



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Rapporto intermedio

del Servizio d'inchiesta svizzero

sulla sicurezza SISI

sul deragliamento di un treno merci
nella galleria di base del San
Gottardo

del 10 agosto 2023

a Faido (TI)

N. reg. 2023081002

Informazioni generali sul presente rapporto intermedio

Il presente rapporto è stato redatto esclusivamente ai fini della prevenzione di incidenti e quasi incidenti nell'esercizio di ferrovie, impianti a fune e battelli. L'inchiesta di sicurezza e il presente rapporto espressamente non hanno lo scopo di determinare colpe o responsabilità.¹ Se questo rapporto viene utilizzato per scopi diversi dalla prevenzione degli infortuni, si deve tenere in debito conto questo fatto.

Nel presente rapporto, per motivi di tutela della personalità, si utilizza la forma maschile per tutte le persone fisiche e le loro funzioni, indipendentemente dal loro sesso.

La versione di riferimento (originale) del presente rapporto è redatta in lingua tedesca.

¹ Articolo 15 della legge federale sulle ferrovie del 20 dicembre 1957 (Lferr), stato 1° gennaio 2022 (RS 742.101)

1 Fatti

1.1 Dinamica dell'evento

Il 10 agosto 2023 il treno merci 45016, operato da FFS Cargo e composto da due locomotive (BR 185) e 30 carri merci di vario tipo, stava percorrendo la tratta da Chiasso a Basilea. Circa 10 km dopo l'ingresso nel portale sud della galleria di base del San Gottardo – al km ferroviario 47 – un frammento si staccava dalla ruota (Figura 2) del primo assile in direzione di marcia dell'11° carro, seguito a breve distanza da altri frammenti di ruota (figure 3–4). In quella zona l'infrastruttura mostrava lievi danni alle traverse biblocco in cemento armato. Da quel momento in poi l'assile pendeva in diagonale sotto il carro. Il treno merci proseguiva la corsa per altri 4 km circa, senza lasciare tracce rilevanti sull'infrastruttura. Poco prima della stazione multifunzionale di Faido, circa 17 km dopo il portale della galleria, in corrispondenza del km ferroviario 40.4 si staccava un ultimo frammento di ruota. L'assile, sospeso in posizione obliqua sotto il carro, urtava le traverse monoblocco in cemento armato davanti al deviatoio di cambio corsia di Faido, distruggendo tutti i meccanismi di azionamento dello scambio. Il danneggiamento dello scambio provocava il deragliamento e parziale ribaltamento in galleria dei successivi sedici carri merci. Il convoglio si spezzava in due tra il 13° e il 14° carro e alcuni vagoni finivano sul binario deviato (Figura 1).

