



*Ministero delle infrastrutture e dei trasporti*

## **RELAZIONE DI INDAGINE**

**SVIO DEL TRENO N. 9311 DI TRENITALIA PRESSO  
ROMA PRENESTINA, SULLA LINEA AC/AV ROMA - NAPOLI  
AVVENUTO IN DATA 03/06/2022  
(IDENTIFICATIVO ERAIL: IT-10270)**

06/11/2023

## **Premessa**

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

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

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

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

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

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

Questo documento è disponibile su [digifema.mit.gov.it](https://digifema.mit.gov.it)

## Indice

<b>Sigle e Acronimi</b> .....	5
<b>1. Sintesi</b> .....	6
<b>2. Indagine e relativo contesto</b> .....	7
2.1. Decisione di avviare l’indagine .....	7
2.2. Motivazione della decisione di avviare l’indagine .....	7
2.3. Portata e limiti dell’indagine .....	7
2.4. Capacità tecniche e funzionali della squadra investigativa .....	7
2.5. Comunicazione e consultazione con persone o enti coinvolti.....	7
2.6. Livello di cooperazione offerto dai soggetti coinvolti .....	8
2.7. Metodi e tecniche di indagine.....	8
2.8. Difficoltà e problematiche riscontrate nel corso dell’indagine .....	8
2.9. Interazioni con le autorità giudiziarie.....	8
2.10. Altre informazioni .....	8
<b>3. Descrizione dell’evento</b> .....	9
3.1. Informazioni sull’evento e sul contesto.....	9
3.1.1. Descrizione e tipologia dell’evento .....	9
3.1.2. Data, ora e luogo dell’evento .....	9
3.1.3. Descrizione del luogo dell’evento, condizioni metereologiche e geografiche, eventuali lavori in corso .....	9
3.1.4. Decessi, lesioni e danni materiali .....	9
3.1.5. Altre conseguenze.....	9
3.1.6. Persone e soggetti coinvolti .....	9
3.1.7. Materiale rotabile .....	9
3.1.8. Infrastruttura e sistema di segnalamento .....	10
3.2. Descrizione oggettiva degli avvenimenti .....	10
3.2.1. Catena di avvenimenti che hanno determinato l’evento .....	10
3.2.2. Catena di avvenimenti a partire dal verificarsi dell’evento .....	11
<b>4. Analisi dell’evento</b> .....	12
4.1. Ruoli e mansioni.....	12
4.1.1. Impresa ferroviaria e/o gestore dell’infrastruttura .....	12
4.1.2. Soggetto responsabile della manutenzione .....	12
4.1.3. Fabbrikante o fornitore di materiale rotabile .....	12
4.1.4. Autorità nazionali e/o Agenzia dell’Unione Europea per le ferrovie .....	12
4.1.5. Organismi notificati .....	12
4.1.6. Organismi certificati .....	12
4.1.7. Altra persona o soggetto interessato dall’evento .....	12

4.2. Materiale rotabile e impianti tecnici .....	12
4.2.1. Fattori imputabili alla progettazione .....	12
4.2.2. Fattori imputabili all’installazione e messa in servizio .....	12
4.2.3. Fattori riconducibili a fabbricanti o fornitori .....	12
4.2.4. Fattori imputabili alla manutenzione o modifica del materiale rotabile o degli impianti tecnici.....	13
4.2.5. Fattori riconducibili al Soggetto Responsabile della Manutenzione .....	14
4.2.6. Altri fattori .....	16
4.3. Fattori umani .....	16
4.3.1. Caratteristiche umane e individuali .....	16
4.3.2. Fattori legati al lavoro.....	17
4.3.3. Fattori e incarichi organizzativi .....	17
4.3.4. Fattori ambientali.....	17
4.4. Meccanismi di feedback e controllo.....	17
4.4.1. Quadro normativo .....	17
4.4.2. Valutazione del rischio e monitoraggio .....	17
4.5. Eventi precedenti di carattere analogo .....	18
<b>5. Conclusioni.....</b>	<b>19</b>
5.1. Sintesi dell’analisi e conclusioni in merito alle cause dell’evento .....	19
5.2. Misure adottate dopo l’evento .....	19
5.3. Osservazioni aggiuntive .....	19
<b>6. Raccomandazioni in materia di sicurezza .....</b>	<b>20</b>

## ***Sigle e Acronimi***

AC/AV	Alta capacità / Alta Velocità
AdC	Agente di Condotta
ANSFISA	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali
ANSF	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie
AV	Alta Velocità
CT	Capo Treno
CST	Capo Scorta Treno
DCO	Dirigenza Centrale Operativa
DiGIFeMa	Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie e Marittime
ETR	Elettro Treno Rapido
FR9311	Freccia Rossa 9311
FV	Fabbricato Viaggiatori
GI	Gestore dell'Infrastruttura
IF	Impresa Ferroviaria
LRS	Lunga Rotaia Saldata
MTR	Misuratore Temperatura Rotaia
NEV	Numero Europeo del Veicolo
PEC	Posta elettronica certificata
PM	Posto di Movimento
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
SCMT	Sistema Controllo Marcia Treno
SIGE	Sistema Gestione Eventi incidentali nei settori ferroviario e marittimo
SIM	Sistema Informativo della Manutenzione
SO	Sala Operativa
UE	Unione Europea
VVF	Vigili del Fuoco

## ***1. Sintesi***

Il giorno 3 giugno 2022, alle ore 14:00 circa, il treno FR9311 di Trenitalia, effettuato con convoglio ETR500-006 e con a bordo 219 viaggiatori, dopo aver transitato la stazione di Roma Prenestina, sviava in corrispondenza del deviatoio 3A, al km 4+808, per poi arrestarsi all'interno della galleria Serenissima della linea AC/AV Roma - Napoli, a causa dello slineamento di un tratto di serraglia del ramo deviato della comunicazione 3A-3B durante il transito sul corretto tracciato del treno FR9311, cui ha fatto seguito un'anomala sollecitazione, trasversale e longitudinale, trasmessa all'adiacente binario di corretto tracciato, sul quale era in transito il treno stesso. Slineamento causato dalla mancata regolazione termica dei tratti di binario che precedono e seguono, in deviata e corretto tracciato, il deviatoio 3A in combinazione con la mancata attuazione dei provvedimenti previsti dalla normativa di riferimento per i binari in attesa di regolazione.

