento manutentivo e dall'ultima tornitura dei carrelli;
- M19. Dettagli costruttivi, dimensionali e strutturali dei carri sviati, individuati dai NEV 378049091820, 378045571924, 378045572468, 338749091116, 338749092726, 338749091306, con particolare riferimento alla tipologia e alla geometria degli organi di aggancio;
- M20. Evidenza delle abilitazioni, dell'idoneità psico-attitudinale e sanitaria e del mantenimento delle competenze del Personale di Bordo treno;
- M21. Turni di servizio lavorati dal Personale di Bordo treno nei 15 giorni precedenti la data dell'incidente;
- M22. Certificato di sicurezza unico (art. 9 del D. Lgs. 50/2019) originario, eventuali modifiche, e in vigore alla data dell'incidente;
- M23. AMIS: originaria ed eventuali modifiche;
- M24. Rilievi effettuati dopo l'incidente;
- M25. Relazione finale di inchiesta della Commissione interna di MERCITALIA RAIL sull'incidente di cui in oggetto;
- M26. Normativa di riferimento e parti significative pertinenti del Sistema di Gestione della Sicurezza;
- M27. Ogni altro documento che possa essere ritenuto utile al fine della determinazione delle cause e della catena degli eventi;
- M28. Provvedimenti adottati successivamente all'evento, anche a seguito di indicazioni di ANSFISA o dell'Autorità Giudiziaria.

MERCITALIA RAIL provvedeva a trasmettere una prima parte della documentazione richiesta in data 08/10/2024, seguita da un'integrazione trasmessa in data 07/11/2024.

Con nota sempre del 05/09/2024 a firma del prof. Attaianese, veniva richiesta a RFI la seguente documentazione

- R1. Planimetria e altimetria, con indicazione delle caratteristiche dimensionali delle livellette, nel tratto di linea interessato dall'incidente, incluse eventuali variazioni conseguenti ai lavori di rinnovo dell'infrastruttura eseguiti la notte prima dell'incidente;
- R2. Piano Schematico della fermata di Centola, con indicazione numerica degli enti (deviatoi, comunicazioni tra i binari, ecc.);
- R3. Fascicolo linea ed eventuali limitazioni in atto;
- R4. Organigramma aziendale dell'unità territoriale e dell'unità manutentiva competente di zona;
- R5. Prescrizioni al movimento e Prescrizioni tecniche al treno 64995;
- R6. Evidenza scritta e/o registrazioni audio di eventuali comunicazioni tra Personale di Condotta treno / Regolatore della Circolazione / Dirigente Movimento / Capo Stazione nella tratta oggetto dell'evento il giorno dell'incidente;
- R7. Rapporti di servizio ed eventuali dichiarazioni rilasciate dal Regolatore della Circolazione / Dirigente Movimento / Capo Stazione;
- R8. Evidenza delle abilitazioni, dell'idoneità psico-attitudinale e sanitaria e del mantenimento delle competenze del Regolatore della Circolazione / Dirigente Movimento / Capo Stazione;
- R9. Turni di lavoro svolti dal Regolatore della Circolazione / Dirigente Movimento / Capo Stazione nei 15 giorni precedenti la data dell'incidente;
- R10. Registrazioni ed eventuale relazione sulla lettura del Registratore Cronologico degli Eventi;
- R11. Evidenza dei provvedimenti adottati dal personale per il controllo del traffico ed il segnalamento a seguito dell'incidente;
- R12. Stima dei danni all'infrastruttura;
- R13. Rilievi effettuati dopo l'incidente sul tratto di linea interessato;
- R14. Regime in atto sull'infrastruttura il giorno dell'incidente e nei giorni precedenti e relative disposizioni (M40 o simili, ecc.);
- R15. Procedure e disposizioni per la circolazione in regime degradato;
- R16. Eventuale esito della Diagnostica di linea: programmazione e ultimi rilievi;
- R17. Autorizzazione di sicurezza (art. 11 del D. Lgs. 50/2019) originaria, eventuali modifiche, e in vigore alla data dell'incidente;
- R18. Soggetto Responsabile della Manutenzione;
- R19. Storia manutentiva dell'infrastruttura nel tratto dell'incidente;
- R20. Elenco e descrizione di eventuali lavori effettuati sul sito dell'evento nelle 48 ore precedenti il suo verificarsi;
- R21. Con riferimento ai lavori effettuati sull'infrastruttura prima dell'evento, procedure di interfaccia tra i diversi soggetti operanti sull'infrastruttura (in particolare DCO e squadre di manutenzione) e apparecchiature di comunicazione utilizzate;
- R22. Con riferimento ai lavori effettuati prima dell'evento, copia dei verbali e delle registrazioni e/o trascrizioni delle comunicazioni tra DCO e Agente di scorta / capo squadra;
- R23. Con riferimento ai lavori effettuati prima dell'incidente, evidenza delle abilitazioni, dell'idoneità psico-attitudinale e sanitaria e del mantenimento delle competenze dell'Agente di scorta / capo squadra e della squadra manutentiva;
- R24. Eventuali registrazioni di videocamere di stazione;

- R25. Relazione finale di inchiesta della Commissione interna di RFI sull'incidente di cui in oggetto;
- R26. Normativa di riferimento e parti significative pertinenti del Sistema di Gestione della Sicurezza;
- R27. Ogni altro documento che possa essere ritenuto utile al fine della determinazione delle cause e della catena degli eventi;
- R28. Provvedimenti adottati successivamente all'evento, anche a seguito di indicazioni di ANSFISA o dell'Autorità Giudiziaria.

RFI completava la trasmissione della documentazione richiesta il 05/11/2024.

2.8. Difficoltà e problematiche riscontrate nel corso dell'indagine

Nel corso dell'indagine non sono state riscontrate difficoltà e/o problematiche.

2.9. Interazioni con le autorità giudiziarie

Le interazioni con la Procura della Repubblica presso il Tribunale di Vallo della Lucania (SA), che ha disposto il sequestro sia del binario dispari della linea ferroviaria Battipaglia-Paola, dal km 78+506 al km 79+300, sia del materiale rotabile coinvolto, sono state improntate al rispetto dei ruoli reciproci, in attuazione di quanto previsto dall'accordo in essere tra la Procura della Repubblica presso il Tribunale di Vallo della Lucania e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - DiGIFeMa, sottoscritto in data 17/09/2018.

2.10. Altre informazioni

Non rilevante ai fine dell'indagine.

3. Descrizione dell'evento

3.1. Informazioni sull'evento e sul contesto

3.1.1. Descrizione e tipologia dell'evento

L'evento è consistito nello svio del treno n. 64995 dell'impresa ferroviaria MERCITALIA RAIL mentre era in transito sul binario dispari della linea ferroviaria Napoli-Reggio Calabria, gestita dal Gestore dell'Infrastruttura RFI, in corrispondenza della fermata di Centola-Palinuro-Marina di Camerota, ubicata alla PK 78+808 (asse fabbricato viaggiatori) della linea Battipaglia-Paola. Stante la stima effettuata nell'immediato dei danni occorsi all'infrastruttura e al materiale rotabile, ai sensi dell'art 20, comma 1, del D. Lgs. 14 maggio 2019 n. 50, l'incidente è classificabile come “grave”.

Le foto riportate nelle figure seguenti, scattate in occasione del sopralluogo effettuato il giorno successivo all'evento di cui trattasi, mostrano i carri ferroviari del treno n. 64995 che hanno deragliato, come apparivano dopo lo svio.



Figura 1 - I carri sviati del treno n. 64995 dopo l'incidente (fonte: Ufficio).

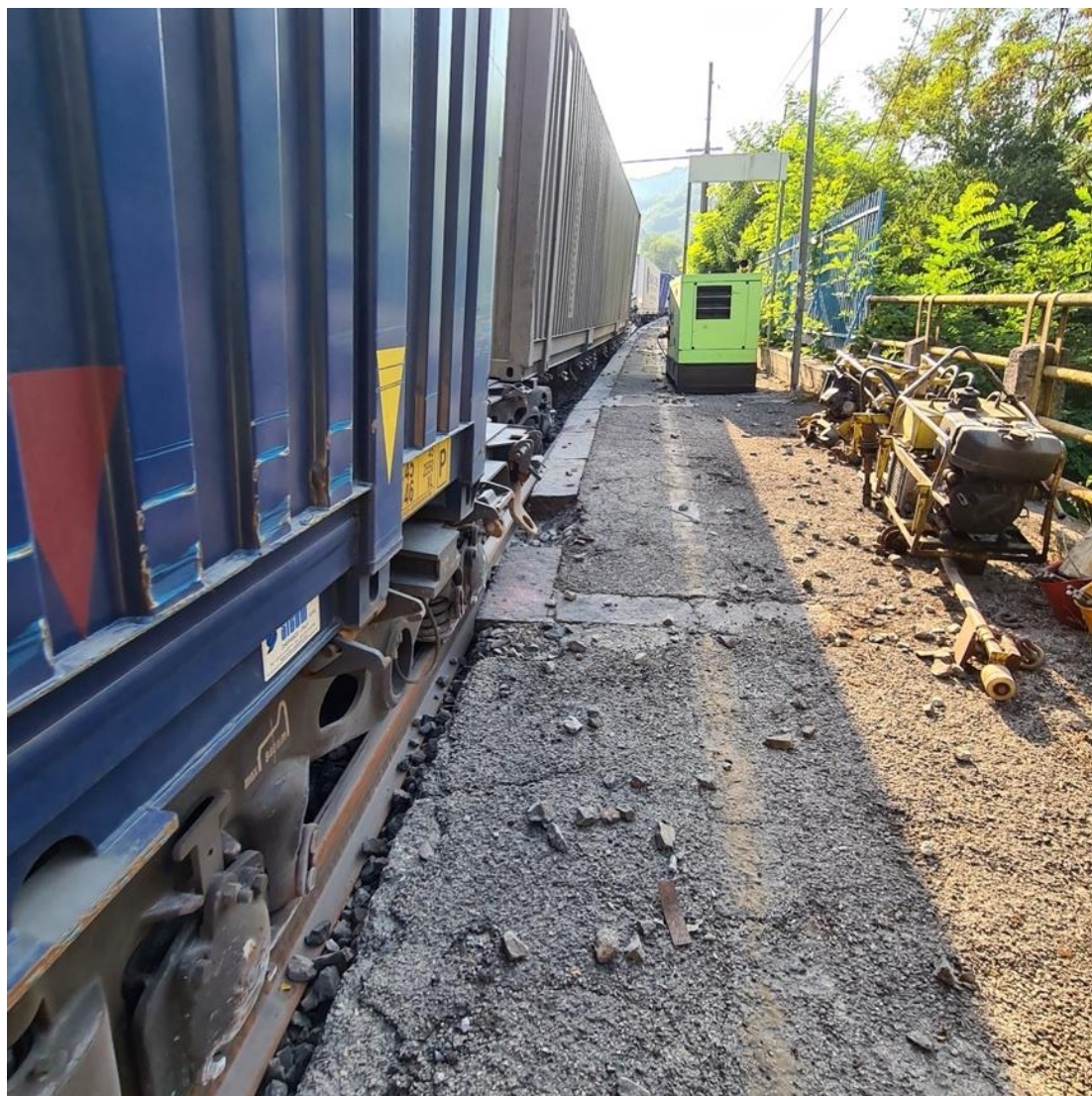


Figura 2 - I carri sviati del treno n. 64995 dopo l'incidente (*fonte: Ufficio*).



Figura 3 - I carri sviati del treno n. 64995 dopo l'incidente (fonte: Ufficio).



Figura 4 – Spezzamento del treno n. 64995 dopo lo svio (*fonte: Ufficio*).



Figura 5 – Danni alla banchina provocati dallo svio del treno n. 64995 (*fonte: Ufficio*).

3.1.2. Data, ora e luogo dell'evento

L'evento si è verificato il giorno 9 luglio 2024, alle ore 16:30 circa, sul binario dispari della linea Battipaglia-Paola, in corrispondenza della fermata di Centola-Palinuro-Marina di Camerota, ubicata al km 78+808.

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

Il luogo dell'evento è la fermata di Centola-Palinuro-Marina di Camerota, ubicata alla progressiva km 78+808 della linea Battipaglia-Paola, gestita dal Gestore dell'infrastruttura RFI. Dalle informazioni raccolte non emergono criticità derivanti dalle condizioni meteorologiche al momento dell'evento.

Il tratto di binario interessato dall'evento era oggetto di lavori all'armamento. In particolare, nella notte 8-9 luglio 2024, nella tratta Pisciotta-Celle di Bulgheria, binario dispari, erano stati eseguiti lavori di rinnovo consistenti nella sostituzione di rotaie e traverse, dal km 78+514 al km 78+838 (324 metri).

3.1.4. Decessi, lesioni e danni materiali

L'incidente non ha causato feriti né tra il personale di bordo, né tra le persone presenti nella fermata.

Il materiale rotabile e l'infrastruttura, a causa dell'evento, subivano danni. In particolare, oltre ai carri sviati, seriamente danneggiati, si riscontravano danni alle rotaie, alle traverse e alla banchina, senza considerare i danni indiretti conseguenti all'interruzione del traffico ferroviario sulla tratta e all'istituzione del servizio sostitutivo.

Nel dettaglio, i danni stimati all'infrastruttura ferroviaria sono stati quantificati dal Gestore dell'Infrastruttura RFI in € 890.000,00 così suddivisi:

- € 200.000,00 per le opere civili (Rimozione carri/container, ripristino banchina, tombini, ecc.);
- € 690.000,00 per riparazioni armamento (432 metri circa di binario).

La stima dei danni da parte dell'Impresa Ferroviaria MERCITALIA RAIL ammonta a € 270.000, così come comunicato da MERCITALIA RAIL a RFI in data 11/02/2025 e dichiarato in sede di commenti al Progetto di Relazione finale di Indagine.

3.1.5. Altre conseguenze

A seguito dell'evento vi è stata l'interruzione accidentale della circolazione ferroviaria tra le LdS di S. Mauro la Bruca e Celle di Bulgheria, binari pari e dispari; il binario pari è stato riattivato alle ore 05:05 del 10/07/2024.

L'Autorità Giudiziaria, in data 10 luglio 2024, ha disposto il sequestro dal km 78+506 al km 79+300 del binario dispari della linea ferroviaria Battipaglia-Paola e del materiale rotabile coinvolto. Le attività di ripristino del tratto di linea sequestrato sono cominciate il giorno 26 luglio 2024 a seguito di autorizzazione della Autorità Giudiziaria e la circolazione ferroviaria è ripresa il giorno 27 luglio 2024.

3.1.6. Persone e soggetti coinvolti

Nella catena di eventi che hanno determinato l'incidente sono stati coinvolti, a vario titolo, senza entrare nel merito delle eventuali rispettive responsabilità, i seguenti soggetti:

- n. 2 AdC in servizio sul treno n. 64995, per il quale era previsto un modulo di equipaggio tipo MEC2 operante con due AdC in cabina di guida (Mercitalia);

- n. 2 TPT operanti presso Milano Smistamento, località di origine corsa del treno (Mercitalia);
- Capo Tecnico UMLV Sapri con funzioni di Titolare dell'Interruzione e Organizzatore della Protezione dei Cantieri (OPC) (RFI);
- Capo Tecnico UMLV Sapri con funzioni di Preposto (RFI);
- Specialista Cantieri UMLV Sapri (RFI);
- Direttore Lavori (Gestione Appalti SO Ingegneria RC) (RFI);
- Direttore di Cantiere (IA).

3.1.7. Materiale rotabile

Il treno n. 64995 era composto da 16 carri pianale tipo S, caricati con UCI, alcuni dei quali contenenti merce RID. La Tabella 1 mostra il dettaglio della composizione del treno n. 64995, insieme con le caratteristiche principali dei carri che lo componevano.

Posiz.	NEV	N. assi	Lungh. (m)	Massa lorda (kg)	Velocità massima (km/h)	Categ. linea
Locom.	E494-605	4	18,90	86.000	-	-
1	33 83 4908 945-2	8	37,34	85.000	120	A
2	33 83 4908 933-8	8	37,34	85.000	120	A
3	33 83 4575 767-2	4	19,74	50.500	120	A
4	33 83 4962 062-9	6	33,94	69.950	120	A
5	33 87 4909 240-3	8	37,34	57.388	120	A
6	33 83 4585 820-9	4	19,74	32.450	120	A
7	33 83 4575 749-0	4	19,74	42.500	120	A
8	37 80 4909 182-0	8	36,44	65.500	120	A
9	37 80 4557 192-4	4	19,74	51.460	120	A
10	37 80 4557 246-8	4	19,74	35.800	120	A
11	33 87 4909 111-6	8	37,34	83.339	120	A
12	33 87 4909 272-6	8	37,34	64.169	120	A
13	33 87 4909 130-6	8	37,34	74.670	120	A
14	33 83 4962 029-8	6	33,94	72.090	120	A
15	33 87 4909 084-5	8	37,34	72.160	120	A
16	33 83 4575 655-9	4	19,74	25.660	120	A

Tabella 1 – Composizione del treno n. 64995: caratteristiche principali dei carri che lo componevano (fonte: Mercitalia Rail).

Nella Tabella 2 sono invece riportati il proprietario, il soggetto responsabile della manutenzione, il detentore, l'anno di costruzione, l'anno di messa in servizio e i principali dati manutentivi dei carri componenti il treno n. 64995.

Posiz.	NEV	Proprietario	ECM	Detentore	VKM	Anno di costruzione	data AMIS	Data ultima revisione	Data ultima riparazione
1	33 83 4908 945-2	Mercitalia Intermodal SpA	Mercitalia Intermodal SpA	Mercitalia Intermodal SpA	CEMAT	1999	23/05/00	11/11/21	15/03/24
2	33 83 4908 933-8					1999	23/05/00	02/01/23	13/12/23
3	33 83 4575 767-2					2002	08/08/02	24/11/23	13/06/24
4	33 83 4962 062-9					2002	18/02/02	02/10/23	-
5	33 87 4909 240-3					1993	08/09/93	29/06/22	-
6	33 83 4585 820-9					2002	08/08/02	09/05/24	-
7	33 83 4575 749-0					2002	08/08/02	22/01/24	-
8	37 80 4909 182-0	VTG Schweiz GmbH	VTG Rail Europe GmbH	VTG Schweiz GmbH	AAEC	1999	15/12/23	18/09/23	07/06/24
9	37 80 4557 192-4					2008	15/12/23	18/04/24	-
10	37 80 4557 246-8					2008	15/12/23	10/04/24	-
11	33 87 4909 111-6	Mercitalia Intermodal SpA	Mercitalia Intermodal SpA	Mercitalia Intermodal SpA	CEMAT	1993	01/01/93	09/06/23	-
12	33 87 4909 272-6					1993	-	02/11/22	30/03/23
13	33 87 4909 130-6					1993	-	25/07/23	-
14	33 83 4962 029-8					2001	05/03/02	01/08/23	30/04/24
15	33 87 4909 084-5					1993	01/01/93	03/02/23	11/05/23
16	33 83 4575 655-9					2002	08/08/02	07/06/24	-

Tabella 2 - Treno n. 64995: proprietario, soggetto responsabile della manutenzione, detentore, codice identificativo del detentore, anno di costruzione, anno di messa in servizio e principali dati manutentivi dei carri che lo componevano (fonte: Mercitalia Rail).