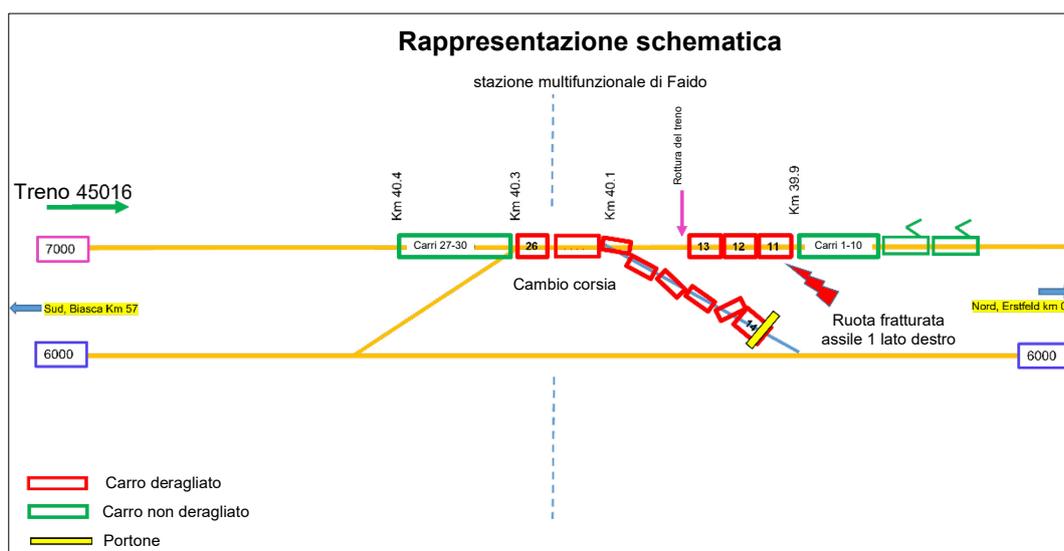


Figura 1: Rappresentazione schematica della posizione dei carri dopo il deragliamento e l'arresto del treno merci.

1.2 Considerazioni generali

Il 15 agosto 2023 il SISl ha informato ufficialmente le aziende direttamente interessate in merito all'apertura di un'inchiesta mediante rapporto preliminare.

Ai sensi dell'articolo 23 paragrafo 1 lettera b della direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 maggio 2016 sulla sicurezza delle ferrovie, in data 17 agosto 2023 il SISl ha provveduto a informare anche l'organo d'inchiesta della Svezia (NIB-SE), quale Stato di immatricolazione del carro deragliato, e l'ERA² in merito all'apertura di un'inchiesta.

1.3 Raccolta delle prove in galleria

Circa 10 km dopo il portale sud (km ferroviario 47) è stato ritrovato un primo frammento di ruota accanto al binario (Figura 2).



Figura 2: Primo frammento staccatosi dalla ruota (foto scattata fuori dalla galleria).

A poca distanza dal punto di ritrovamento del primo frammento sono stati individuati altri frammenti di ruota (Figura 3).



Figura 3: Altro frammento di ruota (foto: in galleria).

L'ultimo frammento è stato rinvenuto poco prima della stazione multifunzionale di Faido (all'incirca al km ferroviario 40.4) (Figura 4).

² ERA: European Union Agency for Railways



Figura 4: Ultimo frammento di ruota (foto: in galleria).

Dopo l'arresto del treno, il carro 11 si trovava all'altezza del km ferroviario 39.9. L'assile 1 (Figura 5) del suddetto carro era ancora sospeso in posizione obliqua sotto di esso.

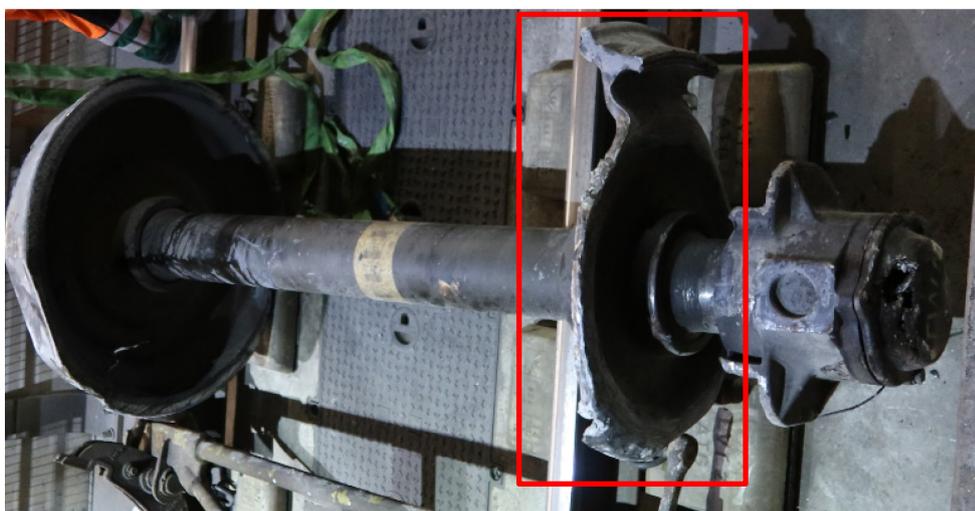


Figura 5: Assile 1, carro 11: foto scattata dopo il recupero dell'assile. In rosso: frammenti mancanti sulla ruota destra.