La relazione si conclude con le seguenti raccomandazioni di sicurezza, indirizzate all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali.

### Raccomandazione n. IT-10270-1

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di sollecitare i gestori delle infrastrutture ferroviarie a intraprendere attività di analisi, studio e ricerca, per quanto di pertinenza, tese all'approfondimento di tutte le situazioni in cui la singolarità della configurazione della rete può rendere atipiche le dinamiche connesse alle sollecitazioni termiche, al fine di verificare l'adeguatezza delle modalità operative per la costituzione ed il controllo del binario in lunga rotaia saldata implementate nel proprio contesto operativo attivando le opportune modifiche qualora necessarie.

### Raccomandazione n. IT-10270-2

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di sollecitare i gestori delle infrastrutture ferroviarie a individuare le sezioni della rete, identificabili come configurazioni singolari ai fini delle dinamiche connesse alle sollecitazioni termiche, per le quali, anche a seguito dei risultati delle analisi, degli studi e delle ricerche di cui alla Raccomandazione 1, è necessario definire azioni preventive specifiche atte a garantire condizioni di funzionamento sicuro dell'infrastruttura.

### Raccomandazione n. IT-10270-3

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di sollecitare i gestori delle infrastrutture ferroviarie ad attivare attività di formazione per la corretta esecuzione dei compiti rivolto al personale interessato, in merito alle procedure e alle istruzioni operative inerenti alla costituzione e controllo del binario in lunga rotaia saldata con particolare riferimento alle registrazioni e alle azioni da intraprendere in caso di rilevazione di non conformità.

### Raccomandazione n. IT-10270-4

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di sollecitare i gestori delle infrastrutture ferroviarie ad attivare controlli e a definire le necessarie azioni a seguito della rilevazione di non conformità tali da prevenire gli eventi potenzialmente pericolosi definendo le tempistiche massime di intervento ammesse o gli stati limite ammessi e le misure di mitigazione da attivare per la gestione del transitorio.

### Raccomandazione n. IT-10270-5

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di riproporre tali raccomandazioni nelle opportune sedi internazionali.

## 2. Indagine e relativo contesto

### 2.1. Decisione di avviare l'indagine

Visti i Primi Rapporti Informativi (acquisiti in banca dati SIGE con n. RF20220603.1124 del 03/06/2022 e n. RF20220606.1135 del 06/06/2022) trasmessi dal gestore dell'infrastruttura RFI e dall'impresa ferroviaria Trenitalia, con i quali si comunicava l'incidente avvenuto in data 03/06/2022 relativo allo svio del treno FR9311 di Trenitalia presso Roma Prenestina sulla linea AC/AV Roma - Napoli che ha causato considerevoli danni all'infrastruttura ferroviaria e al materiale rotabile, l'Organismo Investigativo ha ritenuto necessario avviare un'indagine di sicurezza nominando, con decreto n. 2255 del 16/09/2022, una Commissione d'indagine per accertare le cause dell'incidente.

### 2.2. Motivazione della decisione di avviare l'indagine

A seguito dell'analisi della Relazione Informativa trasmessa dal gestore dell'infrastruttura RFI ed acquisita in banca dati SIGE in data 03/06/2022, con il dettaglio delle informazioni relative al suddetto evento, ed in considerazione degli ingenti danni stimati nell'immediatezza in oltre 2.000.000 di euro, è stato deciso di procedere allo svolgimento dell'investigazione di sicurezza, ai sensi del comma 1 dell'articolo 21 del Decreto Legislativo n. 50/2019.

### 2.3. Portata e limiti dell'indagine

Come già riportato in premessa, l'attività della DiGIFeMa ha come obiettivo la prevenzione di incidenti e inconvenienti futuri. L'indagine ha lo scopo di individuare i fattori causali e concausali che hanno generato l'evento, si conclude con le raccomandazioni di sicurezza destinate agli operatori del settore ed è condotta in modo indipendente dall'inchiesta dell'Autorità Giudiziaria. La relazione, che non può essere utilizzata per attribuire colpe o responsabilità per quanto accaduto, è limitata al seguente evento (come riportato nel Decreto d'incarico): *Accertamento delle cause dell'incidente avvenuto il 03/06/2022, consistente nello svio del treno n. 9311 di Trenitalia presso Roma Prenestina, sulla linea AC/AV Roma-Napoli che ha causato considerevoli danni all'infrastruttura ferroviaria e al materiale rotabile.*

### 2.4. Capacità tecniche e funzionali della squadra investigativa

Previa verifica dei requisiti di indipendenza dalle parti coinvolte e di assenza di conflitti di interesse o di incompatibilità, l'incarico è stato affidato (con decreto n. 2255/2022) all'ing. Massimiliano Chiatti e al prof. Stefano Ricci, entrambi in possesso di competenze adeguate allo svolgimento dell'investigazione di sicurezza sull'incidente di cui trattasi e iscritti nell'elenco degli esperti che possono essere nominati investigatori dalla DiGIFeMa.

### 2.5. Comunicazione e consultazione con persone o enti coinvolti

Nello svolgimento del proprio mandato, gli investigatori incaricati si sono interfacciati con:

- Operatore ferroviario Trenitalia, in particolare con la Direzione Tecnica, che ha predisposto e fornito agli investigatori la Relazione di Indagine interna e con il personale dell'impianto di Roma San Lorenzo, che ha organizzato ed accompagnato gli investigatori durante il sopralluogo al materiale rotabile incidentato in data 21/09/2022.
- Gestore di infrastruttura Rete Ferroviaria Italiana, in particolare con la Struttura Organizzativa Sistema Integrato Gestione Sicurezza - Sicurezza di Rete e Qualità, che ha predisposto e fornito agli investigatori la Relazione di Indagine interna.

Le comunicazioni si sono svolte principalmente via e-mail e PEC e hanno riguardato l'acquisizione di documentazione e l'organizzazione del sopralluogo presso l'impianto di Roma San Lorenzo.

In data 05/09/2023 (con lettera di trasmissione prot. n. 2994) la DiGIFeMa ha sottoposto il Progetto di relazione finale d'indagine, predisposto dallo scrivente, alle parti coinvolte (ANSFISA, RFI e Trenitalia). I commenti e le osservazioni in merito sono state inviate alla DiGIFeMa in data 20/10/2023 (prot. 3439) da parte di ANSFISA e in data 27/10/2023 (prot. 3515) da parte di RFI.