3.1.8. Infrastruttura e sistema di segnalamento

La linea ferroviaria interessata dall'evento è la Napoli-Reggio Calabria, il cui Gestore dell'Infrastruttura è RFI. Si tratta di una linea a doppio binario, elettrificata a 3.000 V in cc, munita di un sistema di distanziamento dei treni in regime di blocco automatico a correnti codificate (BACC), e di Sistema di Controllo della Marcia del Treno (SCMT).

Il regime di circolazione sulla linea è regolato mediante sistema CTC/DCO. La linea, dalla località di Battipaglia a Reggio Calabria è di competenza del DCO di Reggio Calabria.

Dalla scheda treno (Figura 6 e Figura 7) e dal fascicolo linea 142, sezione 6.2 (Figura 8), si rileva che, per il treno n. 64995, la velocità massima di tracciato in corrispondenza della tratta ove si è verificato lo svio è di 125 km/h, e che la linea presenta un grado di frenatura I₃.



Scheda Treno										
Fascicolo Linee 36 32 33 73 72 74 77 99 96 112 116 117			Treno 64995		Scheda n° 11/14		Sigla di Composizione M120A P95%			
Validità Dal: 08.07.24 Al: 14.12.24			Termine Scheda VILLA S.G.BOLANO		Da: Cippo Km.55.000 A: Centola-P-M.diC.					
Classificazione TCS			Prestazione 970t		Lunghezza		Int. alla Sigla E494		RSC9 SCMT	
Grado Di Fren.	Binario L/S		Prog Km.	Località	Orario		Binario ILL/D Vel. Max.	SX	Simbologia	DX
I	120	120	55.000	Cippo Km.55.000	14.23	14.27	120	2		
			62.706	° Pontecagnano						
			69.510	° Montecorvino						
III	100	100	72.000	Cippo Km.72.000	14.31	14.37	100	2		
			72.793 0.000	° BATTIPAGLIA.....						
			2.000	Cippo Km 2.000			120			
I	120	120	5.719	PM S.Nicola Var.	14.43	14.53		2		
			13.000	Cippo Km13+000						
			17.679	Capaccio						
V	110	110	21.322	Paestum	15.00	15.03		2		
			25.000	Cippo Km 25.000			110			
			29.686	Agropoli						
IV	115	115	35.000	Cippo Km 35+000	15.07	15.11	115	2		
			35.316	PM Torchiara						
			38.355	Culm.Gall.Rutino						
III	120	120	41.368	PM Rutino	15.14	15.22	120	2		
			46.775	Omignano						
			50.069	Vallo d.Lucania						
I	115	115	54.000	Cippo Km 54+000	15.29	15.33	110	2		
			60.697	Ascea						
			69.000	Cippo Km 69+000						
III	120	120	69.419	Pisciotta P.	15.36			2		
			71.000	Cippo Km 71+000						
			74.558	° PM S.Mauro La B.						
I			78.808	Centola-P-M.diC.			120			

Figura 6 - Scheda treno n. 64995 dell'8/7/2024 relativa al tratto interessato dallo svio - parte 1 (fonte: RFI).



Scheda Treno									
Fascicolo Linee 36 32 33 73 72 74 77 99 96 112 116 117			Treno 64995		Scheda n° 12/14		Sigla di Composizione M120A P95%		
Validità Dal: 08.07.24 Al: 14.12.24			Termine Scheda VILLA S.G.BOLANO		Da: Centola-P-M.diC. A: Cippo KM 194+000				
Classificazione TCS		Prestazione 970t		Lunghezza		Int. alla Sigla E494		RSC9 SCMT	
Grado Di Fren.	Binario L/S		Prog Km.	Località	Orario	Binario ILL/D Vel. Max.	SX	Simbologia	DX
	Vel. Max.	Vel. Marc.							
I	120	120	78.808	Centola-P-M.diC.	15.36	120			
IV			83.344	Celle Bulgheria	15.40				
			90.942	Torre Orsaia	15.46				
I			96.041	Policastro	15.51				
II			98.000	Cippo Km 98+000					
I			101.000	Cippo Km 101+000					
	110	110	104.789	° SAPRI	15.59	110			
			111.092	Acquafredda	16.04				
IV			117.104	° Maratea	16.08				
			121.679	Mar.di Maratea	16.11				
	120	120	125.000	Cippo Km 125+000		120			
I			129.281	Praja A.T.	16.16				
III			135.000	Cippo Km 135.00					
II			140.169	Scalea	16.22				
			145.301	Marcellina V.O.	16.25				
			148.363	Grisolia	16.29				
I			152.000	Cippo Km 152.00					
II			155.661	Diamante.....	16.36	16.49			
I			163.061	Belvedere M.	16.57				
			169.834	° Capo Bonifati	17.02				
			177.895	Cetraro	17.07				
			181.147	Acquappesa	17.10				
			184.386	Guardia P.T.	17.13				
			191.104	Fuscaldo	17.18				
			194.000	Cippo KM 194+000					

Figura 7 - Scheda treno n. 64995 dell'8/7/2024 relativa al tratto interessato dallo svio - parte 2 (fonte: RFI).

Grado di frenatura	Velocità massima in Km/h				Progressive chilometriche	Località di Servizio	Velocità massima in Km/h				Grado di frenatura	
	A	B	C	P			BINARIO DI DESTRA					
	A	B	C	P			A	B	C	P		
III	100	110	115	120	I	0,00	BATTIPAGLIA	100	110	115	120	III
	140	160	170	200		Cippo Km. 2,000		140	160	170	200	
I ₃					I	5,71	P.M. S. Nicola V.					I ₃
						Cippo Km. 13,000						
I					I	17,67	Capaccio R.					I
I ₅	110	115	125	145	I	21,32	<i>Paestum</i>	110	115	125	145	I ₅
						Cippo Km.25.000						
V	115	120	130	150	I	29,68	Agropoli C.	115	120	130	150	V
						Cippo Km. 35.000						
IV					I	35,31	P.M. Torchiara					V
						Cul.Gall.Rutino Km.38,355						
III					I	41,36	P.M. Rutino					IV
I ₂	120	125	135	160	I	46,77	Omignano	120	125	135	160	IV
I ₄					I	50,06	Vallo della L.					III
						Cippo Km. 54,000						
I ₂	115	120	130	155	I	60,69	Ascea	110	120	125	150	I ₄
						Cippo Km. 69,000						
I ₃	120	125	135	160	I	69,41	Pisciotta - P.					I ₂
						Cippo Km. 71,000						
III					I	74,55	P.M. S. Mauro LA B.					III
I ₃	125	130	135	150	I	78,80	<i>Centola - Palinuro - Marina di Camerota</i>	125	130	135		I ₃
IV					I	83,34	Celle B. - R.					IV
I ₃					I	90,94	<i>Torre Orsaia</i>					I ₃
II					I	96,04	Policastro B.					II
						Cippo Km. 98,000						
I					I		Cippo Km. 101,000					I
I ₄	110	115	120	140	I	104,80	SAPRI	110	115	120	140	I ₄

Figura 8 - Estratto dal fascicolo linea 142, sezione 6.2 (fonte: RFI).



A causa di lavori per rinnovo del binario e risanamento della massicciata, fra i cippi chilometrici 78 e 82, a partire dal 5 luglio 2024 e per una durata presunta di 20 giorni, era attiva una limitazione di velocità a 70 km/h “da rispettare per intera lunghezza treno”.



Vice Direzione Generale Operation
Direzione Circolazione e Orario
Circolazione e Orario Area Pa RC Ca
Esercizio - Reggio Calabria
Unità Circolazione PAOLA

M. 50

M.50 N°

A	55	2024
---	----	------

ATTIVAZIONE

A cominciare dalle ore

02,00

 del giorno

5 luglio 2024

 dovrà **ATTIVARSI**

il seguente rallentamento da prescriversi a tutti i treni in base ai dati di cui al prospetto seguente:

TRENI PERCORRENTI IL BINARIO DEI DISPARI

TRA LE STAZIONI (o nella stazione di)		CARATTERISTICHE DEL RALLENTAMENTO								
		FISSE con inizio dopo cippo	SPOSTABILE tra i cippi chilometrici		preceduto da fermata	con piotaggio	Velocità Km/h		lunghezza metri	Durata presunta giorni
							Treni ordinari	mezzi leggeri		
a) nel senso di circolazione a sinistra o legale		*	78	82	NO	NO	70	70	3.000	20
P.M. S. MAURO LA BRUCA	CELLE BULGHERIA									
b) nel senso di circolazione a destra o illegale		*	82	78	NO	NO	70	70	3.000	20
CELLE BULGHERIA	P.M. S. MAURO LA BRUCA									

ESTESA
ABBATTIMENTO
CODICE

metri lin.
*

MOTIVO DEL RALLENTAMENTO: RINNOVO BINARIO E RISANAMENTO MASSICCIATA.

AVVERTENZE

ANNOTAZIONI

1) RALLENTAMENTO DA RISPETTARE INTERA LUNGHEZZA TRENO

Figura 9 - Limitazione di velocità attiva sulla tratta dove si è verificato lo svio (fonte: RFI).

In Figura 10 è riportato il piano schematico della tratta dove si è verificato lo svio.

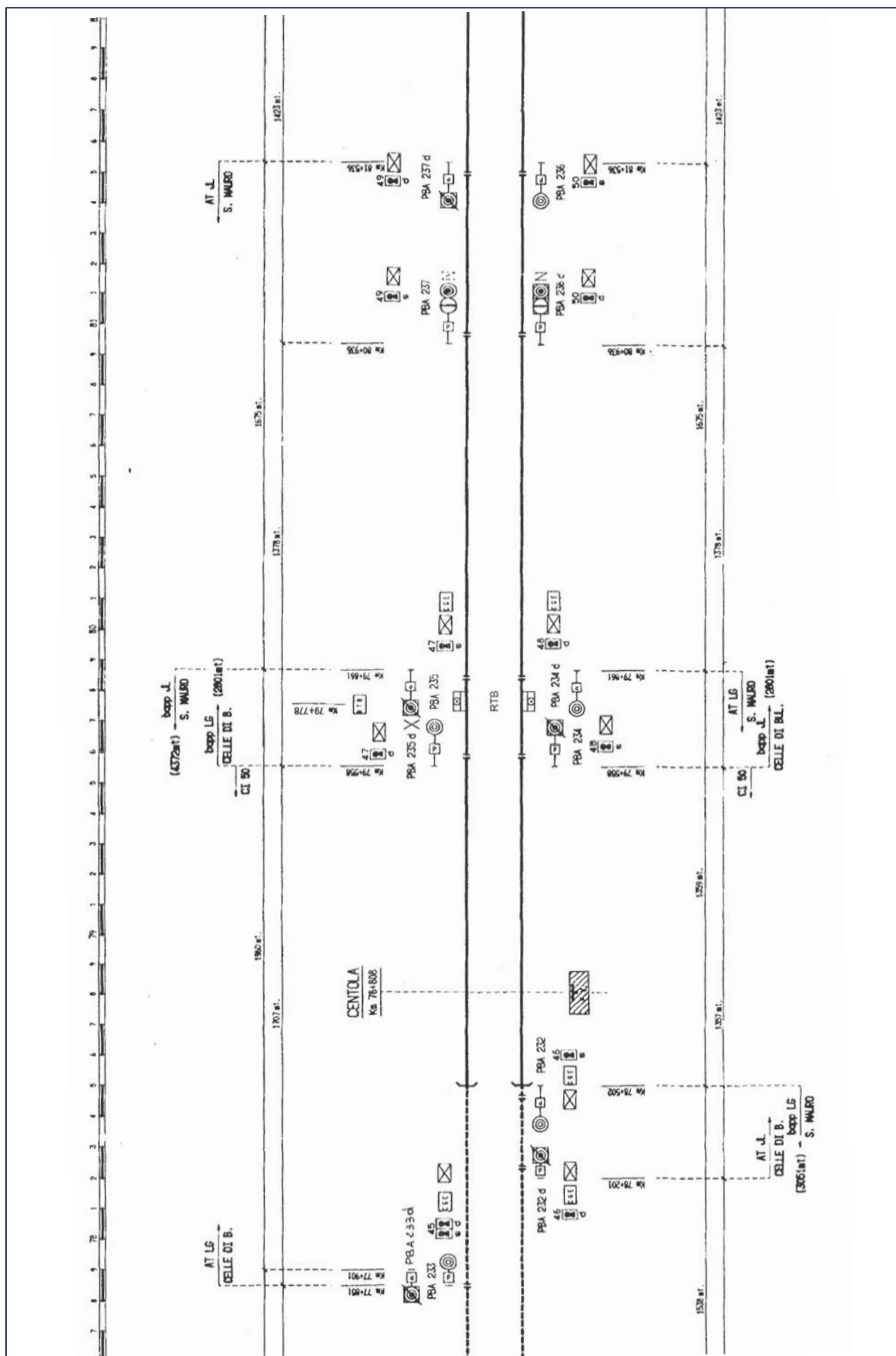


Figura 10 - Piano schematico della tratta dove si è verificato lo svio (fonte: RFI).



Da un punto di vista altimetrico, la tratta interessata dallo svio è caratterizzata dalla successione di 3 livellette come riportato in Tabella 3 e graficamente rappresentato in Figura 11.

N. livelletta	Progressiva chilometrica	Quota piano ferro binario dispari (m)	Pendenza livelletta (‰)	Lunghezza livelletta (m)
1	76.331,82	79,80	-8,50	2.298,80
	78.630,62	60,26		
2	78.630,62	60,26	-1,49	174,00
	78.804,62	60,00		
3	78.804,62	60,00	0,00	582,40
	79.387,02	60,00		

Tabella 3 - Caratteristiche dimensionali delle livellette presenti nella tratta interessata dallo svio. I valori negativi corrispondono a tratti in discesa (elaborazione Ufficio su dati RFI).

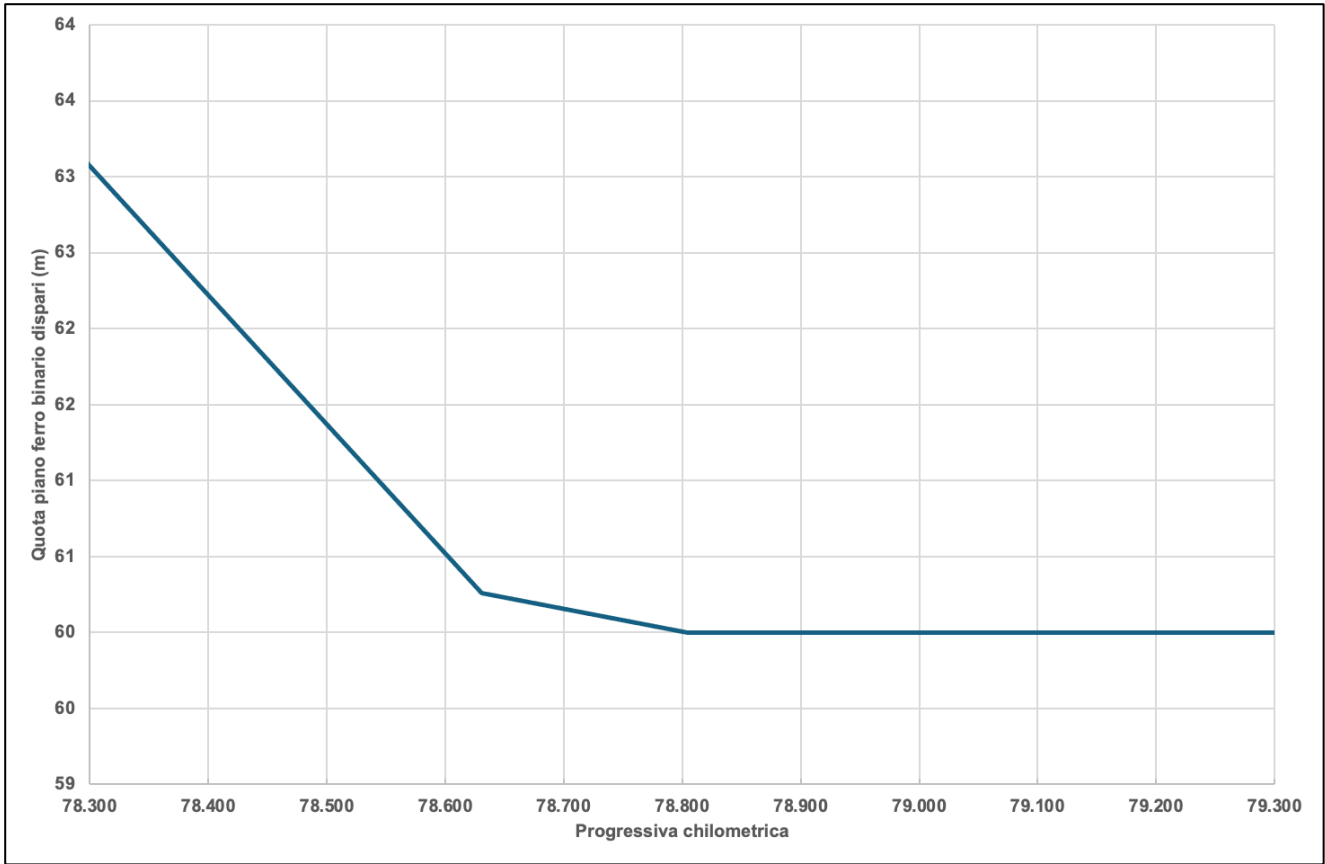


Figura 11 - Profilo altimetrico del binario dispari nel tratto interessato dallo svio (elaborazione: Ufficio su dati RFI).

Per quanto riguarda l’andamento plano-altimetrico, la Tabella 4 riporta il raggio di curvatura della linea e la sopraelevazione del binario dispari nella zona interessata dallo svio.

Identificativo curva	Progressiva chilometrica	Raggio (m)	Sopraelevazione (mm)
95D	78.030,00	822,37	140,00
	78.510,00		
rettilineo	78.510,00	∞	0,00
	78.560,00		
96D	78.560,00	724,60	160,00
	79.790,00		

Tabella 4 - Raggio e sopraelevazione del binario dispari nel tratto interessato dallo svio (elaborazione: Ufficio su dati RFI).

3.1.9. Altro

Non rilevante ai fini della presente indagine.

3.2. Descrizione oggettiva degli avvenimenti

3.2.1. Catena di avvenimenti che hanno determinato l'evento

Il giorno 9 luglio 2024, alle ore 16:30 circa, il treno merci n. 64995 di MERCITALIA RAIL, partito da Milano Smistamento alle 22:53 del giorno precedente, e diretto a Villa San Giovanni Bolano, con arrivo programmato alle 19:15, a seguito di frenatura improvvisa determinata dal calo di pressione dell'aria nella condotta generale del freno, si arrestava all'altezza della fermata di Centola, posta alla PK 78+808 (asse fabbricato viaggiatori) della tratta Battipaglia-Paola della linea ferroviaria Napoli-Reggio Calabria. Dopo l'arresto, uno dei due AdC presenti, rilevata l'impossibilità a ricaricare la condotta del freno, attivava la chiamata di emergenza GSM-R e contattava il Regolatore della Circolazione (DCO di Reggio Calabria) per chiedere la sospensione della circolazione per probabile deragliamento. Gli accertamenti effettuati nell'immediato da parte dell'AdC confermavano lo svio di alcuni carri e lo spezzamento del treno, che veniva formalizzato con M40 N.23/40 delle ore 17:11.

Come già descritto nel par. 3.1.7, il treno era composto da 16 carri con pianale tipo S, caricati con UCI. Gli ultimi tre carri erano caricati con UCI contenenti merce RID. In particolare, conformemente a quanto riportato nella Tabella 5, veniva accertato lo svio dei 6 carri dalla posizione 8 alla posizione 13 (evidenziati in giallo), e lo sgancio degli organi di attacco con il conseguente spezzamento del treno tra il carro in posizione 9 ed il carro in posizione 10. Nessuna delle UCI caricate sui carri sviati conteneva merci RID.