Si tratta di una sala montata di tipo BA 390 (allegato 2, Figura 14).

1.4 Ruota di tipo BA 390

La ruota fratturata è una ruota monoblocco di tipo BA 390 (Figura 6) con un carico per asse di 22.5 t. La qualità dell'acciaio è ER7. La ruota è stata fabbricata nel 2008.

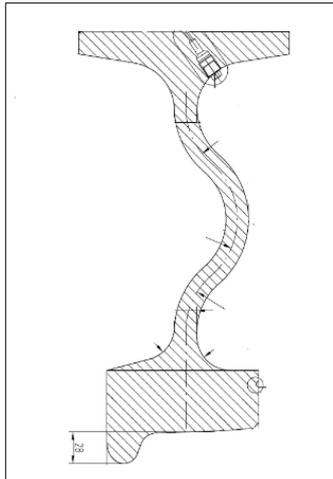


Figura 6: Disegno del tipo di ruota BA 390 (fonte: disegno del tipo).

Dalla sua ultima manutenzione (IS2³), l'assile ha percorso circa 140 000 km. Il diametro della ruota era di 862 mm. Le suole dei freni sono di tipo LL (suole in materiale composito).

1.5 **Esame metallurgico**

L'assile 1 e in particolare la ruota andata distrutta e i relativi frammenti raccolti in galleria sono stati esaminati dal punto di vista metallurgico.

Le ruote degli assili 2–4 del carro 11 sono state sottoposte a controlli non distruttivi (esame a ultrasuoni ed esame magnetoscopico).

L'esame metallurgico ha prodotto i seguenti risultati non conclusivi.

1.5.1 **Ruota fratturata**

La ruota fratturata è stata oggetto di documentazione macroscopica, nonché di indagini frattografiche, al microscopio ottico e al microscopio elettronico a scansione.

1.5.1.1 Documentazione macroscopica

Il frammento grande (Figura 7) presenta su entrambi i lati cricche a fatica con diverse fessure aperte che partono dalla superficie di rotolamento (tensioni proprie).

Le cricche si sono propagate dalla superficie di rotolamento fino al disco.

³ IS2: livello di manutenzione 2, come da manuale di manutenzione VPI 04.

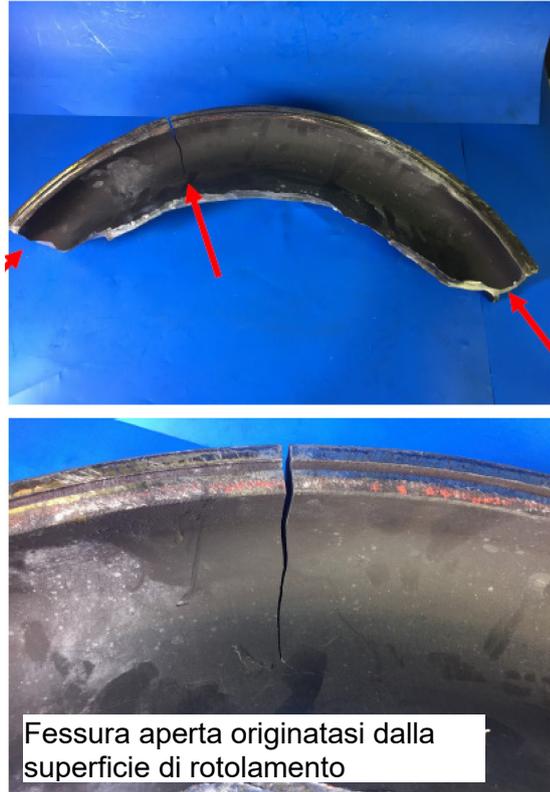


Figura 7: Fessura aperta originatasi dalla superficie di rotolamento.

1.5.1.2 Indagine frattografica

Tutte le superfici di frattura presentano cricche a fatica che partono dalla superficie di rotolamento.