Da parte di Trenitalia non sono pervenuti commenti al Progetto di relazione.

In data 20/10/2023 e 27/10/2023 si sono altresì tenute, in modalità telematica, due riunioni, rispettivamente con i rappresentanti di ANSFISA e di RFI, per discutere ed approfondire l'analisi svolta dall'investigatore e le raccomandazioni di sicurezza proposte. Il presente documento tiene conto anche di quanto indicato nei commenti trasmessi dagli Enti e di quanto emerso nel corso delle riunioni sopra citate.

## 2.6. Livello di cooperazione offerto dai soggetti coinvolti

I soggetti coinvolti, a qualsiasi titolo, hanno sempre offerto un livello di cooperazione improntato a pronta e fattiva collaborazione, rispondendo alle richieste degli investigatori tempestivamente e senza reticenze.

## 2.7. Metodi e tecniche di indagine

Le indagini si sono svolte sulla base della documentazione fornita da Rete Ferroviaria Italiana e Trenitalia, incluse le Relazioni di Indagine interne, e di uno specifico sopralluogo effettuato sul materiale rotabile incidentato, custodito presso l'impianto di Roma San Lorenzo in data 21/09/2022.

Rete Ferroviaria Italiana ha messo a disposizione degli investigatori una ricca documentazione sull'evento in data 09/07/2022 e ha successivamente trasmesso la Relazione di Indagine interna in data 02/12/2022.

Trenitalia ha messo a disposizione degli investigatori una ricca documentazione sull'evento in data 19/07/2022 e ha successivamente trasmesso la Relazione di Indagine interna in data 09/08/2022.

Sulla base della succitata documentazione, l'indagine ha esplorato in primo luogo come possibili cause del deragliamento la non corretta geometria del binario preesistente al passaggio del treno, lo slineamento del binario percorso dal treno verificatosi durante il passaggio del treno e un anomalo funzionamento dei componenti di sicurezza del treno ETR500-006 e in particolare del locomotore E404-656 deragliato. Le possibili cause sono state analizzate con riferimento a possibili anomalie presenti o manifestatesi nel tratto di infrastruttura che precede e segue il punto di svio.

Altre ipotesi relative a possibili cause esterne, di origine naturale o umana, sono state escluse in quanto non supportate da nessuno degli elementi acquisiti.

## 2.8. Difficoltà e problematiche riscontrate nel corso dell'indagine

Nessuna in particolare.

## 2.9. Interazioni con le autorità giudiziarie

Le interazioni sono avvenute con la Procura della Repubblica di Roma e si sono limitate:

- Ad una richiesta di accesso ai luoghi dell'incidente e al materiale rotabile incidentato, accolta in data 10/06/2022,
- ad una richiesta di accesso a documentazione acquisita agli atti dall'autorità giudiziaria, parzialmente accolta in data 27/09/2022.

## 2.10. Altre informazioni

Non pertinente ai fini della presente indagine.



### 3. Descrizione dell'evento

#### 3.1. Informazioni sull'evento e sul contesto

##### 3.1.1. Descrizione e tipologia dell'evento

Il treno FR9311 di Trenitalia, effettuato con convoglio ETR500-006, partito da Torino Porta Nuova e diretto a Napoli Centrale, il giorno 03/06/2022, alle ore 14:00 circa, dopo aver transitato la stazione di Roma Prenestina e prima dell'ingresso della galleria Serenissima, in corrispondenza della punta scambi del deviatoio 3A al km 4+808, sviava con il carrello 1 della locomotiva di coda E404-656. Il treno FR9311, dopo aver urtato i pali della trazione elettrica, gli impianti tecnici e la parete della galleria posti alla sinistra del binario, si è arrestato all'interno della galleria Serenissima provocando gravi danni all'infrastruttura ferroviaria e al materiale rotabile stesso.

##### 3.1.2. Data, ora e luogo dell'evento

L'evento è avvenuto il giorno 03/06/2022, alle ore 14.00 circa, sulla linea AC/AV Roma-Napoli, alla progressiva km 4+808.

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

Le condizioni metereologiche al momento dell'evento erano buone: cielo sereno, assenza di fenomeni metereologici rilevanti e buona visibilità. Secondo quanto riportato nella relazione di indagine redatta dal personale del gestore dell'infrastruttura la temperatura ambiente era di 35° circa, l'umidità relativa del 36% circa e la ventilazione non risulta registrata. La temperatura delle rotaie, invece, era pari a circa 46°, tale valore è stato misurato nel luogo dell'incidente subito dopo il deragliamento ed è confermato dal valore registrato dalla sonda MTR n° 59 ubicata alla progressiva km 1+950 a circa 1 km di distanza dal luogo dell'incidente. Nel luogo in cui si è verificato l'evento o nelle sue vicinanze non erano in corso lavori, mentre il tratto di binario sul quale il treno è deragliato era stato oggetto di lavori di livellamento eseguiti nella notte tra 31/05/2022 e 01/06/2022.

##### 3.1.4. Decessi, lesioni e danni materiali

Non si sono registrati decessi, né ferimenti gravi.

I danni al materiale rotabile sono stati quantificati da Trenitalia in circa 4,2 milioni di euro.

I danni all'infrastruttura sono stati valutati da RFI pari a circa 1,2 milioni di euro.

##### 3.1.5. Altre conseguenze

L'incidente ha prodotto un ritardo cumulato per i treni AV pari a circa 42 giorni complessivi, la deviazione di 622 treni e la soppressione di 72 treni. Ulteriori ritardi, deviazioni e soppressioni hanno interessato treni Intercity e regionali.

Dal giorno dell'incidente fino al pomeriggio del 05/06/2022 il tratto di infrastruttura ferroviaria coinvolta è stato posto sotto sequestro dall'Autorità Giudiziaria. Una parte del deviatoio 3A è stato quindi tolto d'opera e consegnato all'Autorità Giudiziaria stessa. Il tratto di infrastruttura occupato dal convoglio deragliato è stato liberato alle ore 20:30 circa del 06/06/2022 e la riattivazione della linea AC/AV Roma-Napoli è avvenuta alle ore 14:30 del 07/06/2022. Il Carro Soccorso è stato impegnato in più fasi dal 05/06/2022 al 11/06/2022. La locomotiva E404-656 è stata trasferita in manovra dapprima a PM Salone, quindi a Roma Termini e successivamente a Roma San Lorenzo.