Posiz.	NEV	N. assi	Sviato si/no
Locom.	E494-605	4	no
1	33 83 4908 945-2	8	no
2	33 83 4908 933-8	8	no
3	33 83 4575 767-2	4	no
4	33 83 4962 062-9	6	no
5	33 87 4909 240-3	8	no
6	33 83 4585 820-9	4	no
7	33 83 4575 749-0	4	no
8	37 80 4909 182-0	8	si
9	37 80 4557 192-4	4	si
Sgancio degli organi d'attacco			
10	37 80 4557 246-8	4	si
11	33 87 4909 111-6	8	si
12	33 87 4909 272-6	8	si
13	33 87 4909 130-6	8	si
14	33 83 4962 029-8	6	no
15	33 87 4909 084-5	8	no
16	33 83 4575 655-9	4	no

Tabella 5 – Treno merci n. 64996: carri sviati (evidenziati in giallo) e spezzamento dopo lo svio (elaborazione: Ufficio su dati Mercitalia Rail).

Le Figure 12, 13, 14, 15, 16 mostrano alcune immagini del treno n. 64995 dopo lo svio e la rimozione dei carri non sviati, carri numero 14, 15, 16 in coda, e carri numero 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 in testa, oltre al locomotore.



Figura 12 – Particolare del treno n. 64995 dopo lo svio e la rimozione dei carri non sviati (carri numero 14, 15, 16 in coda, e carri numero 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 in testa, oltre al locomotore) - (fonte: Ufficio).



Figura 13 - Particolare del treno n. 64995 dopo lo svio e la rimozione dei carri non sviati (nn. 14, 15, 16 in coda, e nn. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, oltre al locomotore, in testa) - (fonte: Ufficio).



Figura 14 - Particolare del treno n. 64995 dopo lo svio e la rimozione dei carri non sviati (nn. 14, 15, 16 in coda, e nn. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 oltre al locomotore in testa) – (fonte: Ufficio).



Figura 15 - Treno merci n. 64995: organi di attacco posteriori (smt) del carro n. 9 (fonte: Ufficio).

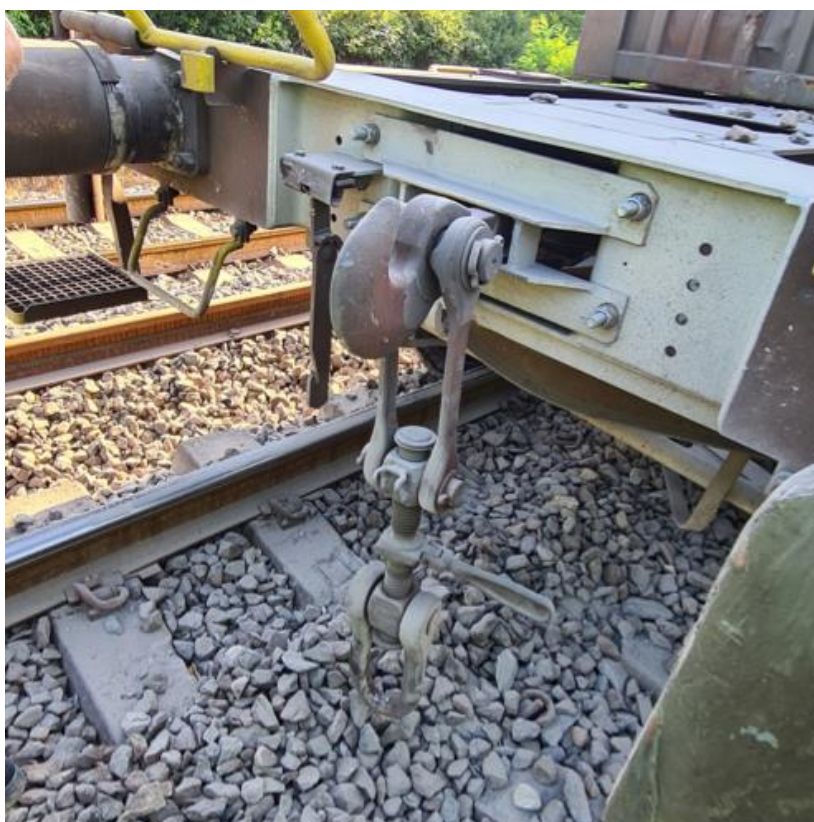


Figura 16 - Treno merci n. 64995: organi di attacco anteriori (smt) del carro n. 10 (fonte: Ufficio).

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

La catena degli avvenimenti occorsi a partire dal verificarsi dello svio può essere così sintetizzata:

- interruzione della circolazione ferroviaria tra le LdS di S. Mauro la Bruca e Celle di Bulgheria, sui binari pari e dispari, disposta alle 16:30 circa del 9 luglio 2024 a seguito dello svio;
- intervento dei VV.FF. alle 17:35 circa, per la presenza di merci pericolose nei tre carri di coda;
- richiesta di invio di carri soccorso da Reggio Calabria e da Napoli. Il carro soccorso proveniente da Reggio Calabria con trazione elettrica giunge nella LdS di Celle di Bulgheria alle ore 21:56. Il carro soccorso proveniente da Napoli con trazione diesel giunge nella LdS di Pisciotta alle ore 23:00;
- l'Autorità Giudiziaria, intervenuta sul posto alle 20:05 circa del 9 luglio 2024, notificava, alle 00:10 circa del 10 luglio 2024, il sequestro dal km 78+506 al km 79+300 del binario dispari della linea ferroviaria Battipaglia-Paola e del materiale rotabile coinvolto;
- durante le prime ore del 10 luglio 2024 si procedeva al ricovero del locomotore del treno n. 64995 e dei primi sette carri non interessati dallo svio presso la LdS di Celle di Bulgheria;
- analogamente, utilizzando il locomotore diesel del carro soccorso proveniente da Napoli, gli ultimi tre carri del treno merci n. 64995, che trasportavano merci pericolose e che non avevano deragliato, venivano ricoverati presso la LdS di Pisciotta;
- alle 04:30 circa viene eseguito, da MdO con piattaforma inerziale, il rilievo dei parametri geometrici della linea sul binario pari;
- alle ore 05:05 del 10 luglio 2024 il binario pari veniva riattivato alla circolazione con riduzione di velocità a 30 km/h tra le PK 79+700 e 78+500;
- il 26 luglio 2024 cominciavano le attività di ripristino del tratto di linea sequestrato, a seguito di autorizzazione della Autorità Giudiziaria;
- il 27 luglio 2024 la circolazione ferroviaria riprendeva anche sul binario dispari.

4. Analisi dell'evento

L'analisi dello svio di cui trattasi deve necessariamente tener conto delle seguenti condizioni di contesto nell'area in cui si è verificato l'evento:

- stato dell'infrastruttura ferroviaria dove si è verificato lo svio, con particolare riferimento ai lavori di sostituzione rotaie e traverse eseguiti nella notte immediatamente precedente il giorno dell'incidente;
- stato del materiale rotabile coinvolto nello svio e delle relative caratteristiche strutturali e funzionali;
- andamento planimetrico della linea ferroviaria;
- andamento altimetrico della linea ferroviaria;
- esiti derivanti dall'analisi della ZTE.

Al fine di sviluppare le argomentazioni necessarie all'individuazione delle cause dello svio in maniera comprensibile, ma, al tempo stesso, nel pieno rispetto dell'irrecusabile canone del rigore tecnico e scientifico, senza cedere alla tentazione di comode scorciatoie cognitive, è utile richiamare sinteticamente in questa sede le leggi fisiche fondamentali che governano l'interazione ruota-rotaia e il fenomeno dello svio.

4.1 Richiami sulla modellistica del fenomeno dello svio

Come è noto, lo svio, o deragliamento, rappresenta un evento indesiderato e non controllato in cui uno dei bordini della sala montata di un veicolo ferroviario supera la rotaia, causando la perdita del vincolo che impedisce la traslazione laterale.

Indipendentemente dalle cause scatenanti, lo svio si verifica quando la forza risultante agente sulla ruota che deraglia diventa nulla o negativa (ovvero diretta verso l'alto). In queste condizioni, il bordino riesce a scavalcare il fungo della rotaia, determinando l'uscita della ruota dalla rotaia.

Per comprendere il fenomeno e descriverlo analiticamente, è necessario considerare che una ruota in movimento, quando esercita una forza orizzontale F_Y con il suo bordino contro il fungo della rotaia, genera una componente verticale causata dall'attrito. Questa componente verticale tende a ridurre l'effetto del carico verticale P applicato sulla ruota. Se la componente verticale dovuta all'attrito uguaglia il carico P , il bordino può salire sul fungo della rotaia, dando origine allo svio.

La Figura 17 illustra le forze agenti nella coppia ruota-rotaia quando la ruota ferroviaria è in moto.

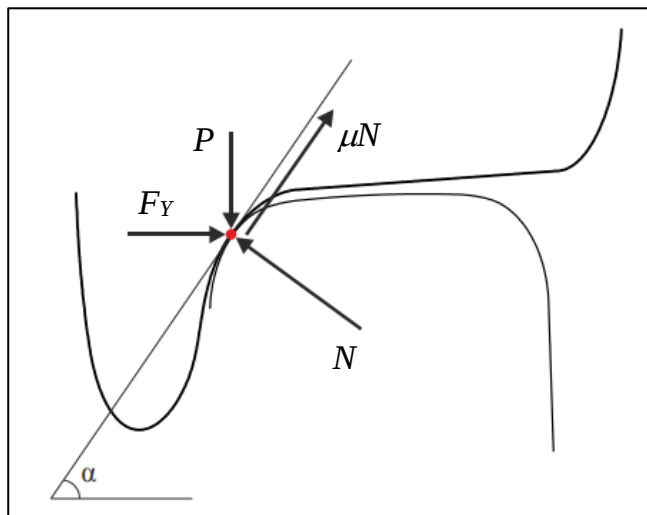


Figura 17 - Forze agenti nella coppia ruota-rotaia (fonte: Ufficio).

In particolare:

- F_Y forza laterale applicata alla ruota, generata da interazioni dinamiche, curve, o altre condizioni.
- P forza verticale esercitata dalla ruota sulla rotaia, che dipende dal peso del veicolo e dalla distribuzione del carico.
- N reazione della rotaia alla forza laterale F_Y
- μN forza di attrito
- α angolo formato dal fianco del bordino con l'orizzontale.

Da un punto di vista analitico le condizioni limite che determinano lo svio possono essere rappresentate mediante la formula di Nadal² (o equazione di Boedecher e Chartet) che descrive la condizione limite per lo svio di una ruota ferroviaria mediante la relazione:

$$\frac{F_Y}{P} \leq \frac{\tan \alpha - \mu}{1 + \mu \tan \alpha}$$

che si ricava in maniera agevole imponendo l'equilibrio delle forze agenti nel punto di contatto.

Considerato che nelle condizioni più sfavorevoli risulta $\mu = 0,5$ e $\alpha = 70$ gradi circa, si ottiene:

$$\frac{F_Y}{P} \leq 0,95$$

Nella pratica dell'esercizio ferroviario si assume che la stabilità allo svio sia assicurata assumendo pari a 1 tale valore limite.

Come è immediato notare, la formula di Nadal non tiene conto dell'angolo di attacco ruota-rotaia che pure rappresenta un parametro importante ai fini dell'identificazione delle condizioni di svio. Tuttavia, tutti i risultati sperimentali riportati nella letteratura sull'argomento concordano nel ritenere che la formula di Nadal fornisca risultati accurati per valori elevati dell'angolo di attacco, mentre risulta assai prudentiale per valori piccoli di tale angolo.

4.2 Localizzazione del punto di svio

Secondo quanto riportato nella Relazione di Indagine predisposta dalla Commissione istituita da RFI (nel seguito, per brevità, rispettivamente *Relazione RFI* e *Commissione RFI*) in occasione dei sopralluoghi effettuati il 23, 24 e 25 luglio sono stati individuati due punti di svio. Il primo (Figura 18) è stato localizzato sulla rotaia dx s.m.t., all'altezza del picchetto 141 della curva n. 96 Dispari, circa 30 cm dopo la saldatura alluminotermica di chiusura dei lavori di rinnovo binario, dove i carri sono sviati verso l'esterno della curva presente in quel tratto (lato binario pari).

Mentre dal Tabellino della curva n. 96 Dispari (Figura 19) si rileva che il picchetto 141 di tale curva si trova in corrispondenza del km 78+836 circa, non altrettanto univoca risulta la posizione finale dei lavori di rinnovo, eseguiti la notte precedente e consistenti nella sostituzione di rotaie e traverse del binario dispari, che dovrebbe consentire la localizzazione precisa del punto di svio, molto probabilmente a causa delle inevitabili incertezze da cui sono affette le relative misure. In particolare, con riferimento agli allegati della *Relazione RFI*, si rileva quanto segue:

² Si veda al riguardo: B. Marquis, R. Greif (2011). *Application of Nadal Limit in the Prediction of Wheel Climb Derailment*. Proceeding of the ASME/ASCE/IEEE Joint Rail Conference. Pueblo, Colorado, USA.

- all.28 (M.40): lavori programmati dal km 78+507 (imbocco della Galleria Spina) al km 79+000;
- all.29 (documentazione rilasciata dall'IA): lavori effettuati dal km 78+500 al km 78+824;
- all.30 (giornale dei lavori): lavori effettuati dal km 78+514 al km 78+838 circa oltre a una rampa di raccordo piano-altimetrica dal km 78+838 a km 78+868;
- all.7 (Libretto SV1 del 25/07/2024 relativo allo svio di cui trattasi): indica che lo svio è avvenuto al km 78+800.



Figura 18 - Primo punto di svio (fonte: RFI elaborazione Ufficio).

Inoltre, sempre dalla *Relazione RFI* emerge che è stato individuato sulla rotaia sx s.m.t. un secondo punto di sormonto a circa 2 m dall'ultima traversa nuova sostituita nel lavoro di rinnovo, di fatto in corrispondenza della coppia di boe n. 209, che è posta in asse con il fabbricato viaggiatori della fermata di Centola, al km 78+808.

Poiché nella *Relazione RFI* è riportato che il secondo punto di svio individuato si trova circa 6 m prima del primo punto di svio in senso marcia treno, da ciò discende che il primo punto di svio sarebbe al km 78+802. Invece, nella *Relazione di Indagine* predisposta dalla Commissione istituita da MERCITALIA (nel seguito, per brevità, rispettivamente *Relazione Mercitalia* e *Commissione Mercitalia*) il punto in cui si è verificato il deragliamento viene individuato proprio in corrispondenza della coppia di boe n. 209, ovvero al km 78+808.

In definitiva, dagli elementi notiziali disponibili, si può ragionevolmente assumere che il deragliamento è iniziato tra il km 78+800 e il km 78+868.

CURVA N° 96 Dispari													
Km. 78+568,74 Km. 79+795,81						Tracciato: 120			V. max				
Sviluppo ml. 1227,06						Orario: 120/125/135/160							
N	F	D	h	R RP	Pr	Sc	N	F	D	h	R RP	Pr	Sc
120	-33,0	79,0		P = 0,00125 R. P. mt. 128	126+5,74		150	-69,0	75,6	160	C. R. mt. 724,6		
121	-38,3	80,4					151	II	150,0	II			
122	-43,6	79,6					152	II	160,0	II			
123	-48,9	79,2					153	II	II	II			
124	-54,2	81,3					154	II	II	II			
125	-59,5	84,2					155	II	II	II			
126	-64,8	83,5					156	II	II	II			
127	-67,3	87,0	160				157	II	II	II			
128	-67,8	91,6	II				158	II	194,5	II			
129	II	86,0	II				159	II	194,0	II			
130	II	88,6	II	C. R. mt. 737,4			160	II	194,8	II	C. R. mt. 729,9		
131	II	87,1	II				161	II	194,4	II			
132	II	88,7	II				162	-69,0	197,4	II			
133	II	86,8	II				163	-68,5	191,7	II			
134	II	88,5	II				164	-68,0	201,8	II			
135	II	89,5	II				165	II	193,8	II			
136	II	88,4	II				166	II	175,3	II			
137	II	87,4	II				167	II	189,6	II			
138	II	86,6	II				168	II	216,3	II			
139	II	85,5	II				169	II	226,6	II			
140	-67,8	83,6	II	C. R. mt. 724,6	140+0,00 141+0,00		170	II	219,4	II	C. R. mt. 735,3		
141	-68,4	82,2	II				171	II	197,2	II			
142	-69,0	81,4	II				172	II	166,4	II			
143	II	79,5	II				173	II	198,5	II			
144	II	77,5	II				174	II	219,0	II			
145	II	76,0	II				175	II	216,3	II			
146	II	76,8	II				176	II	200,4	II			
147	II	75,9	II				177	II	170,4	II			
148	II	76,0	II				178	II	190,7	II			
149	-69,0	76,3	160				179	-68,0	211,9	160			

CURVA N° 96 Dispari													
Km. 78+568,74 Km. 79+795,81						Tracciato: 120			V. max				
Sviluppo ml. 1227,06						Orario: 120/125/135/160							
N	F	D	h	R RP	Pr	Sc	N	F	D	h	R RP	Pr	Sc
180	-68,0	212,9	160	C. R. mt. 735,3			210	-68,5	191,0	160	C. R. mt. 729,9		
181	II	199,2	II				211	II	196,2	II			
182	II	173,2	II				212	II	196,1	II			
183	II	187,8	II				213	II	203,3	II			
184	II	209,5	II				214	II	211,6	II			
185	II	212,1	II				215	II	216,1	II			
186	II	198,4	II				216	II	214,5	II			
187	II	176,2	II				217	II	221,3	II			
188	II	176,3	II				218	II	226,4	II			
189	II	198,4	II				219	II	226,2	II			
190	II	205,1	II	C. R. mt. 729,9	202+5,00 203+5,00		220	II	230,7	II	C. R. mt. 128		
191	II	200,2	II				221	II	232,7	II			
192	II	181,6	II				222	-68,5	160,0	II			
193	II	169,6	II				223	-68,3	170,0	160			
194	II	198,1	II				224	-67,4	170,0	II			
195	II	212,0	II				225	-62,0	160,0	II			
196	II	208,0	II				226	-56,6	170,0	II			
197	II	189,4	II				227	-51,2	160,0	II			
198	II	171,6	II				228	-45,8	160,0	II			
199	II	200,7	II				229	-40,4	150,0	II			
200	II	218,6	II	C. R. mt. 729,9			230	-35,0	II	P = 0,0015 R. P. mt. 128			
201	II	217,0	II				231	-29,6	II				II
202	-68,0	206,9	II				232	-24,2	II				II
203	-68,2	178,6	II				233	-18,8	II				II
204	-68,5	175,7	II				234	-13,4	II				II
205	II	179,6	II				235	-8,0	II				II
206	II	188,4	II				236	-2,6	II				II
207	II	190,7	II				237	-0,4	II				II
208	II	195,9	II				238	0,0	II				II
209	-68,5	194,6	160				239	0,0	150,0				II

Figura 19 - Tabellino della curva n. 96 (fonte: RFI).