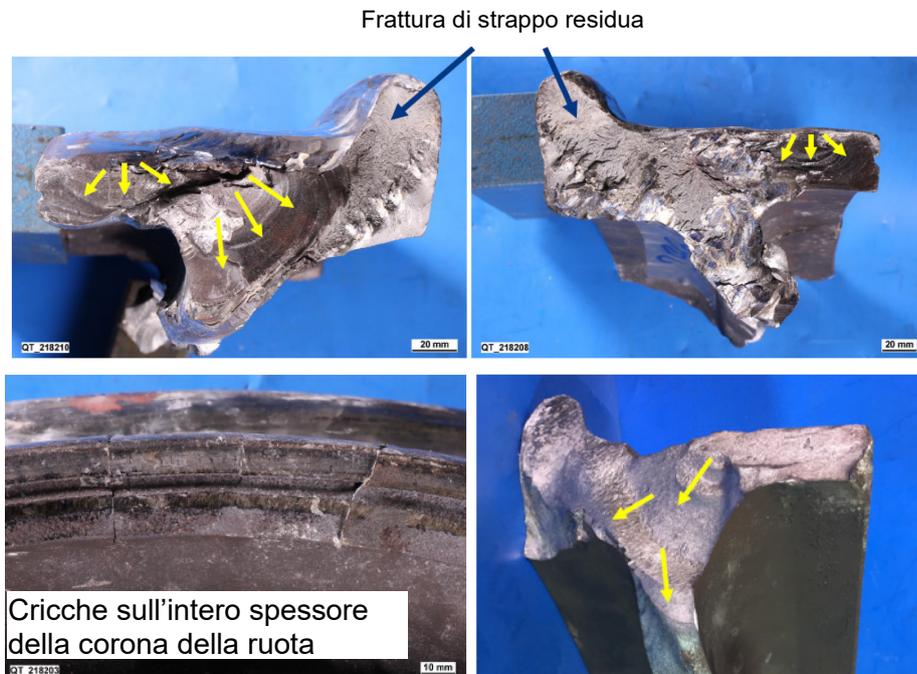


Figura 8: Foto delle superfici di frattura. Frecce gialle: cricca propagatasi dalla superficie di rotolamento fino al disco.

1.5.1.3 Indagine al microscopio ottico

L'indagine al microscopio ottico evidenzia l'orientamento sia obliquo che verticale delle cricche rispetto alla superficie di rotolamento (Figura 9).

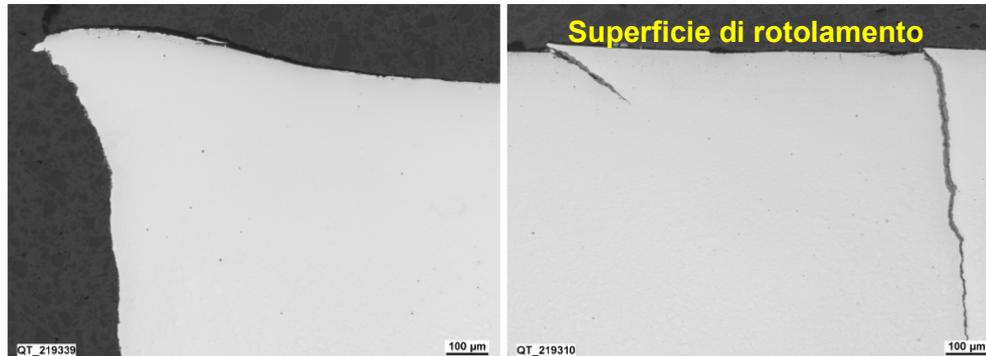


Figura 9: Cricche a sviluppo obliquo e verticale rispetto alla superficie di rotolamento.

1.5.1.4 Indagine al microscopio elettronico a scansione

A livello microscopico si individuano vari punti di innesco della frattura sulla superficie di rotolamento (Figura 10).