##### 3.1.6. Persone e soggetti coinvolti

Nell'evento sono stati coinvolti il personale di bordo del treno FR9311, costituito dall'Agente di Condotta, dal Capo Treno e dal Capo Scorta Treno.

##### 3.1.7. Materiale rotabile

Il treno FR9311 del 03/06/2022 era composto come di seguito riportato nel senso di marcia:

- Locomotiva E404-655 NEV 938374046556 (testa treno)
- Carrozza 11 - C299042 NEV 908352990422
- Carrozza 10 - C299041 NEV 908352990414
- Carrozza 09 - C299040 NEV 908352990406
- Carrozza 08 - C299039 NEV 908352990398
- Carrozza 07 - C299038 NEV 908352990380
- Carrozza 06 - C299037 NEV 908352990372
- Carrozza 05 - C889016 NEV 908358890162
- Carrozza 04 - C199055 NEV 908351990555
- Carrozza 03 - C899026 NEV 908358990269
- Carrozza 02 - C199051 NEV 908351990514
- Carrozza 01 - C299004 NEV 908352990042
- Locomotiva E404-656 NEV 938374046564 (coda treno).

### 3.1.8. Infrastruttura e sistema di segnalamento

La tratta interessata dall'incidente, facente parte della linea Roma Prenestina - PM Casoria, è a doppio binario, è esercita con blocco elettrico automatico a correnti codificate atto a consentire la ripetizione continua in macchina dei segnali e delle condizioni della via ed è dotata di SCMT.

Sono stati interessati dall'evento anche i deviatori delle comunicazioni 3A-3B, in corrispondenza della quale si è verificato lo slineamento, e 1A-1B la quale è stata danneggiata a seguito dello svio.

## 3.2. Descrizione oggettiva degli avvenimenti

### 3.2.1. Catena di avvenimenti che hanno determinato l'evento

Il treno FR9311 del 03/06/2022 effettuato con convoglio ETR500-006 e con a bordo 219 viaggiatori, proveniva da Torino Porta Nuova ed era appena ripartito da Roma Termini con destinazione Napoli Centrale. Alle ore 14.00 circa, al km 4+808, dopo aver transitato la stazione di Roma Prenestina e prima dell'ingresso della galleria Serenissima, sviava con il carrello 1 della locomotiva di coda E404-656. Il treno FR9311, dopo aver urtato i pali della trazione elettrica, gli impianti tecnici e la parete della galleria posti alla sinistra del binario, si è arrestato all'interno della galleria provocando gravi danni all'infrastruttura ferroviaria e al materiale rotabile stesso.

La catena degli avvenimenti che ha generato l'evento prende origine dalla mancata regolazione termica dei tratti di binario che precedono e seguono, in deviata e corretto tracciato, il deviatoio 3A percorso dal treno FR9311 in combinazione con la mancata attuazione dei provvedimenti previsti dalla normativa di riferimento per i binari in attesa di regolazione, da attuarsi quando la differenza tra temperatura della rotaia e temperatura di posa della stessa (distorsione termica) raggiunge e supera i valori di soglia individuati dalla norma stessa. A seguito di questo, si è generato lo slineamento di un tratto di serraglia del ramo deviato del deviatoio 3A, parte della comunicazione 3A-3B, durante il transito sul corretto tracciato del treno FR9311 con conseguente anomala sollecitazione, trasversale e longitudinale, trasmessa all'adiacente binario di corretto tracciato, fenomeno favorito dalla presenza di una zona con piano di appoggio delle traverse non conforme ubicata in corrispondenza del deviatoio 3A che riduceva il valore della resistenza di attrito tra traverse e massicciata. Infatti, il tratto di binario sul quale il treno ETR500-006 è deragliato, subito dopo l'incidente, si presentava deformato vistosamente con la classica deformata a forma di 'S' che contraddistingue il fenomeno dell'instabilità dell'equilibrio elastico. In tali condizioni si presentava sia il tratto di binario di corretto tracciato percorso dal treno, sia un tratto del ramo deviato relativo alla comunicazione 3A-3B.

Sulla base di quanto in precedenza descritto, il tratto iniziale della serraglia sul ramo deviato della comunicazione 3A-3B si ritiene possa essere stato interessato da un fenomeno di instabilità innescatosi in precedenza dell'evento e completatosi durante il transito del treno FR9311 con uno sbandamento laterale e una sollecitazione di tipo impulsivo, che ha prodotto una spinta trasversale sul treno in transito e un'anomala oscillazione degli ultimi rotabili del treno con il conseguente deragliamento della locomotiva di coda E404-656 in corrispondenza della punta scambi del deviatoio 3A.

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

Dopo l'arresto del treno l'Agente di Condotta provvedeva a comunicare l'accaduto al Dirigente Centrale Operativo, alla Sala Operativa e ad attivare la chiamata di emergenza per interrompere la circolazione dei treni nel tratto interessato.

Successivamente allo svio, i viaggiatori a bordo delle carrozze 1, 2, 3, 4, e 5 sono stati fatti spostare verso la carrozza 11 di testa. Sulla base dell'applicativo *Bordo Treno* di Trenitalia erano presenti a bordo circa 220 viaggiatori, nessuno dei quali con mobilità ridotta, nessuno dei quali si è infortunato o ferito o ha manifestato malori o stati di agitazione.

#### *3.2.2.1. Misure adottate a protezione del luogo dell'evento*

La circolazione dei treni è stata interrotta su entrambi i binari ed il tratto di infrastruttura coinvolto dall'incidente è stato posto sotto sequestro dall'Autorità Giudiziaria; la stessa è stata dissequestrata nel pomeriggio del 05/06/2022, fatta eccezione per una parte del deviatoio 3A che è stato tolto dall'opera e consegnata all'Autorità Giudiziaria stessa. I treni in circolazione in quel tratto di linea sono stati deviati via Formia e via Cassino.

Il tratto di infrastruttura occupato dal convoglio deragliato è stato liberato alle ore 20:30 circa del 06/06/2022 e la riattivazione della linea AC/AV Roma – Napoli è avvenuta alle ore 14:30 del 07/06/2022.