Una metodologia di localizzazione del punto di svio più oggettiva può essere sviluppata a partire dall'analisi dei dati forniti dalla ZTE con cui era equipaggiato il locomotore. La Figura 20 riporta l'andamento della velocità del treno n. 64995 in funzione della posizione, ricavato dall'analisi della ZTE, insieme con lo stato della trazione. Durante la fase di *coasting*, poiché il treno stava percorrendo due livellette consecutive, con pendenza in discesa pari rispettivamente a 8,50‰ e 1,49‰, la velocità continuava a crescere, seppur lentamente, fino al km 78+900 circa, per poi iniziare a diminuire in maniera progressivamente sempre più irregolare, come mostrato dalla Figura 21, in cui è riportato il valore dell'accelerazione del treno ricavato numericamente dai dati della ZTE. È evidente che tale punto di cambio del segno dell'accelerazione coincide proprio con la posizione del locomotore all'inizio del deragliamento, dal momento che gran parte del treno stava ancora percorrendo le due livellette in discesa, a cui doveva corrispondere un'accelerazione positiva, seppur piccola, come nella parte precedente della fase di *coasting*.

Nota la posizione del locomotore e tenuto conto della sua lunghezza e di quella dei carri che componevano il treno, è possibile determinare la posizione di ciascun carro al momento di inizio del deragliamento, come mostrato nella Figura 22, in cui è riportata la posizione e la composizione del treno n. 64995 al momento del deragliamento, insieme con alcuni parametri del tratto di linea interessato dallo svio. La Figura 23 rappresenta invece la posizione dei vari carri componenti il treno n. 64995 al momento del suo arresto, con l'indicazione dei carri sviati.

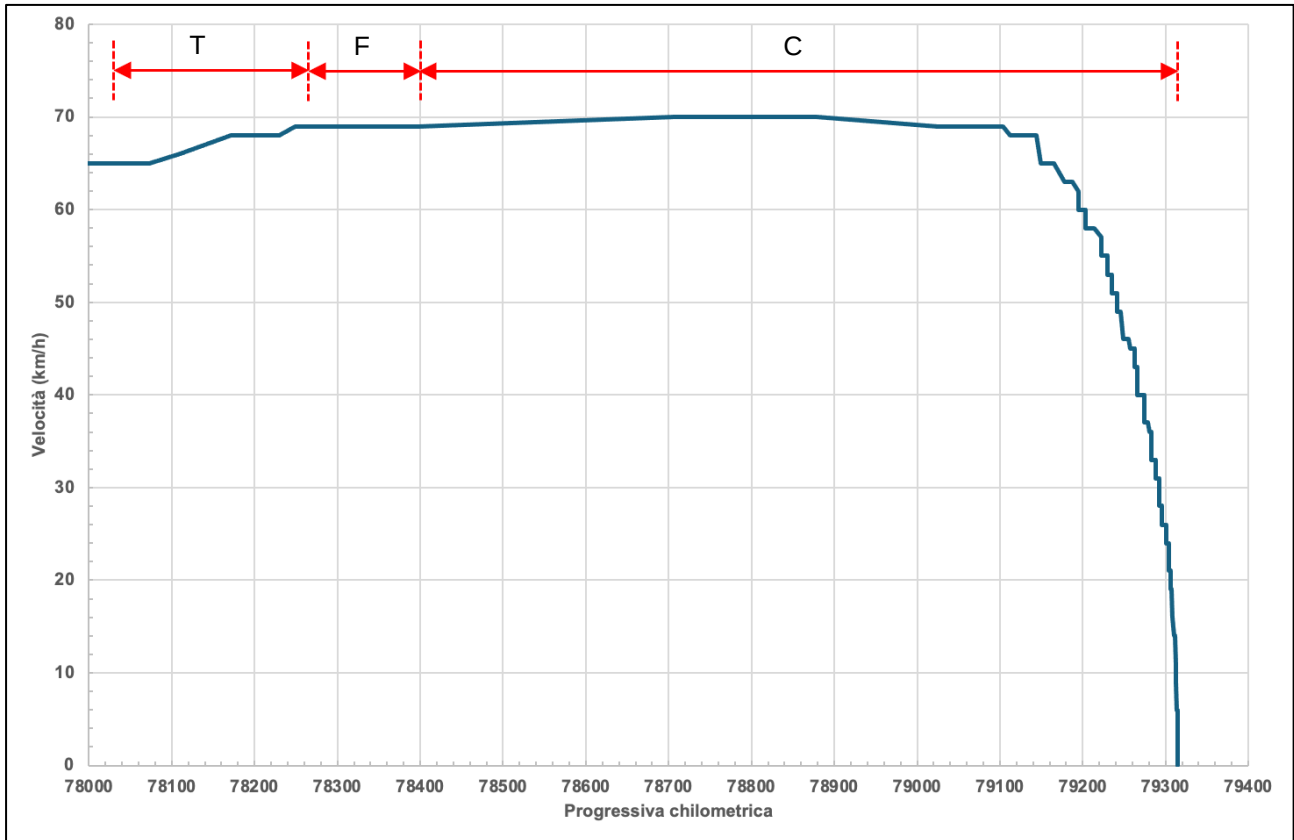


Figura 20 - Velocità del treno n. 64995 in funzione della posizione in prossimità del tratto di linea in cui si è verificato lo svio, ricavata dalla ZTE, con indicazione dello stato della trazione: T-Trazione, F-Frenatura, C-Coasting; (elaborazione: Ufficio su dati RFI).

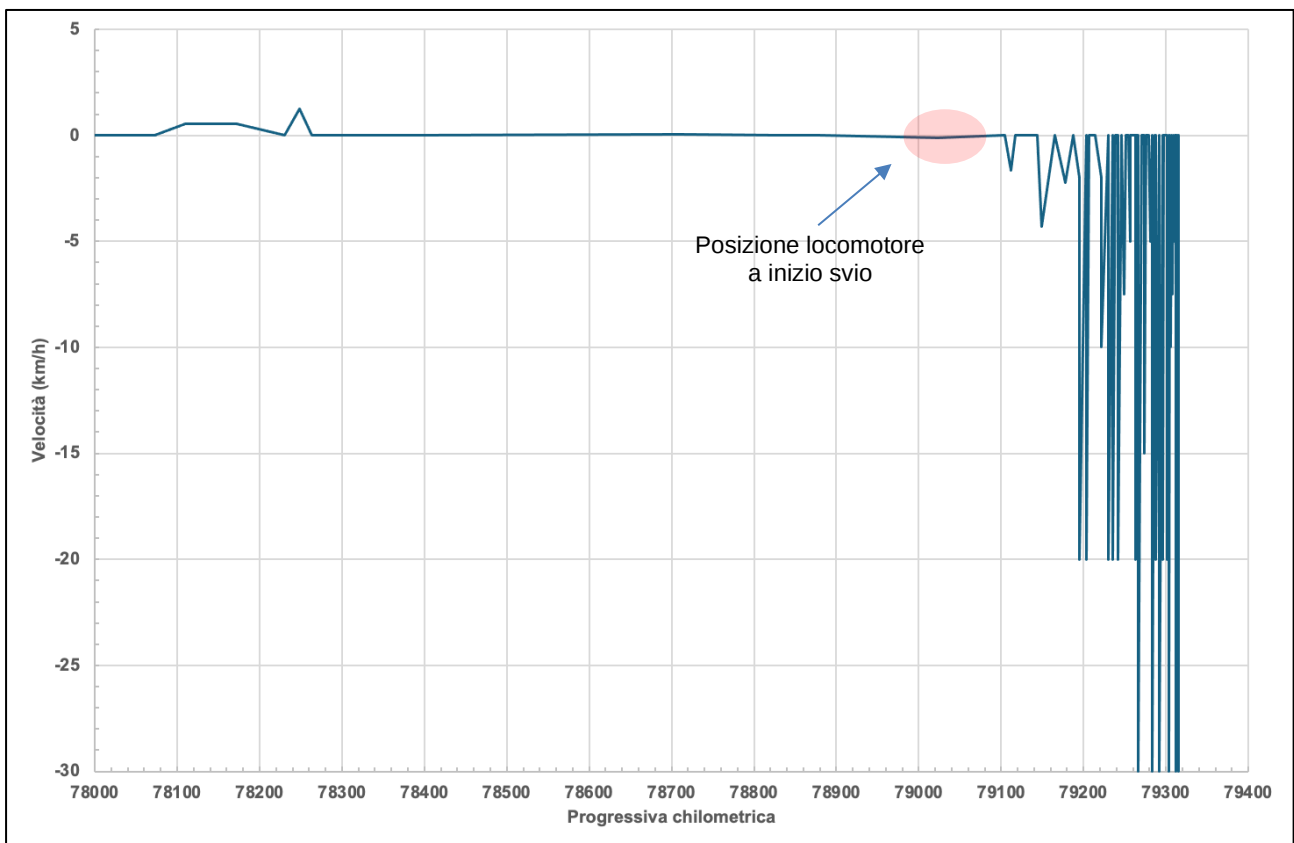


Figura 21 - Accelerazione del treno n. 64995 in funzione della posizione in prossimità del tratto di linea in cui si è verificato lo svio, ricavata dalla ZTE con indicazione della probabile posizione del locomotore a inizio svio (elaborazione: Ufficio su dati RFI).

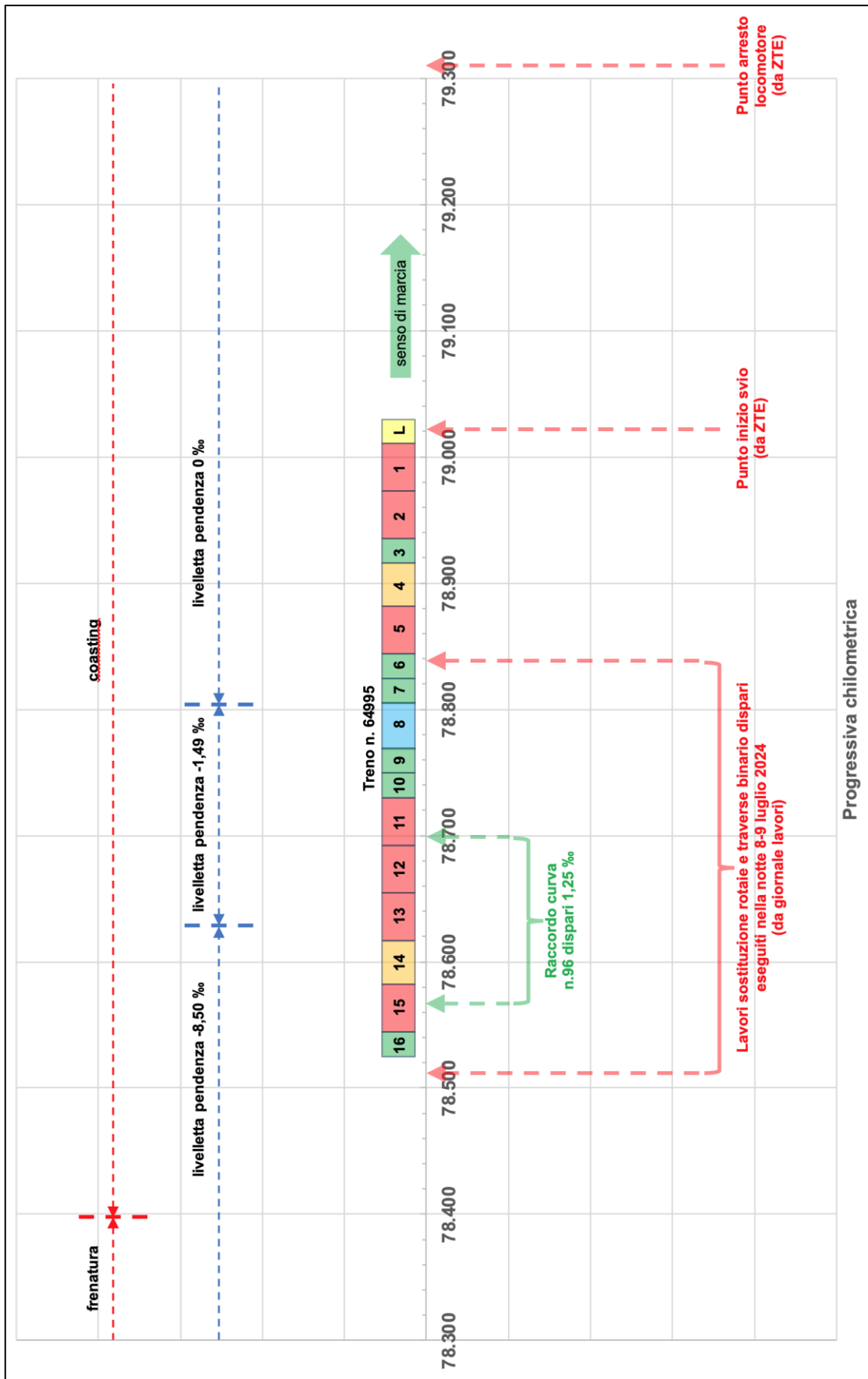


Figura 22 - Ricostruzione della posizione del treno n. 64995 al momento di inizio del deragliamento (elaborazione: Ufficio).

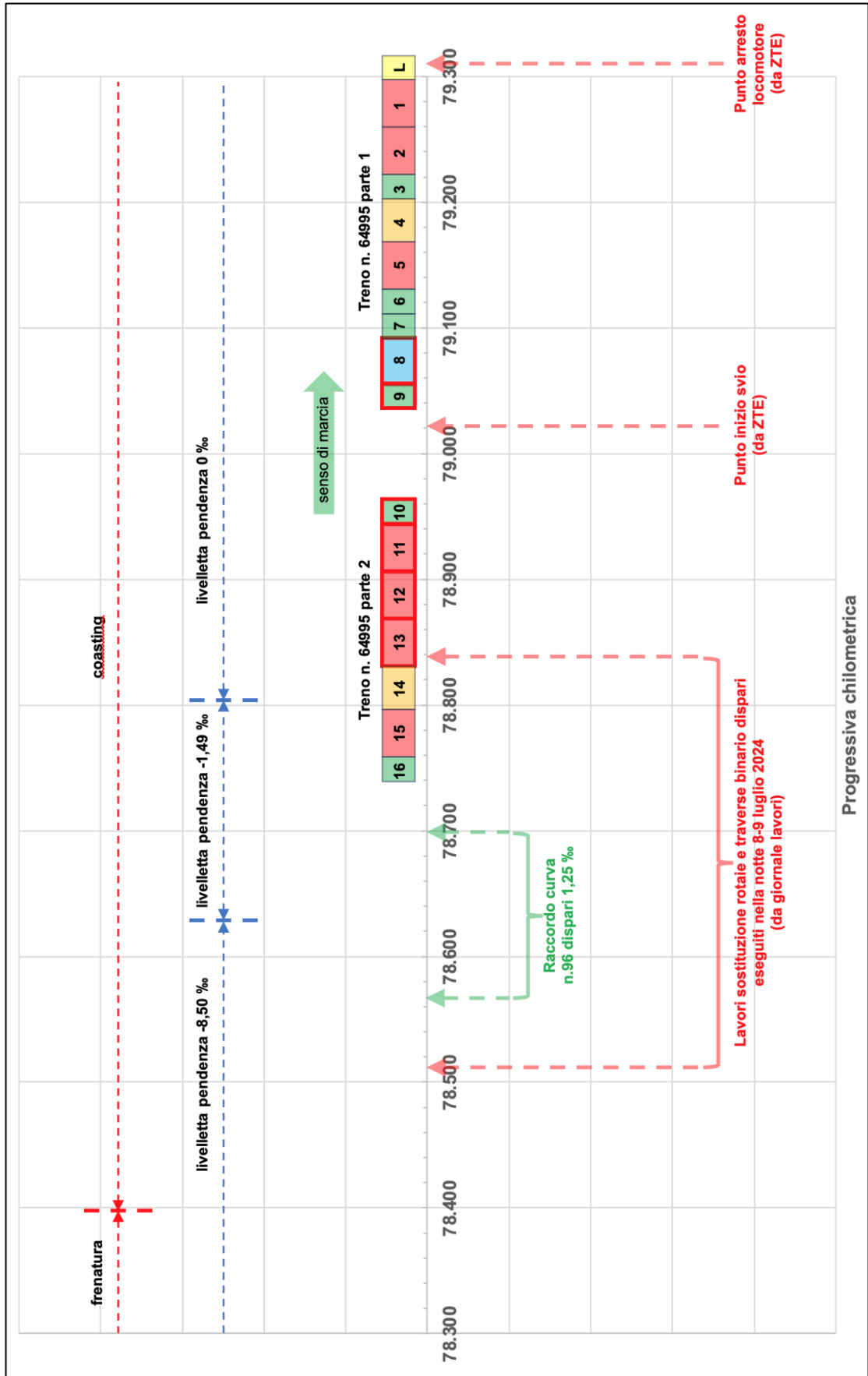


Figura 23 - Ricostruzione della posizione del treno n. 64995 all'arresto. Il bordo rosso denota i carri sviati (elaborazione: Ufficio).

4.3 Cause dello svio

Tanto la *Commissione RFI* quanto la *Commissione MIR*, nelle rispettive relazioni, hanno evidenziato la non corretta esecuzione dei lavori di rinnovamento eseguiti durante la notte tra l'8 e il 9 luglio 2024. In particolare, dai sopralluoghi effettuati emerge che l'intero tratto di binario soggetto a rinnovamento si presentava non sufficientemente riguarrito di pietrisco tra i vani delle traverse nuove posate e alle testate delle traverse nuove lato esterno curva già a partire dal punto di inizio dei lavori, all'imbocco della galleria Spina (Figura 24), fino alla rampa di raccordo con il tratto non lavorato (Figura 25).



Figura 24 - Tratto di binario soggetto a rinnovamento (fonte: Ufficio)



Figura 25 – Rampa di raccordo tra il binario soggetto a rinnovamento e quello non ancora rinnovato (fonte: Ufficio).

Considerando le prescrizioni esecutive riportate al punto II.1.1.a dell’Istruzione Tecnica RFI DOI SP SE 01 1 0 “*Velocità di riattivazione all’esercizio a seguito di lavori all’armamento*” per i tratti di binario di “rinnovamento/STT/risanamento” in posa provvisoria per linee con velocità ≤ 180 km/h per consentire la prescrizione di una velocità di rallentamento pari a 70 km/h, per il tratto di binario oggetto di rinnovo la notte tra l’8 e il 9 luglio 2024 si è constatato quanto segue:

- non è stato assicurato un piano di appoggio delle traverse con spessore del ballast di almeno 15 cm;
- non sono state riguarnite tutte le testate delle traverse con la prescritta distanza “u” = 60 cm della massicciata (cfr. Figura 26);

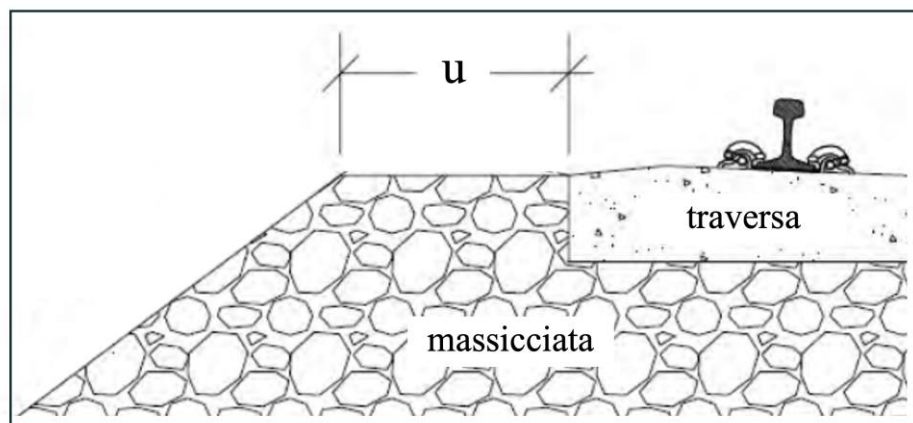


Figura 26 - Distanza "u" della massicciata.