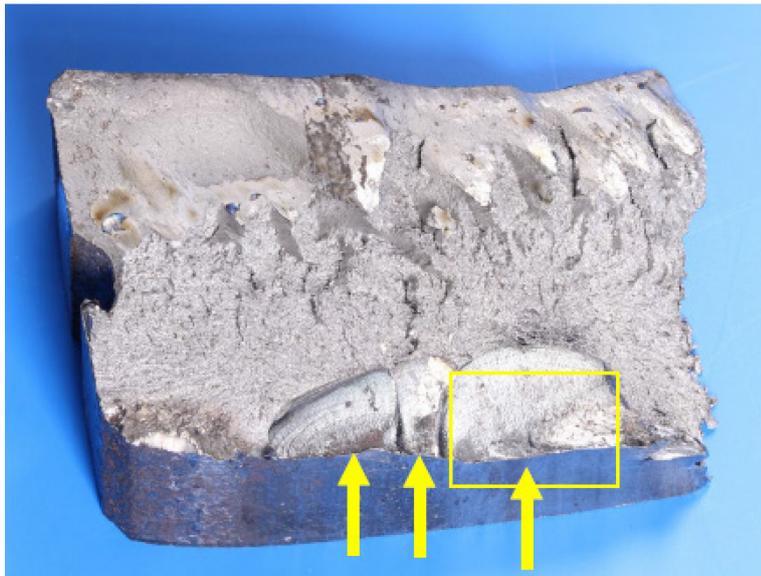


Figura 10: Punti di innesco sulla superficie di rotolamento (frece gialle).

1.5.2 Esame degli altri tre assili

L'esame a ultrasuoni delle tre sale montate 2–4 non ha evidenziato difetti volumetrici nelle corone delle ruote.

L'esame magnetoscopico ha prodotto, per le sale montate 2 e 3, riscontri di fessure lineari (circa 25–35 mm di lunghezza) in direzione assiale sulla superficie di rotolamento lungo l'intero perimetro.

Sulla sala montata 4 si sono registrati solo sporadici riscontri di fessure lineari (circa 15 mm di lunghezza) in direzione assiale sulla superficie di rotolamento.

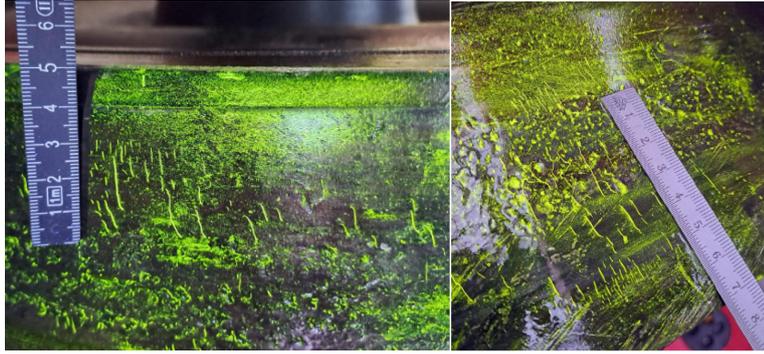


Figura 11: Esami magnetoscopici alle sale montate 3 e 4.

Questi riscontri verranno successivamente sottoposti anche a esame metallografico e i relativi risultati documentati nel rapporto finale.

1.6 Safety Alert System, Joint Network Secretariat, JNS Broken Wheels

1.6.1 Safety Alert System

Il Safety Alert System SIS è un sistema che consente alle autorità di sorveglianza e d'inchiesta di scambiarsi avvisi di sicurezza.

Le autorità di sorveglianza e d'inchiesta sono tenute a segnalare informazioni relative a pericoli che, a loro avviso, ...

... riguardano difetti di progettazione e non conformità o malfunzionamenti;

... riguardano le dotazioni tecniche, incluse quelle dei sottosistemi strutturali;

... sono nuovi o imprevisti, per cui c'è il rischio che non siano adeguatamente controllati;

... possono causare un evento imprevisto o un incidente significativo o persino grave;

... possono essere rilevanti per più di un soggetto.