#### *3.2.2.2. Servizi di soccorso e di emergenza*

In attesa dell'intervento dei Vigili del Fuoco e delle Forze di Polizia, veniva data assistenza ai viaggiatori, fornendo acqua e generi di conforto.

Le attività di soccorso e assistenza ai viaggiatori sono iniziate alle ore 15 circa. I tecnici di RFI e i VVF arrivati sul posto e dopo aver verificato le necessarie condizioni di sicurezza hanno consentito la discesa dei viaggiatori dal treno.

I viaggiatori sono stati accompagnati verso la stazione di Roma Togliatti, da dove, con bus e taxi, hanno potuto raggiungere la stazione di Roma Termini.

## **4. Analisi dell'evento**

### **4.1. Ruoli e mansioni**

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

#### *4.1.1. Impresa ferroviaria e/o gestore dell'infrastruttura*

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

- Impresa Ferroviaria: Trenitalia
  - Agente di Condotta (AdC) del treno FR9311;
  - Capo Treno (CT) del treno FR9311;
  - Capo Scorta Treno (CST) del treno FR9311;
  - Sala Operativa (SO) di Trenitalia,
- Gestore Infrastruttura: RFI
  - Dirigenza Centrale Operativa (DCO) di RFI;
  - Sala Operativa di RFI;
  - Personale del Carro Soccorso intervenuto per lo sgombero della linea;
  - Strutture RFI responsabile della manutenzione dell'infrastruttura sul tratto coinvolto dall'evento.

#### *4.1.2. Soggetto responsabile della manutenzione*

Il GI è anche il Soggetto Responsabile della Manutenzione dell'infrastruttura.

L'IF Trenitalia è anche il Soggetto Responsabile della Manutenzione del materiale rotabile e delle locomotive.

#### *4.1.3. Fabbricante o fornitore di materiale rotabile*

Non pertinente ai fini della presente indagine.

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

Non pertinente ai fini della presente indagine.

#### *4.1.5. Organismi notificati*

Non pertinente ai fini della presente indagine.

#### *4.1.6. Organismi certificati*

Non pertinente ai fini della presente indagine.

#### *4.1.7. Altra persona o soggetto interessato dall'evento*

Non pertinente ai fini della presente indagine.

### **4.2. Materiale rotabile e impianti tecnici**

#### *4.2.1. Fattori imputabili alla progettazione*

Non si riscontrano fattori imputabili alla progettazione.

#### *4.2.2. Fattori imputabili all'installazione e messa in servizio*

Non si riscontrano fattori imputabili all'installazione e messa in servizio.

#### *4.2.3. Fattori riconducibili a fabbricanti o fornitori*

Non si riscontrano fattori imputabili a fabbricanti o fornitori.

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

Non si riscontrano fattori imputabili alla manutenzione dell'impianto rotabile. Infatti, l'ipotesi di un difetto ad un componente di sicurezza del materiale rotabile, di per sé poco probabile, è stata completamente scartata a seguito delle risultanze dei rilievi, visivi e strumentali, che non hanno palesato la presenza di difetti ai componenti di sicurezza del materiale rotabile. I danni subiti dalla locomotiva E404-656 rilevati dagli investigatori anche durante il sopralluogo effettuato il 21/09/2022 (Figure 1 e 2) sono compatibili con le conseguenze dell'urto del rotabile con le strutture della galleria Serenissima a seguito dello svio.



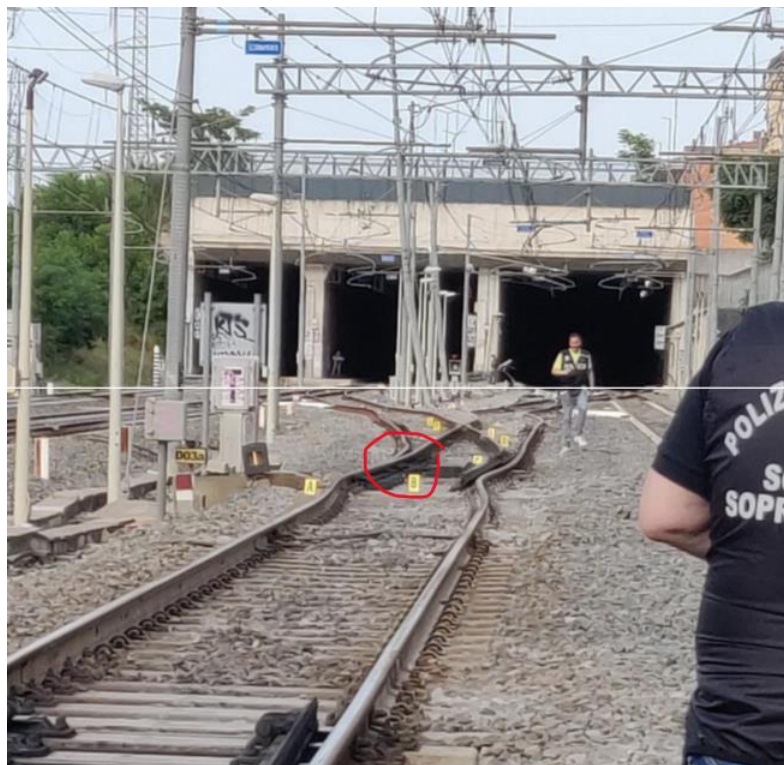
*Figura 1: danni riportati dalla fiancata della locomotiva E404-656 a seguito dell'urto con le strutture della galleria Serenissima (fonte DiGIFeMa)*



*Figura 2: danni riportati dalla cabina della locomotiva E404-656 a seguito dell'urto con le strutture della galleria Serenissima (fonte DiGIFeMa)*

#### *4.2.5. Fattori riconducibili al Soggetto Responsabile della Manutenzione*

Il tratto di binario sul quale il locomotore ETR500-006 è deragliato dopo l'incidente si presentava deformato vistosamente secondo la forma di una 'S', che contraddistingue il fenomeno dell'instabilità dell'equilibrio elastico. Tale situazione riguardava un tratto di binario di corretto tracciato percorso dal treno ma anche un tratto del ramo deviato relativo alla comunicazione 3A-3B, sulla quale è avvenuto lo svio (area evidenziata in rosso in Figura 3).