- non è stata eseguita la completa riguaritura e profilatura della massicciata;
- non è stata realizzata con la dovuta cura la rampa provvisoria tra il tratto di binario in lavorazione ed il vecchio binario, risultando anche quest’ultima parte sguarnita di pietrisco e con assenza di alcuni centimetri sotto il piano inferiore di alcuni appoggi;
- non è stato consolidato il binario con il passaggio della stabilizzatrice dinamica, ma è stato effettuato solo il livellamento con macchina rinalzatrice pesante.

Si evidenzia inoltre che la stessa Istruzione Tecnica riporta, per le diverse tipologie di lavorazioni, anche le velocità di riattivazione ridotte ammesse nei casi in cui non sia possibile eseguire alcune delle prescrizioni esecutive. Ad esempio, nel caso di indisponibilità della stabilizzatrice dinamica della massicciata e con unghiatura della massicciata di 40 cm la velocità massima di rallentamento è pari a 40 km/h, fermo restando il rispetto di tutte le altre prescrizioni esecutive.

In merito ai valori dei parametri geometrici ammessi all’atto della riattivazione, i rilievi effettuati a binario scarico hanno dato risultati rientranti nei valori ammessi dalla Istruzione Tecnica sopra richiamata, fatta eccezione per i valori massimi dello sghembo e dello scartamento in prossimità del punto di svio, essendo questi valori anomali molto probabilmente dovuti alla deformazione dell’infrastruttura susseguente al deragliamento. Per quanto riguarda i rilievi a binario carico, effettuati il 25 luglio 2024 in esecuzione degli accertamenti tecnici non ripetibili disposti dall’Autorità Giudiziaria, si evidenzia che essi non sono stati ancora resi disponibili al momento della stesura della presente relazione.

Ai fini della determinazione delle cause dello svio, è stata valutata anche la rilevanza della gestione degli aspetti relativi alla lunga rotaia saldata (L.R.S.). Tuttavia, tale aspetto è stato ritenuto dalla Commissione d’Indagine non influente, dal momento che l’ispezione visiva, effettuata in occasione del sopralluogo svolto il 10 luglio 2024, giorno successivo a quello dell’evento, non ha evidenziato segni

di *buckling* delle rotaie, tenuto conto che le condizioni meteorologiche e i valori delle temperature minima e massima nei giorni 9 e 10 luglio 2024 erano praticamente sovrapponibili, con una temperatura ambiente media pari a 26,8 °C, e che il sopralluogo è stato effettuato negli stessi orari in cui si è verificato l'evento.

Tuttavia, è ragionevole ritenere che le non conformità sopra descritte del binario rinnovato non possano essere assunte come l'unica causa del deragliamento, per i seguenti motivi:

- la sostanziale compatibilità con quanto prescritto dall'Istruzione Tecnica RFI DOI SP SE 01 10 *"Velocità di riattivazione all'esercizio a seguito di lavori all'armamento"* dei parametri geometrici dell'infrastruttura misurati a binario scarico, pur concordando con quanto sostenuto nella *Relazione RFI* sul fatto che lo stato di sguarnitura del pietrisco nel tratto di binario rinnovato potrebbe dar luogo a valori misurabili sotto carico sensibilmente diversi da quelli a binario scarico;
- la circostanza che dopo il termine dei lavori eseguiti nella notte tra l'8 e il 9 luglio 2024 e prima del treno n. 64995 sono transitati sul medesimo binario altri 18 treni alla stessa velocità di riattivazione e nelle medesime condizioni dell'infrastruttura;
- il punto di svio è di fatto molto prossimo al termine del tratto di binario rinnovato.

Al riguardo, è da rilevare che, come peraltro sostenuto dalle *Commissioni RFI e MIR* nelle rispettive relazioni di indagine sull'evento, lo stato delle superfici di rotolamento del primo asse del carro n.8 insieme con l'entità dei danni della parte di infrastruttura compresa tra il gruppo dei carri dal n.10 al n.13 e il gruppo formato dai carri n.8 e n.9 fanno ipotizzare che il primo asse a deragliare sia stato proprio il primo in senso marcia del carro n.8.

Dall'esame della Figura 22 si rileva che al momento di inizio del deragliamento, il carro in posizione n.8, contrassegnato dal NEV 37 80 4909 182-0, stava attraversando la zona di transizione dalla livelletta con pendenza in discesa 1,49‰ a quella orizzontale, posta all'altezza del km 78+805.

Si tratta di un carro di tipo multiplo bi-composto con attacco rigido tra i due moduli, come mostrato nella Figura 27.



Figura 27 – Particolare dell'attacco rigido dei due moduli del carro n.8 (fonte: Ufficio).

Proprio l'attacco rigido fra i due moduli, unitamente alla lunghezza totale del carro, pari a 36,44 m, e al profilo altimetrico della linea possono aver fornito un contributo determinante per il verificarsi dello svio.

Per comprendere cosa accade quando un carro ferroviario bi-composto con attacco rigido tra i due moduli passa da una livelletta a un'altra, si consideri quanto schematicamente riportato nella Figura 28, in cui per semplicità si è ipotizzato che il carro ferroviario in questione si comporti come un corpo rigido. Durante il passaggio da una livelletta a quella successiva, per tutte le ruote del carro, a eccezione di quelle appartenenti al primo e all'ultimo asse, si verifica che il contatto ruota-rotaia avviene solo tramite una porzione del bordino, di altezza variabile in funzione della posizione del carro, che preme sul fianco interno del fungo della rotaia. È evidente che per tali ruote il carico verticale P (vedi Figura 17) si annulla. Pertanto, per queste ruote risulta non soddisfatto il criterio di Nadal di stabilità allo svio.

Con semplici considerazioni geometriche è possibile valutare, per ciascuna ruota, l'andamento della sopraelevazione del bordino in funzione della posizione del carro lungo la zona di transizione da una livelletta all'altra. A titolo di esempio, la Figura 29 mostra la sopraelevazione del bordino della ruota appartenente all'asse n.5 in funzione della posizione del carro nella zona di transizione tra le livellette nella zona di svio. Come si può notare, tale sopraelevazione raggiunge un valore massimo pari a circa 12,1 mm in corrispondenza del punto di transizione da una livelletta a quella successiva.

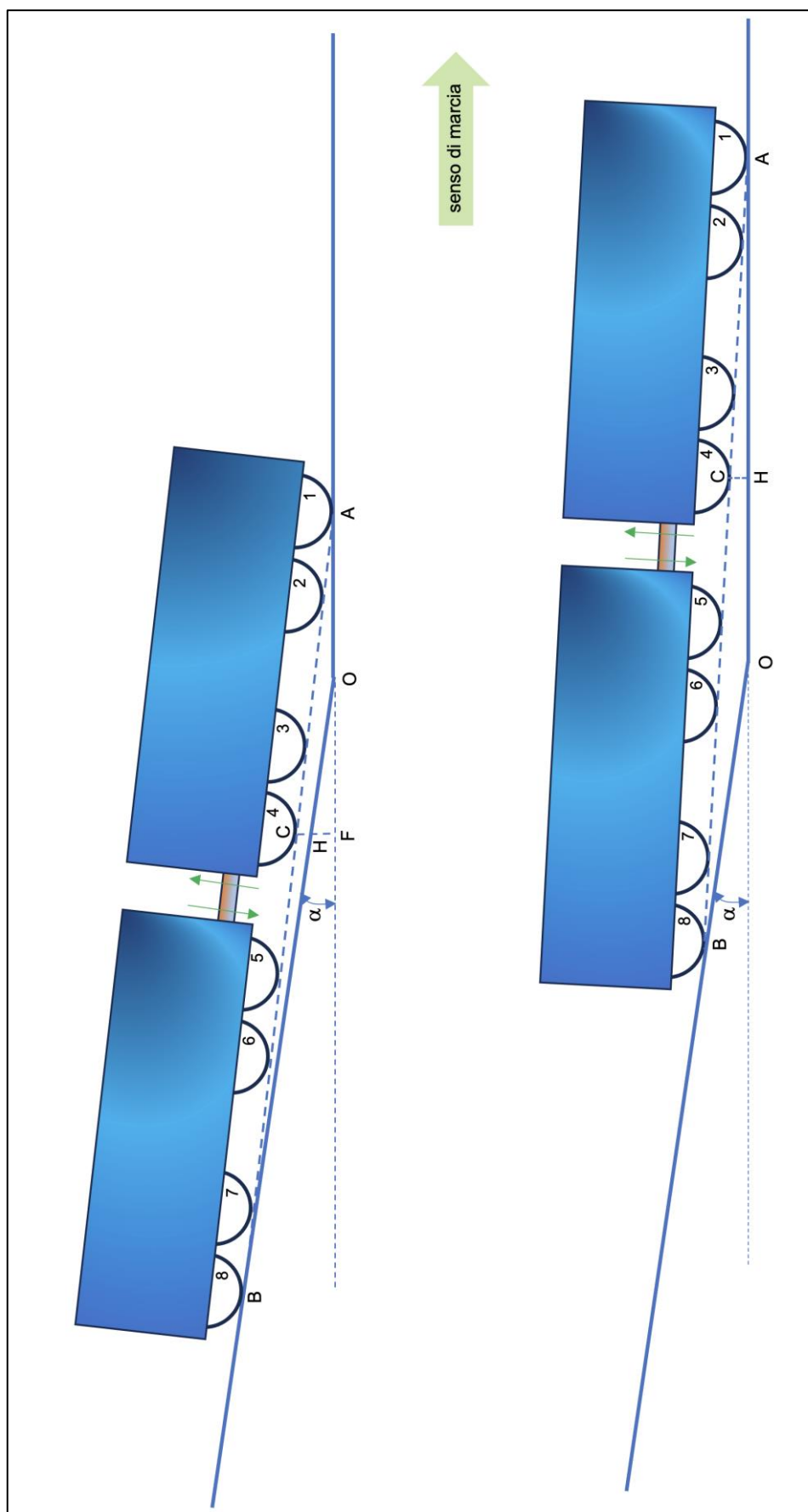


Figura 28 – Schematizzazione del passaggio del carro n.8 da una livelletta a un'altra (elaborazione: Ufficio).

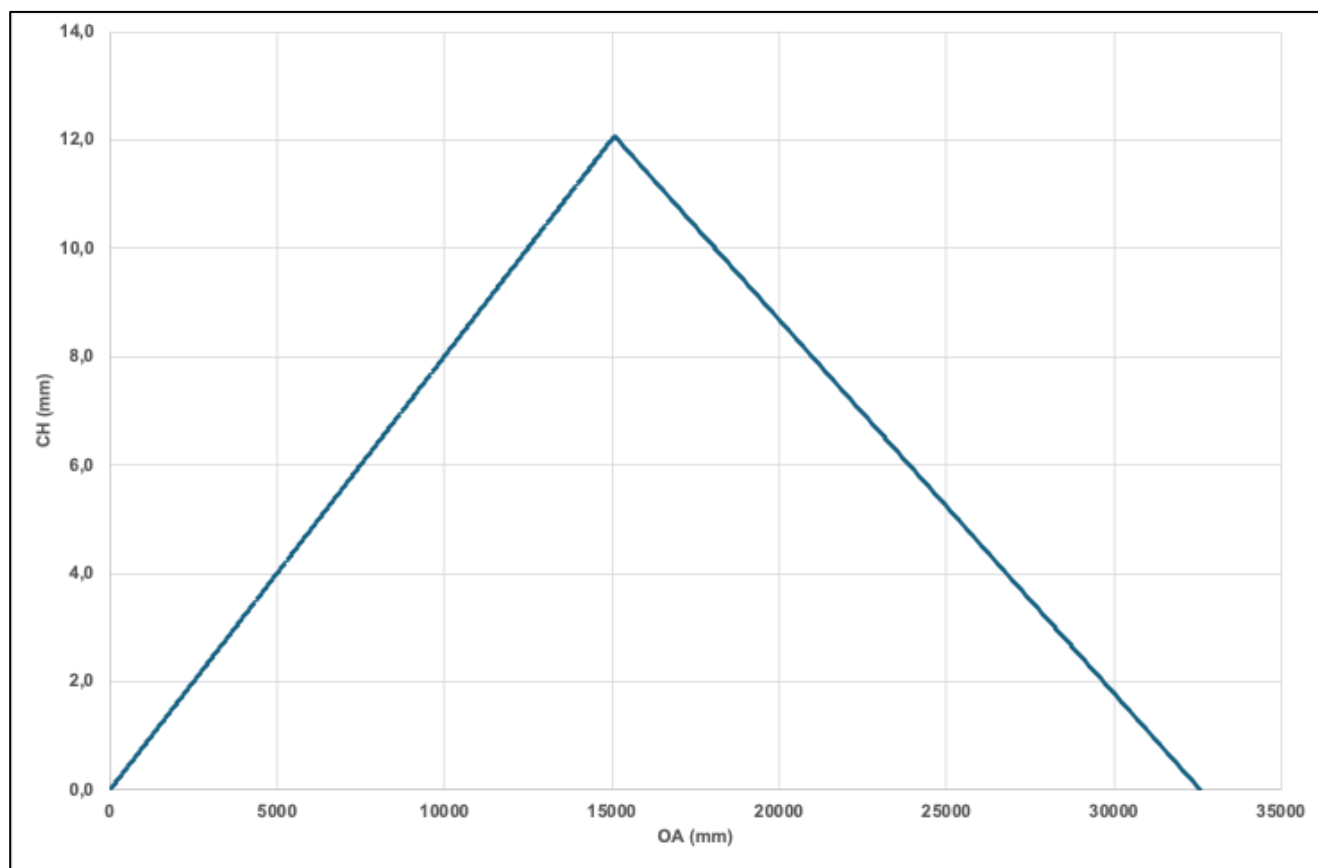


Figura 29 - Andamento della sopraelevazione del bordino della ruota appartenente all'asse n.5 del carro in posizione n.8 in funzione della posizione del carro lungo la zona di transizione tra le livellette in corrispondenza della zona di svio (elaborazione: Ufficio).

Ovviamente, tale valore viene ridotto dalla presenza del raccordo altimetrico, in una misura che va, nel caso di raccordo circolare, da circa 0,8 mm per un raggio di 3.000 m a 6,9 mm per un raggio di 25.000 m. Tuttavia, il criterio di Nadal per stabilità allo svio non è comunque soddisfatto e la probabilità che la situazione descritta possa innescare il deragliamento del carro è assai elevata.

La ricostruzione prospettata trova conferma nei rilievi fotografici effettuati durante il sopralluogo del 10 luglio 2024. La Figura 30 mostra la presenza di incisioni recenti sulla superficie della barra di collegamento, chiaramente dovute al contatto di quest'ultima con il telaio del carro durante il passaggio da una livelletta a un'altra.

Inoltre, quanto sopra argomentato risulta coerente con i valori anomali di accelerazione verticale, 1,67 g e 1,73 g, registrati dai sensori con cui erano equipaggiati rispettivamente i carri n.3 e n.6.

In conclusione, è verosimile che il primo carro a subire lo svio sia stato il carro n. 8 e che, in aggiunta alla non corretta esecuzione dei lavori di rinnovamento e alla riattivazione del binario senza le adeguate prescrizioni, un fattore concausale possa essere rappresentato dalla concomitante presenza dell'attacco rigido fra i due moduli del carro n.8 e del profilo altimetrico della linea su cui si è verificato l'incidente.

Infine, è opportuno richiamare l'attenzione sulla circostanza che, nel tratto in cui è avvenuto lo svio, si verifica la concomitante presenza di un cambio di livelletta e di un raccordo planimetrico. Tale condizione è esplicitamente vietata nel caso di progettazione di nuove linee o di ristrutturazione di linee esistenti (cfr. parte IV – sezione II.3.13 “*Compatibilità plano-altimetrica*” del documento RFI DTCSI M AR 01 001 1 B - “Manuale di Progettazione d'Armamento” - Rev. B del 26.10.2022).



Figura 30 – Incisioni sulla barra di collegamento fra i due moduli del carro n.8 (fonte: Ufficio).

4.4. 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 delle persone e dei soggetti, che hanno svolto un ruolo critico dal punto di vista della sicurezza in relazione all'evento, o in qualsiasi attività che ha contribuito al determinarsi dell'evento.

4.4.1. Impresa ferroviaria e gestore dell'infrastruttura

a) Impresa Ferroviaria: MERCITALIA RAIL

- n. 2 AdC del treno n. 64955 al momento dello svio.

Dalla documentazione prodotta da Mercitalia Rail si rileva che:

- gli AdC avevano iniziato la propria prestazione lavorativa alle ore 13:18 del 9 luglio 2024 per effettuare il treno 64995 da Cancellò a Sapri e ritorno in vettura. Il treno veniva prelevato in cambio volante nella stazione di Cancellò;
- nei trenta giorni precedenti il servizio oggetto della presente relazione, le prestazioni lavorative degli AdC sono state svolte nel rispetto della normativa relativa dell'orario di lavoro;
- nel momento in cui si è verificato l'evento entrambi gli AdC erano in possesso di patente e Certificato Complementare di Macchinista di tipo A4-B2, in corso di validità, oltre che dei requisiti fisici e psicoattitudinali;
- uno dei due AdC era abilitato alla conduzione sul tratto di linea interessato dallo svio, mentre l'altro stava svolgendo il corso di formazione per l'acquisizione di tale abilitazione;

- entrambi gli AdC erano abilitati alla conduzione del locomotore E494;
- per entrambi gli AdC non risultavano coinvolgimenti in precedenti inconvenienti d'esercizio.

Non sono emerse non conformità nell'operato degli AdC.

- n. 2 TPT operanti presso Milano Smistamento, località di origine corsa del treno.

Dalla documentazione prodotta da Mercitalia Rail si rileva che:

- uno dei TPT aveva effettuato la prova del freno tipo A e, in collaborazione con l'altro TPT, il rilevamento dei dati caratteristici del treno e la compilazione del BFC;
- nei trenta giorni precedenti il servizio oggetto della presente relazione, le prestazioni lavorative dei TPT sono state svolte nel rispetto della normativa relativa dell'orario di lavoro;
- nel momento in cui si è verificato l'evento entrambi i TPT erano in possesso di abilitazione come operatore preparazione dei treni (PDT), rispettivamente tipo di B (formatore treno) e di tipo V (verificatore) oltre che dei requisiti fisici e psicoattitudinali;
- per entrambi i TPT non risultavano coinvolgimenti in precedenti inconvenienti d'esercizio.

Non sono emerse non conformità nell'operato dei TPT.

b) Gestore Infrastruttura: RFI

- Capo Tecnico UMLV Sapri con funzioni di Titolare dell'Interruzione (TI) e Organizzatore della Protezione dei Cantieri (OPC)

Dalla documentazione prodotta da RFI si rileva che il Titolare dell'Interruzione durante i lavori di rinnovo eseguiti nella notte tra l'8 e il 9 luglio 2024 è sempre rimasto presso la stazione di Celle di Bulgheria di ricovero dei mezzi di cantiere e non si è mai recato presso la località di Centola. Egli avrebbe riattivato il binario oggetto di lavorazione senza aver accertato compiutamente il ripristino delle normali caratteristiche di sicurezza dell'infrastruttura ai sensi dell'art. 11 comma 4 dell'Istruzione per la Protezione dei Cantieri (IPC) vigente, basandosi per la riattivazione sulla documentazione fornita dal Direttore di cantiere dell'IA.