*Figura 3: tratto di binario vistosamente deformato, sul quale è avvenuto lo svio (elaborazione da fonte RFI)*

I punti di sormonto del bordino della sala montata sul binario sono evidenziati in rosso in Figura 4, mentre in Figura 5 è riportato in planimetria schematica il tratto di binario percorso dal treno prima di arrestarsi all' interno della galleria Serenissima a causa del deragliamento del locomotore di coda.



Figura 4: punti di sormonto del bordino della sala montata del locomotore di coda (elaborazione da fonte RFI)

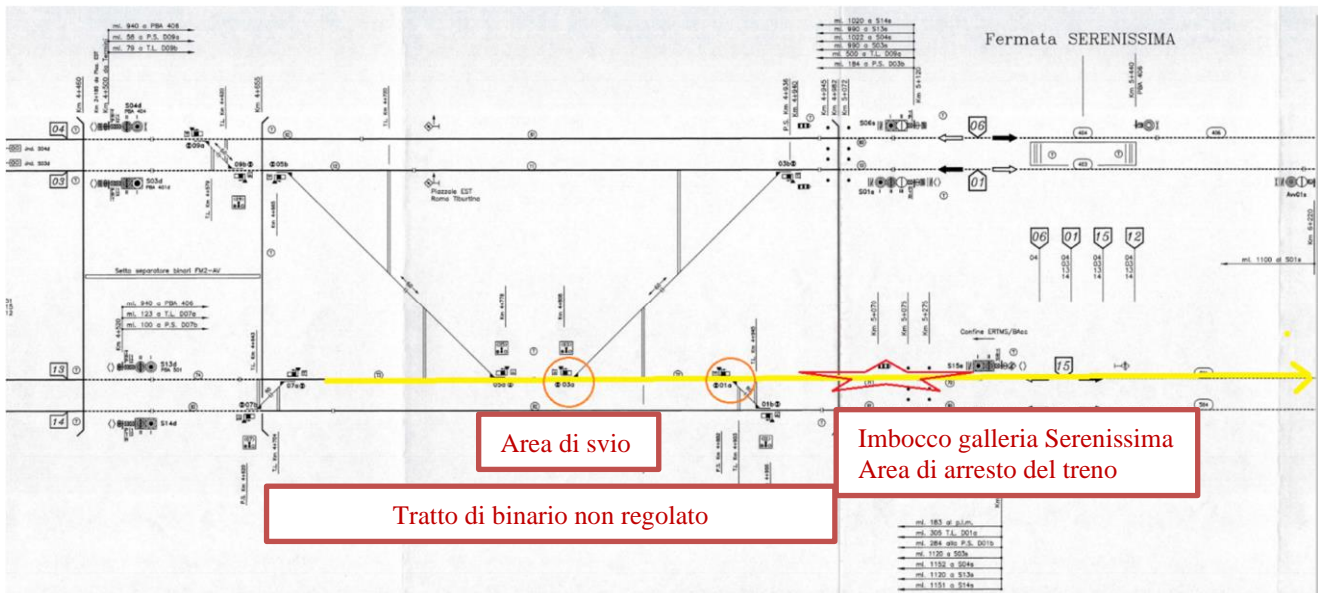


Figura 5: identificazione planimetrica schematica dell'area di svio, dell'area di arresto del treno e del tratto di binario non regolato, lungo il quale si sono generate le deformazioni che hanno portato allo svio (elaborazione da fonte RFI)

L'area di svio ricade nella parte centrale di un binario in Lunga Rotaia Saldata (LRS) e comprende una sequenza di 4 deviatori di raggio 400 m e tratti di binario interposti di lunghezza ridotta (serraglie), variabile tra 6 m e 180 m, delimitati dalla galleria Prenestina (lato Roma) e dalla galleria Serenissima

(lato Napoli).

Deviatoi e serraglie sono considerati punti singolari, ossia elementi geometrici che necessitano di specifiche modalità di regolazione, fra le quali, per serraglie di determinate lunghezze, la regolazione a temperatura naturale (saldature di unione tra serraglie e deviatoi da effettuarsi a temperatura di 30°).

La dinamica dell'evento e lo stato dei luoghi rilevato dopo il medesimo sono compatibili con un'esecuzione non corretta o del tutto assente delle necessarie attività di regolazione.

D'altronde, dalla relazione interna di Rete Ferroviaria Italiana emergono diverse non conformità relative proprio a tali attività di regolazione:

- mancata esecuzione e riprogrammazione della regolazione termica dei tratti di binario suindicati a seguito della posa dei deviatoi; in particolare, si evidenzia che le temperature di posa dei vari tratti di binario che confluiscono sul deviatoio 3A sono di circa 9° per il ramo deviato e di circa 10,5° e 17° per i due rami di corretto tracciato;
- assenza di registrazione nel Sistema aziendale SIM InRete2000 del tratto di LRS compreso tra il km 4+256 (asse FV Roma Prenestina) e il km 4+967;
- mancata attuazione dei provvedimenti previsti dalla procedura *RFI TC AR IT AR 01 008 C - Costituzione e controllo della LRS* relativi alla regolazione di un tratto di binario inserito in LRS; in particolare quando il valore della distorsione termica agente su un binario raggiunge e supera i valori di soglia previsti per binari non soggetti (30°) e soggetti (22°) a lavorazioni;
- mancata attuazione delle cautele previste per l'esecuzione degli interventi al binario nei periodi in cui si prevede un aumento delle temperature in grado da produrre distorsioni termiche che raggiungono e superano i valori di soglia;
- mancata individuazione e posizionamento dei previsti traguardi di controllo della LRS;
- mancata esecuzione o programmazione di azioni correttive in merito alle cause del fenomeno che generava in maniera ricorrente difetti di livello longitudinale nelle zone con piano di appoggio delle traverse non conformi;
- assenza di esecuzione e programmazione di interventi diversi dal livellamento binario per eliminazione dei sistematici difetti segnalati seguito del passaggio del treno diagnostico.

A causa della mancata regolazione e del supero dei valori limiti di temperatura indicati dalla norma, la serraglia del ramo deviato della comunicazione 3A-3B è divenuta l'elemento più vulnerabile rispetto ad un fenomeno di instabilità in quanto i tratti di binario che la precedono e la seguono sono le zone del cuore dei deviatoi 3A e 3B, tratti che poggiano su traversoni in Cemento Armato Precompresso, di larghezza e resistenza di attrito più che doppi. La lunghezza di sbandamento del tratto di serraglia del ramo deviato si può ipotizzare dalle foto di lunghezza pari a circa 10 m e il tratto disallineato è sul lato del deviatoio 3A, in quanto il fenomeno è stato innescato dalle vibrazioni prodotte dal treno in transito sul corretto tracciato di tale deviatoio. Il tratto di serraglia lato deviatoio 3B, più distante dal percorso del treno FR9311, è infatti rimasto fermo.