- Capo Tecnico UMLV Sapri con funzioni di Preposto

Dalla documentazione prodotta da RFI si rileva che il Preposto ha assistito solo saltuariamente alle lavorazioni in cantiere, in quanto impegnato anche in altre attività. In particolare, non ha assistito alle operazioni di profilatura, livellamento, pretensionamento e compattazione. L'entità del pretensionamento eseguito e l'effettuazione della compattazione, dal Preposto riportati sul giornale dei lavori, gli sono stati comunicati dal Direttore di Cantiere dell'IA. Al termine dei lavori, prima della riattivazione, il Preposto e il Direttore Cantiere dell'IA hanno valutato lo stato del binario constatando, quale unica difformità, che fosse sguarnito di pietrisco ma ritenendolo comunque idoneo per la riattivazione a 70 km/h.

- Direttore Lavori (Gestione Appalti SO Ingegneria RC)

Ha espresso considerazioni sulla sguarnitura di pietrisco analoghe a quelle formulate dal Preposto, convenendo comunque sull'idoneità alla riattivazione della linea a 70 km/h in

considerazione dei dati comunicati dal Direttore di Cantiere dell'IA.

c) Impresa Appaltatrice

- Direttore di Cantiere

Si vedano i punti precedenti.

4.4.2. Soggetto responsabile della manutenzione

a) Impresa Ferroviaria: MIR

Il soggetto responsabile della manutenzione per ciascuno dei carri componenti il treno n. 64955 è riportato nella Tabella 2 (vedi paragrafo 3.1.7).

b) Gestore Infrastruttura: RFI

RFI è responsabile del mantenimento in sicurezza dell'infrastruttura ferroviaria in accordo alle Direttive EU 2016/2370 ed EU 2016/798.

4.4.3. Fabbrikante o fornitore di materiale rotabile

Non rilevante ai fini dell'indagine.

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

ANSFISA, ERA.

4.4.5. Organismi notificati

Non rilevante ai fini dell'indagine.

4.4.6. Organismi certificati

Non rilevante ai fini dell'indagine.

4.4.7. Altra persona o soggetto interessato dall'evento

Non rilevante ai fini dell'indagine.

4.5. Materiale rotabile e impianti tecnici

In questo paragrafo vengono individuati i fattori causali o le conseguenze dell'evento riconosciuti come relativi alla condizione del materiale rotabile o degli impianti tecnici.

4.5.1. Fattori imputabili alla progettazione

Sulla base di quanto argomentato nei paragrafi precedenti, si ritiene che la particolare struttura del carro in posizione n.8, doppio modulo con attacco rigido fra i due moduli, determini un significativo incremento delle probabilità di svio quando il carro viene utilizzato in tratte in cui sono presenti livellette con elevate differenze di pendenza.

4.5.2. Fattori imputabili all'installazione e messa in servizio

Si ribadisce quanto riportato al punto precedente.

4.5.3. Fattori imputabili a fabbricanti o altri fornitori

Non rilevante ai fini dell'indagine.

4.5.4. Fattori imputabili alla manutenzione o modifica del materiale rotabile o degli impianti tecnici

Non rilevante ai fini dell'indagine.

4.5.5. Fattori riconducibili al Soggetto Responsabile della Manutenzione

Come sopra argomentato, una delle possibili cause dello svio va ricercata nella non corretta esecuzione dei lavori di rinnovamento eseguiti durante la notte tra l'8 e il 9 luglio 2024, con particolare riferimento all'insufficiente guarnitura di pietrisco del binario.

4.5.6. Altri fattori

Non rilevante ai fini dell'indagine.

4.6. Fattori umani

Questo paragrafo mira a individuare l'eventuale correlazione con azioni umane dei fattori causali, di quelli concausali e delle conseguenze dell'evento. A tal fine, occorre tener conto sia delle circostanze specifiche e del modo in cui le attività di routine sono eseguite dal personale durante l'esercizio normale, sia dei fattori umani e organizzativi che possono influenzare le azioni e/o le decisioni.

Al fine di rendere il più possibile oggettiva e sistematica la valutazione dell'incidenza dei fattori umani, la scrivente Commissione ha deciso di utilizzare la metodologia di analisi SOAM (*Systemic Occurrence Analysis Methodology*), descritta in dettaglio nel successivo paragrafo 4.9 e applicata all'incidente di cui trattasi nel paragrafo 4.10.

4.6.1. Caratteristiche umane e individuali

Vedi analisi SOAM: § 4.9.3 e 4.10.3.

4.6.2. Fattori legati al lavoro

Vedi analisi SOAM: § 4.9.4 e 4.10.4.

4.6.3. Fattori e incarichi organizzativi

Vedi analisi SOAM: § 4.9.5 e 4.10.5.

4.6.4. Fattori ambientali

Vedi analisi SOAM: § 4.9.4 e 4.10.4.

4.6.5. Altri fattori rilevanti ai fini dell'indagine

Vedi analisi SOAM: § 4.9.6 e 4.10.6.

4.7. Meccanismi di feedback e controllo

4.7.1. Quadro normativo e disposizioni

- 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.
- 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.
- Regolamento per la Circolazione Ferroviaria (RCF), Decreto ANSF n. 4/2012 del 09/08/2012, Allegato B.
- Regolamento per la Circolazione dei Treni (RCT) in uso sulla infrastruttura ferroviaria nazionale.
- Istruzione RFI per la Protezione dei Cantieri (IPC).
- Istruzione Tecnica RFI DOI SP SE 01 1 0 “*Velocità di riattivazione all'esercizio a seguito di lavori all'armamento*”.
- Istruzione Tecnica RFI DOI P FU 03.02 10 “*Gestione degli appalti di lavori, manutenzioni, opere e forniture in opera sulla base di documenti di pianificazione della qualità*”.
- Nota RFI-VDODOI\A0011\P\2024\0003600 del 03.06.2024 “*Direzione Operativa Infrastruttura Territoriale – Ruoli specialistici e operativi nell'ambito delle Unità Manutentive di Unità Territoriale e Mantenimento Infrastrutture*”.
- Procedura RFI DOI P SE FU 02.03 1 0 “*La Direzione dei lavori negli appalti gestiti da RFI*”.

4.7.2. Valutazione del rischio e monitoraggio

Non rilevante ai fini dell'indagine.

4.7.3. Sistema di Gestione della Sicurezza delle imprese ferroviarie e del gestore dell'infrastruttura

- MERCITALIA RAIL, in qualità di IF, ha attuato un proprio sistema di gestione della sicurezza, come attestato dal rilascio da parte dell'ERA l'Agenzia dell'Unione europea per le ferrovie del Certificato di Sicurezza Unico EU1020220018 valido dal 15/09/2021 all'14/09/2026, e del Certificato di Sicurezza CHNSA1020210036 rilasciato dall'Ufficio Federale dei Trasporti (UFT) svizzero.
- RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A., in qualità di GI, ha attuato un proprio sistema di gestione della sicurezza accettato da ANSFISA con il rilascio dell'Autorizzazione di Sicurezza IT2120240004, valida dal 21/06/2024 al 20/06/2029.

È opportuno ricordare che l'autorizzazione di sicurezza attesta l'accettazione del sistema di gestione della sicurezza del gestore dell'infrastruttura e contiene le procedure e le disposizioni per soddisfare i requisiti necessari per la progettazione, la manutenzione e il funzionamento, in condizioni di sicurezza, dell'infrastruttura ferroviaria, compresi la manutenzione e il funzionamento del sistema di controllo del traffico e di segnalamento.

4.7.4. Sistema di Gestione del soggetto responsabile della manutenzione

Come riportato al precedente punto 4.4.2, il GI RFI è responsabile della manutenzione dell'infrastruttura ferroviaria. A tal fine, la sua gestione è affidata alla Direzione Operativa Infrastrutture Territoriale (DOIT), a sua volta articolata in unità territoriali. Il tratto di binario interessato dal deragliamento rientra nella giurisdizione dell'Unità Territoriale Nord della DOIT Reggio Calabria, Unità Manutentive Lavori, TE e IS.

4.7.5. Supervisione delle autorità nazionali preposte alla sicurezza

La supervisione è esercitata da ANSFISA ai sensi dell'articolo 17 del Decreto legislativo 14 maggio 2019, n. 50, in conformità ai principi e agli elementi contenuti nel Regolamento delegato (UE) 2018/761, che ha istituito i nuovi metodi comuni di sicurezza per la supervisione da parte delle autorità nazionali.

4.7.6. Autorizzazioni, certificati e rapporti emessi dall'Agenzia

Come già riportato al precedente punto 4.4.3:

- il GI RFI è titolare dell'Autorizzazione di Sicurezza IT2120240004, valida dal 21/06/2024 al 20/06/2029, rilasciata da ANSFISA;
- l'IF MERCITALIA RAIL è titolare del Certificato di Sicurezza Unico EU1020220018, valido dal 15/09/2021 all'14/09/2026, rilasciato dall'ERA, l'Agenzia dell'Unione europea per le ferrovie, e del Certificato di Sicurezza CHNSA1020210036 rilasciato dall'Ufficio Federale dei Trasporti (UFT) svizzero.

4.7.7. Altri fattori sistemici

Non rilevante ai fini dell'indagine.

4.8. Eventi precedenti di carattere analogo

Sulla base delle informazioni e della documentazione acquisita non è possibile verificare se eventi di carattere analogo si siano verificati prima della data dell'incidente di cui trattasi (09/07/2024).

4.9. Metodologia di Analisi

Come sopra anticipato, l'incidente è stato analizzato utilizzando la metodologia SOAM (*Systemic Occurrence Analysis Methodology*), sviluppata per analizzare gli eventi critici per la sicurezza dall'agenzia europea per la sicurezza del controllo del traffico aereo EUROCONTROL. Originariamente la metodologia nasce dall'esigenza di integrare l'analisi dei fattori umani nelle indagini su inconvenienti e incidenti che si verificano nell'ambito del trasporto aereo e che vedono un coinvolgimento almeno parziale di un controllore del traffico aereo. La sua caratteristica principale è quella di analizzare la prestazione umana in un'ottica di sistema, osservandola nel contesto in cui si è svolta e prendendo in considerazione tutti i fattori che con essa possono aver contribuito al verificarsi dell'incidente. La sua finalità è di prospettare misure di miglioramento che non si focalizzino esclusivamente sulle eventuali non conformità riscontrabili nel comportamento del personale di esercizio, ma allarghino lo sguardo a tutti gli elementi su cui è possibile intervenire per prevenire o mitigare gli effetti di eventuali eventi futuri, con elementi analoghi a quelli dell'evento che si sta analizzando.

In questo contesto la metodologia è stata opportunamente adattata al settore ferroviario, pur

mantenendo le finalità sopra descritte. In particolare, essa si fonda principalmente su due modelli teorici ampiamente noti e fortemente consolidati nella letteratura sui fattori Umani ed Organizzativi, il modello SHELL³ e il modello Swiss Cheese⁴.

Il modello SHELL nasce nel mondo dell'aviazione negli anni Settanta e Ottanta del secolo scorso e si basa sull'individuazione di quattro diverse componenti all'interno di ogni sistema, con diverse caratteristiche di complessità e criticità dal punto di vista della sicurezza:

- **Software:** è la componente immateriale del sistema, costituita dalle conoscenze che gli operatori utilizzano per svolgere le loro attività di carattere specialistico. Può assumere sia la forma di procedure scritte e formalizzate, sia di prassi operative che sono note a tutti i membri dell'organizzazione considerata, ma non sono state incluse in documenti ufficiali.
- **Hardware:** rappresenta la componente materiale del sistema, costituita dagli strumenti, dalle attrezzature, dagli elementi infrastrutturali utilizzati dagli operatori per svolgere il loro lavoro.
- **Liveware:** è la componente umana del sistema, rappresentata dai colleghi con cui ciascun operatore deve collaborare e/o coordinarsi per svolgere il proprio lavoro.
- **Environment:** corrisponde all'ambiente fisico, sociale, economico organizzativo all'interno del quale le altre componenti interagiscono fra loro.

L'utilizzo del modello SHELL prevede che l'analisi dei meccanismi che impattano sulla prestazione umana in un qualsiasi sistema organizzativo sia effettuata individuando gli elementi che rientrano nelle quattro componenti sopra citate e analizzando le interazioni che intercorrono fra di loro. Nella Figura 31 è riportata una rappresentazione grafica del modello SHELL, in cui è immediato notare che la componente umana del sistema, *Liveware*, compare sia al centro dell'immagine, come componente che interagisce con tutte le altre, sia fra le componenti con cui la componente umana stessa può interagire, allo scopo di enfatizzare, fra le interazioni possibili, anche quella fra i diversi operatori umani di un sistema organizzativo complesso.

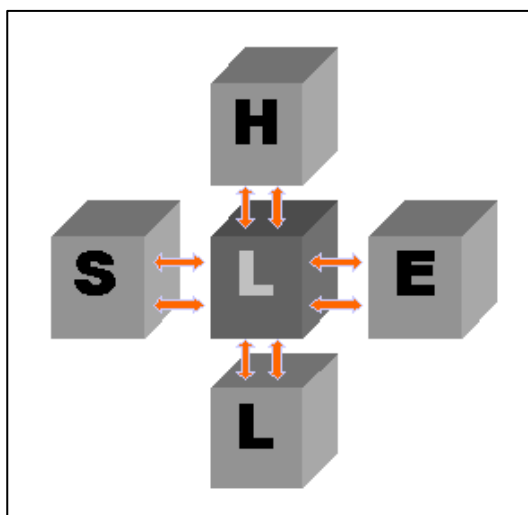


Figura 31 - Rappresentazione grafica del modello SHELL.

³ Hawkins, F. H., *Human Factors in Flight*, Gower Publishing Company, London, 1987.

⁴ Reason, J.T., *The Human Error*, Cambridge University Press, New York, 1990.

Reason, J. T., *Managing the Risks of Organisational Accidents*, Ashgate Publishing Company, UK, 1997.

Il modello SWISS CHEESE, la cui rappresentazione grafica è riportata nella Figura 32, enfatizza invece il ruolo svolto all'interno di ciascun sistema organizzativo dai sistemi di sicurezza come barriera atta a impedire a pericoli di natura ordinaria di trasformarsi in incidenti. In base al modello, ogni barriera è rappresentata da una fetta di formaggio. Dal momento che non esiste la sicurezza assoluta, ogni barriera ha delle falle rappresentate dai buchi nelle fette di formaggio. Questi buchi, considerati singolarmente non sono di per sé un problema. Possono diventarlo, invece, provocando incidenti che possono essere anche molto gravi, quando cominciano ad allinearsi combinando le conseguenze di azioni contrarie alla sicurezza commesse da chi opera in prima linea (gli “errori attivi”, tipicamente commessi dai macchinisti, dai piloti, dagli operatori di una centrale nucleare, ecc.) con quelle dovute ad eventuali disfunzioni presenti a livello sistemico (le “condizioni latenti”, dovute alle scelte dei manager e progettisti dei sistemi), che possono rimanere nascoste anche per lungo tempo e dispiegare il loro potenziale solo quando si combinano con degli errori attivi.

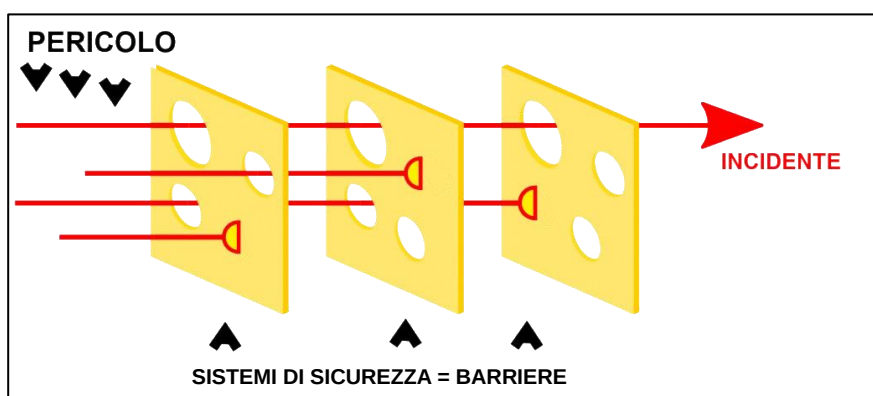


Figura 32 - Rappresentazione grafica del modello SWISS CHEESE.

La metodologia si articola in diverse fasi, schematizzate nel seguente diagramma⁵:

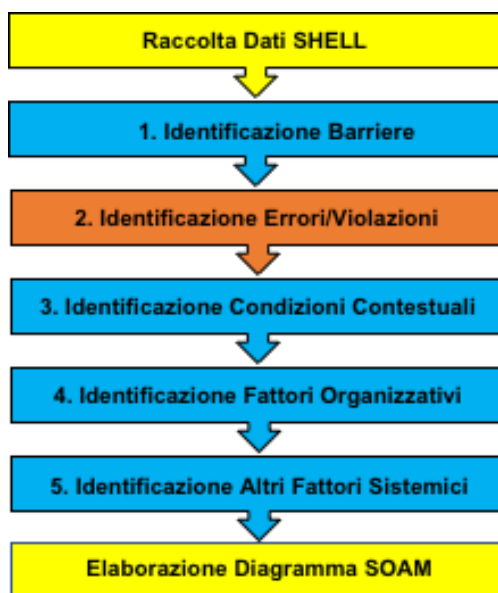


Figura 33 - Rappresentazione schematica delle diverse fasi della metodologia SOAM.

⁵ EUROCONTROL Guidelines on the Systemic Occurrence Analysis Methodology (SOAM), Safety Regulation Commission, 2005, disponibile al link: <https://www.skybrary.aero/articles/systemic-occurrence-analysis-methodology-soam>.

Come si può notare, a una fase preliminare, che consiste nella raccolta degli elementi che saranno oggetto di analisi, seguono cinque fasi centrali a cui corrispondono altrettanti livelli di analisi. Infine, l'ultima fase, consistente nella predisposizione del diagramma SOAM, ha lo scopo di sintetizzare i risultati dell'analisi.

Nei sottoparagrafi che seguono vengono descritti gli obiettivi di ciascuna fase, mentre nel successivo paragrafo 4.10 la metodologia SOAM viene applicata all'incidente oggetto della presente relazione d'indagine.

4.9.1. Fase preliminare: Raccolta dati SHELL

In questa fase preliminare si identificano le componenti *Software*, *Hardware*, *Liveware*, *Environment*, come sopra definite, che si ritiene abbiano svolto un ruolo rilevante nel determinarsi dell'incidente. In particolare,

- **Software:** i regolamenti, le procedure, le disposizioni di esercizio, i manuali, rilevanti per l'esecuzione dei compiti svolti durante l'evento.
- **Hardware:** gli strumenti, gli equipaggiamenti, le postazioni di lavoro, le infrastrutture utilizzate dal personale coinvolto nell'evento nello svolgimento delle proprie attività, che hanno rivestito un ruolo diretto od indiretto nell'evento stesso.
- **Liveware:** le unità di personale coinvolte nell'evento in forma diretta o indiretta, identificandone chiaramente il ruolo all'interno dell'organizzazione.
- **Environment:** le condizioni di lavoro, le condizioni fisico-chimiche e ambientali, le caratteristiche dell'ambiente culturale, sociale, organizzativo che si ritiene abbiano avuto un impatto sul modo in cui si sono svolti gli eventi. Per convenzione rientrano in questa categoria gli elementi che l'organizzazione coinvolta nell'evento deve considerare come dati e non modificabili, laddove invece il *Software*, l'*Hardware*, il *Liveware* sono, almeno in linea di principio, modificabili da parte dell'organizzazione stessa.