In tale situazione, le sollecitazioni trasversali e longitudinali indotte dallo sbandamento del tratto di serraglia del ramo deviato appaiono essere la causa diretta dello svio. In particolare, la sollecitazione trasversale viene trasmessa al binario di corretto tracciato nella zona del cuore come conseguenza della comunione tra ramo deviato e retto data dai traversoni di appoggio producendo un forte scuotimento del binario con incremento del rapporto tra forze trasversali e verticali, mentre la sollecitazione viene trasmessa fino alla punta degli aghi, generando gli ulteriori difetti di allineamento e scartamento visibili in Figura 1.

#### 4.2.6. Altri fattori

Non si riscontrano altri fattori pertinenti ai fini della presente indagine.

### 4.3. Fattori umani

#### 4.3.1. Caratteristiche umane e individuali

Il fattore umano ha svolto un ruolo determinante nel meccanismo di generazione dell'evento anche



se, come confermato dalla relazione d'indagine di RFI, i lavoratori responsabili della manutenzione della tratta oggetto dello svio risultano in possesso della necessaria formazione e idoneità per svolgere il ruolo che era loro assegnato.

#### 4.3.2. Fattori legati al lavoro

Non si evidenziano particolari elementi di criticità (affaticamento, sovraccarico, stress, altro) dovuti ai turni e agli orari di lavoro dal personale responsabile della manutenzione dell'infrastruttura.

#### 4.3.3. Fattori e incarichi organizzativi

La causa primaria dell'evento stesso è infatti ascrivibile a manchevolezze e trascuratezze nello svolgimento delle attività di manutenzione relative alla regolazione del binario in Lunga Rotaia Saldata sulla base della procedura prevista.

Esse constano prevalentemente di

- mancate misurazioni e registrazioni di dati;
- mancate o incomplete annotazioni e report delle attività svolte e da svolgere;
- svolgimento di attività senza preventiva verifica della sussistenza delle condizioni necessarie al loro svolgimento;
- mancato controllo sul corretto svolgimento delle operazioni.

#### 4.3.4. Fattori ambientali

Non pertinente ai fini della presente indagine.

### 4.4. Meccanismi di feedback e controllo

#### 4.4.1. Quadro normativo

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

- Direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie (rifusione);
- Regolamento Delegato (UE) 2018/762 della Commissione dell'8 marzo 2018 che stabilisce metodi comuni di sicurezza relativi ai requisiti del Sistema di Gestione della Sicurezza a norma della direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio e che abroga i regolamenti della Commissione (UE) n. 1158/2010 e (UE) n. 1169/2010;
- Regolamento Delegato (UE) 2018/761;
- Decreto Legislativo n.50 del 14 maggio 2019, "Attuazione della direttiva 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie";
- Regolamento di Esecuzione (UE) 2020/572 della Commissione del 24 aprile 2020, relativo al formato da seguire nelle relazioni d'indagine su incidenti e inconvenienti ferroviari;
- RCF: "Regolamento per la Circolazione Ferroviaria", Decreto ANSF n. 4/2012 del 9/08/2012, Allegato B;
- "Costituzione e controllo della lunga rotaia saldata (LRS)" – Istruzione tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 C del 12/03/16.

#### 4.4.2. Valutazione del rischio e monitoraggio

La mancata o incompleta applicazione delle procedure operative di Rete Ferroviaria Italiana ha fatto in modo che i meccanismi di controllo alimentati da feedback diagnostici non abbiano funzionato correttamente.

Infatti, il piano di appoggio delle traverse non conforme generava in maniera ricorrente difetti di livello longitudinale; in particolare, il tratto di binario che ha rappresentato percorso di svio è stato oggetto di segnalazioni nei rapporti di visite a piedi, in linea e agli scambi e di interventi di livellamento, l'ultimo dei quali eseguito nel corso della notte tra il 31/05/2022 e il 01/06/2022.

Ciononostante, non sono state eseguita né programmate azioni correttive di intervento sulle cause del fenomeno con l'eliminazione dei sistematici difetti, già rilevati a seguito del passaggio del treno diagnostico (avvisi V3).

Il fallimento dei meccanismi di controllo risulta inoltre connesso con l'assenza di registrazione nel sistema aziendale SIM InRete2000 del tratto di LRS interessato dallo svio (tra il km 4+256 e il km 4+967).

E' pertanto venuta meno l'attuazione dei provvedimenti previsti dalla procedura RFI TC AR IT AR 01 008 C (Costituzione e controllo della LRS), relativi al posizionamento di traguardi di controllo della LRS stessa e alla regolazione del tratto di binario dove il valore della distorsione termica agente su di esso raggiunga i valori di soglia previsti per binari non soggetti (30°) e soggetti (22°) a lavorazioni, nonché all'esecuzione di specifici interventi sul binario nei periodi in cui si prevede un aumento delle temperature in grado da produrre distorsioni al di là dei valori soglia.

#### 4.5. Eventi precedenti di carattere analogo

L'evento scaturito dallo slineamento di un ramo deviato durante il transito di un treno sul corretto tracciato con il conseguente slineamento del ramo di corretto tracciato e svio del treno su esso in transito è estremamente raro e non si rilevano precedenti di carattere analogo nella Banca Dati Pericoli della rete ferroviaria nazionale.

Diversamente, nella suddetta Banca Dati si trovano alcuni eventi di slineamento diretto del binario percorso dal treno in transito a causa della mancata applicazione delle norme in merito alla costituzione e al controllo della Lunga Rotaia Saldata, che non possono, tuttavia, essere considerati eventi del tutto analoghi in quanto scaturiti da meccanismi di innesco e sviluppo sostanzialmente diversi.