Gli elementi individuati per ciascuna categoria vengono inseriti in una semplice tabella formata da quattro colonne e costituiscono i dati a disposizione per le successive fasi metodologiche. Va tuttavia sottolineato che la costruzione di tale tabella è necessariamente un processo iterativo, dal momento che durante l'esecuzione delle fasi successive è possibile tornare a questa fase preliminare per aggiungere elementi che non erano stati individuati come rilevanti in prima battuta, oppure escludere elementi che erano stati considerati come rilevanti, ma che nel corso delle successive fasi di analisi si sono rivelati di scarsa importanza.

4.9.2. Fase 1: Identificazione Barriere

In questa fase si identificano le barriere di sicurezza che avrebbero potuto svolgere un ruolo nel prevenire o nel mitigare gli effetti negativi dell'evento ma che per qualche ragione non erano presenti o non hanno potuto svolgere in modo adeguato la loro funzione in occasione dell'evento. Le barriere sono elementi del sistema organizzativo che si sta analizzando che sono stati progettati unicamente con obiettivi di sicurezza e non svolgono altre funzioni. Di seguito si individuano diverse categorie di barriere di sicurezza, che si distinguono fra loro in base alla specifica funzione svolta:

- Barriere che aiutano ad avere consapevolezza di un pericolo.
- Barriere che impongono restrizioni a comportamenti pericolosi.
- Barriere che aiutano nel rilevamento di eventi potenzialmente pericolosi.

- Barriere che supportano la gestione provvisoria di una condizione di degrado.
- Barriere di protezione fisica e contenimento rispetto ad un pericolo.
- Barriere che agevolano la fuga o l'evacuazione rispetto ad un pericolo.

La domanda di controllo ai fini dell'inserimento di un elemento fra le barriere è la seguente:

L'elemento identificato descrive un sistema di protezione, una barriera fisica, un sistema di allarme o una procedura operativa progettati per prevenire un rischio per la sicurezza o per mitigarne le conseguenze?

4.9.3. Fase 2: Identificazione Errori e/o Violazioni

In questa fase sono analizzate le azioni non sicure commesse individualmente dagli operatori, classificandole in base al *General Error Modelling System* (GEMS) elaborato e proposto da James Reason⁶. In base a questo modello le azioni non sicure vengono identificate come errori o violazioni. Queste due categorie di azioni contrarie alla sicurezza vengono a loro volta distinte in una serie di sottotipologie.

Gli errori possono essere classificati in:

- **Skill Based** (SB) a loro volta classificabili come:
 - **Slip**: errori di esecuzione per un'azione compiuta in modo diverso da come appreso. L'operatore sa come dovrebbe eseguire un compito, ma tuttavia lo esegue in maniera non corretta.
 - **Lapse**: errori di esecuzione provocato da una dimenticanza.
- **Mistake**: errori dovuti a un'esecuzione sbagliata, malgrado l'azione sia stata compiuta come da pianificazione. Essi a loro volta sono classificabili come:
 - **Rule-Based** (RB): errori dovuti all'applicazione della regola sbagliata a causa di una errata percezione della situazione.
 - **Knowledge-Based** (KB): errori dovuti a mancanza di conoscenze o alla loro scorretta applicazione. Il fallimento dell'azione è determinato da conoscenze erranee.

Le violazioni possono essere classificate in base a due diversi criteri:

Motivo della violazione

- Violazioni ottimizzanti (solitamente per rendere la prestazione più confortevole, più rapida o più stimolante, traendone un beneficio personale)
- Violazioni di necessità (ad esempio per aggirare un ostacolo che impedisce di portare a termine un'attività indispensabile, per conciliare esigenze organizzative in conflitto tra loro)
- Sabotaggi (per produrre danni in modo deliberato a persone e/o cose).

Frequenza della violazione

- Violazioni di routine (per abitudine, andando contro una regola molto spesso, fino al punto di non farci più caso)
- Violazioni eccezionali (ritenendo sia necessario, anche andando contro una regola, per gestire una situazione inaspettata o ignota, che non si era mai verificata prima).

⁶ Reason, J. T., *The Human Error*, Cambridge University Press, New York, 1990.

Alla classificazione di ogni azione insicura viene associata una motivazione che espliciti quali elementi sono stati considerati per determinare il tipo di classificazione. È importante verificare se ci sono diverse azioni insicure che si sono combinate fra loro e non dare mai per scontato che ci sia stato un unico errore o un'unica violazione. Ad esempio, l'errore commesso da un operatore potrebbe essersi sommato alla violazione di un altro operatore. Oppure uno stesso operatore potrebbe dapprima aver commesso una violazione e successivamente un errore o viceversa.

Si noti che questa fase metodologica è stata modificata rispetto alla metodologia SOAM originaria, in cui le azioni contrarie alla sicurezza svolte a livello individuale vengono analizzate con il modello del *Decision Ladder*⁷ invece che con il modello GEMS. La principale differenza è che nel modello del *Decision Ladder* gli errori che originano da problemi di carattere percettivo sono inclusi in una categoria a sé stante, a differenza di quanto avviene con il modello GEMS. Questa scelta metodologica si giustifica con la necessità di facilitare l'utilizzo della metodologia nell'ambito ferroviario italiano, in cui GEMS ha già avuto un'ampia diffusione, oltre che con il minor peso esercitato dagli errori di tipo percettivo nel settore ferroviario.

La domanda di controllo ai fini dell'inserimento di un elemento fra gli errori o violazioni è:

L'elemento identificato descrive un'azione (o una mancata azione) di un operatore che produce un risultato contrario alla sicurezza?

4.9.4. Fase 3: Identificazione Condizioni Contestuali

Le condizioni contestuali descrivono le circostanze e le precondizioni presenti al momento dell'incidente, che possono avere avuto un'influenza diretta sulla prestazione degli operatori nel loro ambiente di lavoro, anche favorendo errori o violazione da parte degli operatori stessi.

Di seguito si individuano le principali categorie di condizioni contestuali:

- condizioni dell'ambiente di lavoro;
- clima organizzativo;
- attitudini e personalità;
- limiti prestazionali;
- fattori fisiologici ed emotivi.

La domanda di controllo ai fini dell'inserimento di un elemento fra le condizioni contestuali è:

L'elemento identificato descrive un aspetto del contesto di lavoro locale, del clima organizzativo, della condizione fisiologica, dei limiti prestazionali delle persone, utile a spiegare il loro comportamento in quel contesto?

4.9.5. Fase 4: Identificazione Fattori Organizzativi

I fattori organizzativi sono i fattori che possono aver contribuito al verificarsi dell'incidente ma che esistevano prima che l'evento accadesse. Possono aver favorito o reso possibile le condizioni contestuali che a loro volta hanno influenzato le azioni (o mancate azioni) di chi si trovava in prima linea.

Le principali categorie di Fattori Organizzativi sono indicate nell'elenco che segue:

- cultura organizzativa;

⁷ Rasmussen, J., *Outlines of a hybrid model of the process plant operator*, in T. B. Sheridan & G. Johansen (Eds.), *Monitoring behaviour and supervisory control*, pp. 371-383, New York: Plenum, 1976.

- policy e procedure;
- attività formative;
- gestione del personale;
- equipaggiamento ed infrastrutture;
- gestione dei rischi;
- comunicazione interna;
- definizione delle responsabilità;
- acquisti e progettazione dotazioni tecnologiche ed infrastrutturali;
- gestione manutenzione.

La domanda di controllo ai fini dell'inserimento di un elemento fra i Fattori Organizzativi è:

L'elemento identificato descrive un aspetto dell'organizzazione, delle sue procedure, dei suoi processi che esistevano prima dell'evento critico e che hanno determinato o reso possibile le condizioni contestuali alla base dell'evento stesso?

4.9.6. Fase 5: Identificazione Altri Fattori di Sistema

Gli altri fattori di sistema sono gli elementi esterni all'organizzazione o alle organizzazioni coinvolte nell'evento che hanno però avuto un'influenza nel determinare i fattori organizzativi e le condizioni contestuali che a loro volta hanno reso possibile o addirittura favorito l'evento, come ad esempio:

- norme e regolamenti nazionali e internazionali;
- rapporti con le autorità di supervisione e controllo;
- rapporti con partner clienti e fornitori;
- fattori socioeconomici.

Analogamente a quanto già descritto in relazione all'*Environment*, nell'ambito del modello SHELL, gli "Altri Fattori di Sistema" sono da considerarsi come dati e non modificabili dall'organizzazione coinvolta nell'evento.

La domanda di controllo ai fini dell'inserimento di un elemento fra gli Altri Fattori di Sistema è:

L'elemento identificato descrive un aspetto del quadro normativo o del contesto socioeconomico in cui l'organizzazione si trova ad operare o dei rapporti con altre organizzazioni, che hanno avuto un peso nelle scelte organizzative?

4.9.7. Elaborazione Diagramma SOAM

Il diagramma SOAM dell'evento (*SOAM Chart*) raccoglie in forma sintetica tutti i fattori identificati nelle diverse fasi. Il diagramma dell'evento si compone di due elementi principali:

- i fattori individuati, che vengono raggruppati in base ai cinque livelli sopra descritti:
 - 1) Barriere Non Presenti o di Limitata Efficacia
 - 2) Errori e Violazioni
 - 3) Condizioni Contestuali
 - 4) Fattori Organizzativi

5) Altri Fattori di sistema

- i *link* orizzontali che uniscono fra di loro i fattori che sono stati identificati nei diversi livelli. Ad esempio, il *link* fra singoli Errori e Violazioni e le condizioni contestuali che li hanno favoriti, o il *link* fra le Condizioni Contestuali ed i Fattori Organizzativi che ne hanno rappresentato gli antecedenti.

4.10. Analisi SOAM dell'incidente

In questa sezione viene illustrata l'applicazione della metodologia SOAM allo svio del treno n. 64995 di MERCITALIA RAIL, verificatosi in corrispondenza della fermata di Centola, sulla linea Battipaglia-Paola, in data 09/07/2024. La sezione si conclude con il diagramma SOAM dell'evento, che riepiloga in forma sintetica tutti gli elementi considerati nell'analisi e le relazioni che sono state identificate fra tali elementi.

4.10.1. Fase preliminare: Raccolta dati SHELL per l'incidente

Come illustrato in precedenza, nella fase preliminare all'analisi SOAM vanno identificate tutte le risorse *Software*, *Hardware*, *Liveware* ed *Environment* considerate rilevanti per l'evento, in base al modello SHELL. La loro identificazione è risultata da una prima analisi delle interazioni osservate nella ricostruzione degli eventi riportata all'inizio di questo capitolo. In particolare, l'analisi ha preso in considerazione i ruoli delle unità di personale coinvolte nell'evento in forma diretta o indiretta (*Liveware*) e ha ricostruito le interazioni fra questi ruoli e le altre risorse S-H-E-L (inclusendo quindi anche le interazioni con gli altri *Liveware*). Si tratta in pratica delle interazioni che si sono verificate sia durante l'evento stesso, sia in precedenza, nel corso della carriera dei singoli operatori. Ad esempio, quella fra il TI e l'infrastruttura oggetto dei lavori di rinnovo è un'interazione L-H che si è sicuramente verificata durante l'evento, ma che riguarda anche il modo in cui l'operatore è abituato ad interagire con quella tipologia di *hardware*. Invece, le interazioni fra TI e DL (ma anche quelle con tutti gli altri operatori) sono interazioni di tipo L-L e riguardano sia il modo in cui gli operatori si sono abituati a lavorare insieme nel corso della loro carriera, sia i coordinamenti e gli scambi di comunicazione avvenuti durante l'evento specifico.

Va precisato che, per ragioni di sintesi, in questo contesto non vengono analizzate le specifiche interazioni in base al modello SHELL, ma si elencano semplicemente tutte le risorse SHELL che sono state considerate rilevanti, divenendo oggetto dei cinque livelli di analisi della metodologia SOAM che verranno presentati di seguito (si vedano i successivi paragrafi da 4.10.2 a 4.10.6).

Software	Hardware	Liveware	Environment
- RFI DOI SP SE 01 1 0 “Velocità di riattivazione all’esercizio a seguito di lavori all’armamento” - RFI DOI P FU 03.02 10 “Gestione degli appalti di lavori, manutenzioni, opere e forniture in opera sulla base di documenti di pianificazione della qualità” - Istruzioni per la Protezione dei Cantieri (IPC) - RFI DOI P SE FU 02.03 1 0 “La Direzione dei lavori negli appalti gestiti da RFI” - RFI VDODOIA0011\P\2024\0003600 “DOIT – Ruoli specialistici e operativi nell’ambito delle Unità Manutentive di Unità Territoriale e Mantenimento Infrastrutture”	- Locomotore E494 - Carri merci componenti il treno n. 64995 (in particolare, l’attacco rigido fra i moduli dei carri bi-modulo) - Infrastruttura (binario, massiciata) - Stabilizzatrice dinamica	- n. 2 AdC (Mercitalia) in servizio sul treno n. 64995 - n. 2 TPT (Mercitalia) operanti presso Milano Smistamento, località di origine corsa del treno - Titolare dell’Interruzione (TI) e Organizzatore della Protezione dei Cantieri (OPC) di RFI - Preposto (RFI) - Specialista Cantieri UMLV Sapri (RFI) - Direttore Lavori (RFI) - Direttore di Cantiere (IA)	- Lavori di sostituzione di rotaie e traverse eseguiti nella notte precedente l’incidente - Pressione esercitata per la ripresa dell’esercizio

Tabella 6 - Risorse SHELL considerate rilevanti ai fini dell’analisi SOAM (elaborazione: Ufficio).

4.10.2. Fase 1: Identificazione di Barriere non Presenti o di Limitata Efficacia

Le barriere che avrebbero potuto svolgere un ruolo nel prevenire l’evento sono:

Barriera 1/Istruzione Tecnica RFI DOI SP SE 01 1 0 “Velocità di riattivazione all’esercizio a seguito di lavori all’armamento”.

Al punto II.1.1.a - Lavori di “Rinnovo” al binario in L.R.S. su tratti di linee con $V_{Fmax} \leq 180$ km/h Tratto di “rinnovamento/STT/risanamento” è riportato:

Per consentire la riattivazione del binario alle velocità di rallentamento V_{rall} di cui alla tab.1 dovranno essere soddisfatte le seguenti prescrizioni esecutive:

- assicurare un piano di appoggio delle traverse con uno spessore di ballast di almeno 15 cm;
- riguarnire tutte le testate delle traverse con la prescritta distanza “u” della massiciata pari a 60 cm;
- eseguire nel tratto di “rinnovo” o di “STT” la completa riguarnitura e la profilatura del binario utilizzando il pietrisco già presente, recuperato dalle lavorazioni stesse, con l’aggiunta ove necessario di pietrisco di nuova fornitura;
- assicurare nel tratto di “risanamento” (senza scudatura), che la quota della profondità di scavo sia quella definita da RFI; in ogni caso tale quota deve essere al di sopra della quota del piano di piattaforma di almeno 5 cm. Il binario dovrà risultare completamente riguarnito e profilato con

- pietrisco già presente e/o di nuova fornitura;
- e) rinalzare sistematicamente tutti gli appoggi con macchina pesante a vibro compressione per allineare e livellare il binario;
 - f) realizzare i prescritti valori delle caratteristiche di tracciato previsti dalla linea: tratti rettilinei e in curva con le relative sopraelevazioni, raggi e raccordi parabolici;
 - g) realizzare un binario con tutti gli organi di attacco serrati;
 - h) il binario da realizzare in L.R.S. dovrà essere continuo, costituito da rotaie saldate progressivamente senza soluzione di continuità con le saldature complete di finiture; non sono quindi ammesse le giunzioni provvisorie;
 - i) il binario da realizzare in L.R.S. dovrà essere, eventualmente, pretensionato in relazione alle prevedibili escursioni termiche;
 - j) realizzare con particolare cura le rampe provvisorie tra i vari tratti in lavorazione (“rinnovo o STT”, “risanamento” e “1° livello”) e tra questi e il vecchio binario da rinnovare, facendo in modo che la loro pendenza non superi di oltre il 4 ‰ quella del tratto di linea interessato e la loro lunghezza sia compresa tra 30 e 50 m. Tali rampe non dovranno, comunque, ricadere all’interno dei raccordi parabolici della linea;
 - k) consolidare il binario, prima della riattivazione, con il passaggio della stabilizzatrice dinamica con le modalità e le prescrizioni indicate nella Istruzione Tecnica DTC IT SE 01 10 “Attivazione all’esercizio dell’armamento e della linea di contatto di linee e tratti di linea”;
 - l) i parametri geometrici nei tratti di “rinnovamento/STT/risanamento” all’atto della riattivazione dovranno rispettare i valori ammessi indicati nelle Tabelle A o A1 riportate in Allegato 1; i valori ivi riportati sono equivalenti e coerenti con il sistema di misura adottato dalle apparecchiature di rilievo.

Il controllo dei parametri geometrici del binario sulle tratte in lavorazione deve essere eseguito, alla fine delle lavorazioni giornaliere e prima della riattivazione alla circolazione, a binario carico mediante idonee apparecchiature di rilievo della geometria installate su mezzo d’opera o carrello di misura PV7/EM80. I valori misurati devono soddisfare quanto indicato nelle suddette tabelle. Un eventuale superamento dei valori ammessi comporta l’immediata eliminazione dei difetti prima della riattivazione. La riattivazione potrà avvenire solo dopo la verifica della avvenuta eliminazione dei difetti riscontrati.

Si raccomanda di eseguire i suddetti rilievi con lo stesso mezzo o carrello di misura per ogni riattivazione.

Barriera 2/RFI DOI P FU 03.02 1 0 Gestione degli appalti di lavori, manutenzioni, opere e forniture in opera sulla base di documenti di pianificazione della qualità

Al punto II.1.8 – Gestione delle non conformità “NC” è riportato:

L’Appaltatore è tenuto a dare **immediata** comunicazione al Committente su tutte le:

- NC che hanno determinato o che potenzialmente potevano determinare pregiudizio alla sicurezza e/o regolarità dell’esercizio ferroviario;

Al punto II.4 - Sorveglianza e verifica, è riportato:

Il Committente, per tramite del Direttore Lavori o del suo Assistente, sorveglia il rispetto delle prescrizioni tecniche sull’organizzazione per la Qualità dell’Appaltatore e dei suoi Subappaltatori e Fornitori.

Barriera 3/Istruzioni per la Protezione dei Cantieri (IPC)

Al punto 11.4 di tale documento è riportato:

Al termine dei lavori, prima di concedere il nulla osta per la ripresa della circolazione, il TI deve accertare che la sede ferroviaria ove si sono svolte le lavorazioni sia libera da persone, attrezzature, veicoli o altri ostacoli e che, fatto salvo quanto previsto all'art. 18 comma 5, siano ripristinate le normali caratteristiche di sicurezza dell'infrastruttura. Qualora non vi possa provvedere di persona, il TI dovrà ottenere, da idoneo agente appositamente incaricato, la conferma con comunicazione registrata che gli accertamenti sono stati eseguiti. In particolare, quando vi sia stata utilizzazione contemporanea dell'interruzione da parte di agenti di altra Unità Manutentiva, il TI deve tempestivamente ottenere dagli stessi, con comunicazione registrata, la conferma che gli accertamenti suddetti sono stati eseguiti da ciascuno per la parte di propria competenza; altrettanto dicasi quando vi sia stata utilizzazione dell'interruzione da parte di ditte appaltatrici, MdO, ecc.

Barriera 4/Procedura RFI DOI P SE FU 02.03 1 0 “La Direzione dei lavori negli appalti gestiti da RFI”

Al punto II.3 – Compiti del Direttore Lavori, è riportato:

Il DL è il responsabile della gestione esecutiva del contratto... provvede, a titolo indicativo e non esaustivo:

- ...
- *alla verifica dei materiali impiegati e della corretta esecuzione dei lavori,*

Barriera 5/Documento RFI-VDODOI\A0011\P\2024\0003600 del 03.06.2024 “DOIT – Ruoli specialistici e operativi nell’ambito delle Unità Manutentive di Unità Territoriale e Mantenimento Infrastrutture”

Fra le attività a cura del Capo Tecnico Infrastrutture (Preposto) è riportato:

In linea con quanto disposto del Responsabile dell’Unità Manutentiva:

- ...
- *cura il rispetto delle condizioni di sicurezza ed efficienza necessarie alla riattivazione funzionale dell’oggetto di manutenzione in caso di guasto e a seguito di lavori all’infrastruttura;*
- *segnala eventuali criticità riscontrate nello stato degli impianti, che dovessero emergere nello svolgimento delle attività manutentive o di vigilanza, ai fini del corretto mantenimento in efficienza degli impianti stessi e funzionali alla valutazione di specifici interventi da programmare o di immediata attuazione in caso di impatto sulla sicurezza e regolarità della circolazione;*
- ...

Barriera 6/Verifica che le limitazioni previste in caso di riattivazione binario a seguito di lavori garantiscano la sicurezza della circolazione anche dei carri bi-modulo con attacco rigido fra i moduli.

Assente.

4.10.3. Fase 2: Identificazione di Errori e/o Violazioni correlate con l’incidente

L’analisi delle azioni contrarie alla sicurezza commesse dagli operatori a livello individuale ha portato ad individuare due violazioni e un errore. È necessario sottolineare che, in questo contesto, questi termini sono utilizzati in senso tecnico, tenendo conto della loro definizione nell’ambito del

modello GEMS, e senza alcun riferimento a giudizi di valore o attribuzioni di responsabilità per l'accaduto, che esulano dagli obiettivi della presente relazione.

In particolare, gli errori sono azioni commesse dall'operatore che, in base alla ricostruzione dei fatti, falliscono nel raggiungimento dell'obiettivo che l'operatore stesso si era prefisso. Mentre le violazioni sono azioni commesse sapendo di agire in modo non conforme a quanto previsto dalle regole riconosciute nell'ambito dello specifico ambiente di lavoro. Le violazioni e gli errori individuati sono elencati di seguito, identificando chi li ha commessi e descrivendone le circostanze.

Violazione 1/Titolare dell'Interruzione (TI - RFI)

Come si rileva dalla documentazione prodotta da RFI, il Titolare dell'Interruzione (TI) durante i lavori di rinnovo eseguiti nella notte tra l'8 e il 9 luglio 2024 è sempre rimasto presso la stazione di Celle di Bulgheria di ricovero dei mezzi di cantiere e non si è mai recato presso la località di Centola. Egli ha concesso il nulla osta per la ripresa della circolazione senza aver accertato compiutamente il ripristino delle normali caratteristiche di sicurezza dell'infrastruttura, basandosi sulla documentazione fornita dal Direttore di cantiere dell'IA.

Violazione 2/Preposto (RFI) e, in parte, Direttore di Cantiere (IA)

Come si rileva dalla documentazione prodotta da RFI, il Preposto ha assistito solo saltuariamente alle lavorazioni in cantiere, in quanto impegnato anche in altre attività. In particolare, non ha assistito alle operazioni di profilatura, livellamento, pretensionamento e compattazione. L'entità del pretensionamento eseguito e l'effettuazione della compattazione, dal Preposto riportati sul giornale dei lavori, gli sono stati comunicati dal Direttore di Cantiere dell'IA. Al termine dei lavori, prima della riattivazione, il Preposto e il Direttore Cantiere dell'IA hanno valutato lo stato del binario constatando, quale unica difformità, che fosse sguarnito di pietrisco ma ritenendolo comunque idoneo per la riattivazione a 70 km/h, mentre dalla documentazione disponibile emergono i seguenti elementi:

- Presenza di insufficiente riguaritura e profilatura della massicciata nel tratto rinnovato.
- Spessore del ballast inferiore ai 15 cm richiesti.
- Assenza di consolidamento con stabilizzatrice dinamica.

Errore 1/Direttore Lavori (RFI)

Non ha assolto ai propri compiti in relazione a quanto previsto al paragrafo II.3 della Procedura RFI DOI P SE FU 02.03 1 0 *“La Direzione dei lavori negli appalti gestiti da RFI”*, in particolare rispetto alla modifica dell'elenco dei Mezzi d'Opera, segnatamente la mancanza della stabilizzatrice dinamica, della quale è venuto a conoscenza solo a ridosso dell'esecuzione dei lavori e che rappresenta una delle condizioni necessarie per la riattivazione alla velocità di 70 km/h.

Con riferimento all'identificazione delle specifiche tipologie di violazione ed errore, in base alle sottocategorie del modello GEMS descritte nel paragrafo 4.9.3, *le violazioni 1 e 2* rientrano nella fattispecie delle violazioni ottimizzanti, in quanto sembrano rispondere unicamente ad obiettivi positivi di carattere individuale, quali quelli di effettuare più speditamente le operazioni necessarie rispetto a quanto previsto dalle procedure e non a necessità di carattere organizzativo. Per quanto riguarda la differenza fra violazioni eccezionali e violazioni di routine, si può solo supporre che nessuna delle violazioni avesse carattere di eccezionalità, ma non ci sono evidenze sufficienti per dimostrare che si sia trattato in tutti i casi di violazioni di routine.

L'errore 1 rientra invece nella tipologia *Slip Skill Based*, ossia errori di esecuzione per un'azione compiuta in modo diverso da come appreso, per cui l'operatore sa come dovrebbe eseguire un compito;

tuttavia, lo esegue in maniera non corretta.

4.10.4. Fase 3: Individuazione delle Condizioni Contestuali correlati con l'incidente

Come anticipato nel paragrafo 4.9.4, le condizioni contestuali sono fattori presenti nello specifico luogo in cui si è verificato l'incidente, che possono aver rappresentato delle precondizioni in grado di rendere possibili o favorire le azioni contrarie alla sicurezza svolte a livello individuale. Tali precondizioni possono riguardare le predisposizioni mentali o le condizioni psicofisiche di singoli operatori, le abitudini e le credenze diffuse fra le persone operanti sul posto e infine gli aspetti dell'ergonomia dell'ambiente di lavoro e degli strumenti utilizzati dalle persone che condizionano il loro modo di lavorare. Di seguito vengono individuate cinque condizioni contestuali che si ritiene abbiano influito sul modo di operare del DL e dell'AdC coinvolti nell'evento incidentale.

CC1/Lavori di sostituzione di rotaie e traverse eseguiti nella notte precedente l'incidente

Lo stato dell'armamento, rinnovato a seguito dei lavori di sostituzione di rotaie e traverse non eseguiti a regola d'arte, ha creato condizioni favorevoli all'accadimento dell'evento.

CC2/Pressione esercitata per la ripresa dell'esercizio

La necessità di ultimare le lavorazioni entro un orario prestabilito per poter garantire la ripresa della circolazione, senza causare disservizi commerciali, ha generato un contesto in cui il raggiungimento dell'obiettivo è conseguente all'effettuazione di azioni individuali e/o collettive non propriamente sicure.

CC3/Presenza nella composizione del treno merci di un carro bi-modulo con attacco rigido tra i moduli e lunghezza complessiva di 36,44 m

Questa circostanza, unitamente alla CC4, ha determinato un notevole incremento del rischio di svio nella zona di transizione tra livellette.

CC4/Successione di livellette con significative variazioni della pendenza

Questa circostanza, unitamente alla CC3, ha determinato un notevole incremento del rischio di svio nella zona di transizione tra livellette.

4.10.5. Fase 4: Individuazione dei Fattori Organizzativi correlati con l'incidente

Come anticipato nel paragrafo 4.9.5, i fattori organizzativi sono elementi che possono aver contribuito al verificarsi dell'evento critico, ma che esistevano già, prima che l'evento accadesse. Di seguito vengono riportati quelli che si ritiene abbiano avuto un peso nel determinare le condizioni contestuali e le azioni contrarie alla sicurezza precedentemente descritte.

FO1/ Supervisione insufficiente durante e dopo i lavori di rinnovo

La saltuaria presenza da parte di personale RFI alle lavorazioni effettuate per il rinnovamento/risanamento dell'armamento ferroviario, costituisce, molto probabilmente, una prassi derivante dalla necessità del concomitante svolgimento di altre attività.

FO2/ SGS del GI non ha rilevato in tempo le criticità operative

Non c'è evidenza di un'attività sistematica di verifica degli obiettivi prefissati e della funzionalità del SGS del gestore dell'infrastruttura finalizzata alla valutazione della sua effettiva attuazione e della sua efficacia nel caso di lavori di rinnovamento/risanamento dell'armamento ferroviario.

FO3/Procedure operative non applicate correttamente dall'impresa appaltatrice

La valutazione approssimativa da parte del Direttore Cantiere dell'IA del rispetto delle condizioni prescritte per la riattivazione in sicurezza dell'esercizio a seguito di lavori all'armamento, costituisce, molto probabilmente una prassi derivante dalla necessità di contenere i tempi di esecuzione delle attività.

4.10.6. Fase 5: Individuazione di Altri Fattori di Sistema

Non sono stati individuati fattori esterni all'organizzazione che si ritiene abbiano avuto un'influenza nel determinare i fattori organizzativi e le condizioni contestuali descritte nei precedenti paragrafi.

4.10.7. Diagramma SOAM dell'incidente

Nella Figura 34 è riportato il diagramma SOAM dell'incidente. Esso consente, in primo luogo, di riepilogare in forma sintetica tutti gli elementi di analisi precedentemente descritti, individuati come fattori che hanno contribuito o, quantomeno, reso possibile il verificarsi degli eventi che hanno portato all'incidente. In secondo luogo, il diagramma facilita l'individuazione dei *link* concettuali e temporali fra tutti gli elementi individuati ai diversi livelli di analisi.

Di preferenza il diagramma va letto procedendo da lato destro (quello dell'incidente e delle azioni del personale che operava in prima linea), verso quello sinistro (quello dei fattori fisicamente e temporalmente più distanti dal luogo dell'evento, che possono tuttavia aver svolto un ruolo nel contribuire a determinarlo).

Nel caso di specie, partendo da destra, vengono dapprima evidenziate le barriere di carattere regolamentare e procedurale che non hanno impedito che si verificasse l'evento, in quanto non applicate, insieme con una barriera assente relativa alla definizione di linee guida per l'utilizzo di carri bi-modulo con attacco rigido fra i moduli, come il carro n.8 del treno n. 64995.

Immediatamente collegata ad esse, più a sinistra, c'è l'azione individuale che rappresenta il fattore causale diretto dell'incidente, rappresentata dalla Violazione 1 (il TI durante i lavori di rinnovo è sempre rimasto presso la stazione di Celle di Bulgheria di ricovero dei mezzi di cantiere e non si è mai recato presso la fermata di Centola). Ad essa si aggiunge la Violazione 2 (il Preposto non ha assistito alle operazioni di profilatura, livellamento, pretensionamento e compattazione). Entrambe possono essere classificate come **violazioni ottimizzanti**. Infine, fra le azioni che hanno contribuito al verificarsi dell'evento c'è sicuramente anche il mancato assolvimento da parte del Direttore Lavori dei propri compiti in relazione alla mancanza della stabilizzatrice dinamica, classificabile come **errore slip skill based**.

Osservando la parte centrale del diagramma SOAM appare significativo il ruolo svolto dalle condizioni contestuali individuate.

Infine, è da sottolineare anche il contributo indiretto al verificarsi dell'evento svolto dai fattori organizzativi individuati, rappresentati dalla insufficiente supervisione durante e dopo i lavori di rinnovo, dal mancato rilevamento da parte del SGS delle criticità emerse e dalla mancata applicazione delle procedure operative da parte dell'IA.

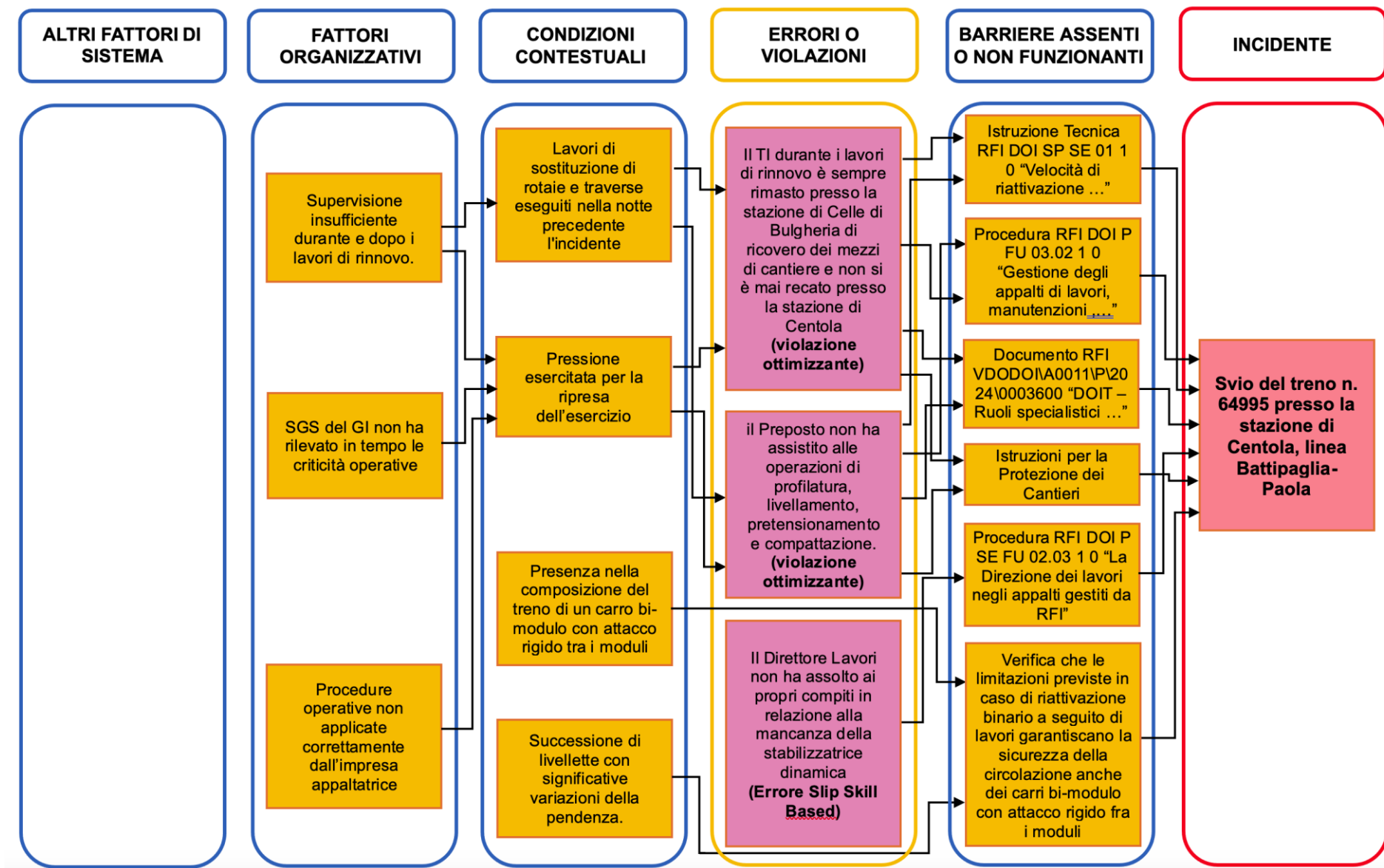


Figura 34 - Diagramma SOAM dell'incidente (elaborazione: Ufficio).



5. Conclusioni

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

I fattori causali alla base dello svio, emersi dall'analisi dell'evento, sono così sintetizzabili:

- mancanza di consolidamento e sguarnitura della massicciata a seguito dei lavori di rinnovamento del binario effettuati durante la notte tra l'8 e il 9 luglio 2024;
- supervisione e verifiche non correttamente eseguite prima della riattivazione della circolazione ferroviaria, con particolare riferimento al consolidamento e alla guarnitura della massicciata.

I fattori concausali alla base dell'incidente sono riconducibili alle seguenti circostanze:

- mancata applicazione delle istruzioni tecniche per la velocità di riattivazione del servizio post-lavori;
- concomitante presenza dell'attacco rigido fra i due moduli del carro n.8 e del profilo altimetrico del tratto di linea su cui si è verificato l'incidente;
- mancato utilizzo della stabilizzatrice dinamica durante il rinnovo del binario;
- procedure di controllo delle non conformità non efficacemente applicate;
- assenza di una valutazione di rischio adeguata prima della riattivazione del servizio.

I fattori sistemici che possono aver inciso sul verificarsi dell'evento sono riconducibili a:

- mancata percezione, da parte degli operatori coinvolti, dei rischi per la sicurezza associati alle non ottemperanze alle disposizioni regolamentari.

5.2. Misure adottate dopo l'evento

Sono state avviati specifici interventi formativi rivolti sia al personale interessato di RFI sia a quello delle Imprese Appaltatrici, con verifica della efficacia, focalizzati su:

- verifiche della corretta esecuzione delle lavorazioni;
- norme e procedure in merito alle riduzioni di velocità e sui provvedimenti da adottare;
- condizioni di sicurezza necessarie alla ripresa della circolazione.

5.3. Osservazioni aggiuntive

Non rilevante ai fini dell'indagine.

6. Raccomandazioni in materia di sicurezza

Raccomandazione n. IT-10576-01

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali di adoperarsi affinché il gestore dell'infrastruttura Rete Ferroviaria Italiana introduca nelle sue procedure di riattivazione, a seguito di lavori all'infrastruttura, l'obbligo di comprovare attraverso evidenze oggettive l'idoneità dell'infrastruttura a essere rimessa in esercizio alle condizioni prescritte.

Raccomandazione n. IT-10576-02

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali di adoperarsi affinché il gestore dell'infrastruttura Rete Ferroviaria Italiana introduca l'obbligo della verifica sistematica che siano state fornite le evidenze di cui alla raccomandazione precedente relative all'idoneità dell'infrastruttura a essere rimessa in esercizio alle condizioni prescritte.

Raccomandazione n. IT-10576-03

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali di adoperarsi affinché i Gestori dell'infrastruttura e le Imprese Ferroviarie verifichino che le limitazioni previste in caso di riattivazione del binario a seguito di lavori, garantiscano la sicurezza della circolazione anche dei carri bi-modulo con attacco rigido fra i moduli come quello sviato nell'incidente in oggetto.

Raccomandazione n. IT-10576-04

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali di adoperarsi affinché il gestore dell'infrastruttura RFI attivi azioni di formazione permanenti e ricorrenti degli operatori coinvolti (o ne valuti l'efficacia, qualora già in essere), incentrate sull'imprescindibilità, ai fini della sicurezza, della piena ottemperanza alle disposizioni regolamentari, soprattutto con riferimento alle procedure da adottare in caso di ripristino della circolazione dopo lavori di risanamento della linea. Valuti l'Agenzia l'opportunità di estendere la raccomandazione ad altri gestori.

Prof. Ing. Ph.D. **Ciro Attaianese**

Ing. **Wolmer Zanella**