## 5. Conclusioni

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

Il tratto finale di infrastruttura sul quale si è sviluppato il percorso finale del treno ha evidenziato una situazione geometrica a seguito dell'evento e una sequenza delle operazioni di manutenzione e delle misurazioni antecedenti l'evento stesso tale da accreditare l'accadimento di un doppio slineamento:

- 1) dapprima del ramo deviato del deviatoio 3A, a partire dal tratto iniziale della serraglia, prodotto, come ultimo stadio di un processo già in atto, dalle vibrazioni prodotte dal transito del treno FR9311;
- 2) quindi del ramo di corretto tracciato del deviatoio, prodotto dal valore dello stato di compressione corrispondente alla distorsione termica fuori soglia, dalla scarsa tenuta della massicciata rimaneggiata dal precedente fenomeno di sbandamento del ramo deviato e dagli urti e sollecitazioni al binario da parte del locomotore in transito.

Il secondo slineamento si è verificato subito a seguire lo scarico del tratto di binario di corretto tracciato appena lasciato alle spalle dal treno e non si sarebbe verificato in caso di rispetto della normativa di riferimento sulla Lunga Rotaia Saldata.

Il conseguente svio è avvenuto in conseguenza del sormonto delle ruote sinistre del carrello 1 della locomotiva E404-656 sull'ago sinistro del succitato deviatoio. La presenza del disallineamento, che si stima aver raggiunto i 150 mm verso sinistra (Figura 3), ha determinato sulle sale del carrello di coda prima l'accostamento a bordino delle ruote di destra e quindi l'insorgenza di una forza laterale da destra verso sinistra, che ha portato a contatto con il bordino le ruote di sinistra e, trovando un angolo di attacco tra ruota sinistra e rotaia anormalmente elevato a causa del disallineamento, ha determinato il sormonto delle ruote sinistre sull'ago di sinistra (Figura 4).

Il fatto che lo svio abbia interessato il solo carrello di coda è probabile conseguenza dell'entità del disallineamento crescente con il transito dei rotabili e della minore guida di questo carrello rispetto a quello di testa dello stesso locomotore e agli altri del convoglio.

### 5.2. Misure adottate dopo l'evento

Non sono state adottate particolari misure a seguito dell'evento da parte del gestore dell'infrastruttura anche se il fenomeno che ha determinato l'incidente, ossia lo slineamento di un ramo deviato durante il transito di un treno sul ramo di corretto tracciato con il conseguente deragliamento e slineamento del ramo di corretto tracciato non è un fenomeno descritto in letteratura, poiché la procedura di RFI di riferimento per la LRS prevede la regolazione e gestione termica dei rami di corretto tracciato e dei rami deviati. Per cui il fenomeno dello slineamento del ramo deviato che si ripercuote sulle condizioni di sicurezza dei treni in transito sul ramo di corretto tracciato è un fenomeno che non può verificarsi se vengono rispettate le regole vigenti in RFI e in particolare quanto previsto e dettagliato dalla norma RFI TC AR IT AR 01 008 C del 12/03/16 – Costituzione e controllo della lunga rotaia saldata (LRS).

In ragione dei fatti descritti, si è ritenuto di raccomandare all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) la sensibilizzazione dei gestori delle infrastrutture ferroviarie: 1) ad approfondire le conoscenze in merito alle situazioni caratterizzate da atipicità morfologiche del piano del ferro tali da favorire l'instaurarsi di dinamiche di sollecitazione termica anomale, 2) a definire appropriate azioni preventive per garantire condizioni di funzionamento sicuro dell'infrastruttura anche in queste condizioni, 3) a sviluppare specifiche iniziative di formazione del personale riguardanti le procedure per la costituzione e il controllo del binario in lunga rotaia saldata, e le azioni da intraprendere in caso di rilevazione di non conformità, 4) a definire, a seguito della rilevazione di tali non conformità, azioni preventive degli eventi potenzialmente pericolosi e misure di mitigazione per gestire le fasi transitorie, 5) a fare in modo che tali sollecitazioni possano trovare opportuna diffusione anche a livello internazionale. Tali raccomandazioni sono dettagliatamente descritte nel seguito (§6).

### 5.3. Osservazioni aggiuntive

Non pertinente ai fini della presente indagine.

## **6. Raccomandazioni in materia di sicurezza**

Lo studio delle documentazioni acquisite, le attività di sopralluogo, l'applicazione dei concetti teorici consolidati ai fatti descritti e ai dati disponibili, la definizione delle cause dirette e indirette e le specifiche valutazioni in termini di generalizzazione e tipizzazione degli eventi oggetto dell'indagine consentono di formulare le raccomandazioni di seguito descritte.

### Raccomandazione n. IT-10270-1

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di sollecitare i gestori delle infrastrutture ferroviarie a intraprendere attività di analisi, studio e ricerca, per quanto di pertinenza, tese all'approfondimento di tutte le situazioni in cui la singolarità della configurazione della rete può rendere atipiche le dinamiche connesse alle sollecitazioni termiche, al fine di verificare l'adeguatezza delle modalità operative per la costituzione ed il controllo del binario in lunga rotaia saldata implementate nel proprio contesto operativo attivando le opportune modifiche qualora necessarie.

### Raccomandazione n. IT-10270-2

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di sollecitare i gestori delle infrastrutture ferroviarie a individuare le sezioni della rete, identificabili come configurazioni singolari ai fini delle dinamiche connesse alle sollecitazioni termiche, per le quali, anche a seguito dei risultati delle analisi, degli studi e delle ricerche di cui alla Raccomandazione 1, è necessario definire azioni preventive specifiche atte a garantire condizioni di funzionamento sicuro dell'infrastruttura.

### Raccomandazione n. IT-10270-3

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di sollecitare i gestori delle infrastrutture ferroviarie ad attivare attività di formazione per la corretta esecuzione dei compiti rivolto al personale interessato, in merito alle procedure e alle istruzioni operative inerenti alla costituzione e controllo del binario in lunga rotaia saldata con particolare riferimento alle registrazioni e alle azioni da intraprendere in caso di rilevazione di non conformità.

### Raccomandazione n. IT-10270-4

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di sollecitare i gestori delle infrastrutture ferroviarie ad attivare controlli e a definire le necessarie azioni a seguito della rilevazione di non conformità tali da prevenire gli eventi potenzialmente pericolosi definendo le tempistiche massime di intervento ammesse o gli stati limite ammessi e le misure di mitigazione da attivare per la gestione del transitorio.

### Raccomandazione n. IT-10270-5

Si raccomanda all'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) di riproporre tali raccomandazioni nelle opportune sedi internazionali.

Prof. Ing. Stefano Ricci