1.6.2 Joint Network Secretariat

Il Joint Network Secretariat (JNS) è stato istituito nel 2012 per le reti NSA⁴ e NRB⁵ allo scopo di coadiuvare l'ERA nell'individuazione di problemi e nell'organizzazione dello scambio di pareri e soluzioni all'interno e tra le reti.

1.6.3 Safety Alert e attivazione della JNS Urgent Procedure «Broken Wheels»

Negli anni 2016 e 2017 si sono verificate in Italia e in Belgio svariate rotture e cricche ai danni di carri merci con ruote di tipo BA 314 e BA 004 (Figura 12).

⁴ NSA: National Safety Authority

⁵ NRB: Network of Representative Bodies

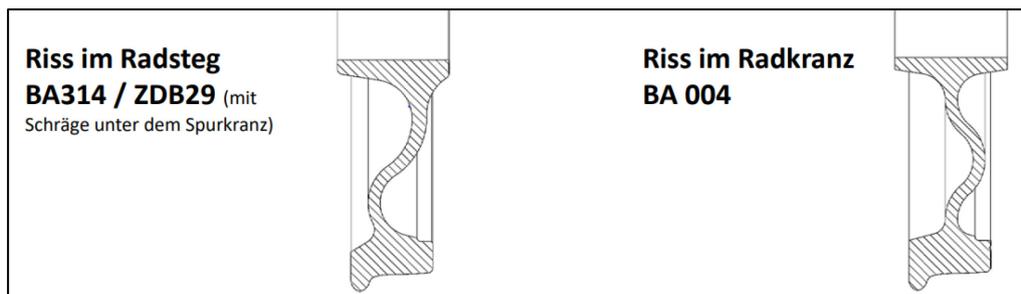


Figura 12: Tipi di ruote soggetti a rotture e cricche (estratto del documento JNS).

A seguito dei vari episodi, nel 2017 le autorità di sorveglianza italiane e belghe hanno emesso un Safety Alert.

L'autorità di sorveglianza italiana ha proposto al JNS una Urgent Procedure.

A seguito di ciò, il JNS ha deciso di costituire la task force «Urgent Procedure JNS Broken wheels».

La task force «Urgent Procedure JNS Broken wheels» si è occupata di analizzare i casi.

Il 28 luglio 2017 sono stati definiti provvedimenti a breve e lungo termine per limitare i rischi in fase di esercizio e manutenzione delle sale montate (allegato 1) e sono state presentate varie proposte di modifica a norme e regolamenti.

Per quanto riguarda le cricche nella corona della ruota di tipo BA 004, il documento afferma che in alcune applicazioni la probabilità che si inneschino difetti di origine termica è maggiore.

Conclusa la «Urgent Procedure JNS Broken wheels», il Joint Network Secretariat ha stabilito con una «Normal Procedure Task Force Broken wheels» la seguente modalità di lavoro:

- Raccolta di feedback dai provvedimenti definiti nel documento finale del JNS «Broken Wheels»;
- Monitoraggio dello stato di attuazione dei provvedimenti a lungo termine;
- Se necessario, analisi di nuovi casi.

Il 28 novembre 2019 è stato pubblicato il documento⁶ «Normal Procedure Task Force Broken wheels».

⁶ [JNS Broken wheels - Output](#)

2 **Analisi**

2.1 **Considerazioni generali**

I componenti critici per la sicurezza sono componenti che, in caso di cedimento o guasto, possono causare direttamente un incidente di grave entità.

Le sale montate di un carro merci rientrano in tale categoria. Il cedimento di un assile o di una ruota durante la corsa provoca una perdita di direzione dell'asse e successivamente il deragliamento del convoglio.

2.2 **Aspetti tecnici**

Il presente rapporto intermedio non documenta un'analisi conclusiva. Alla luce dei fatti disponibili ad oggi, tuttavia, è possibile affermare quanto segue:

- i frammenti di ruota rinvenuti in galleria prima della stazione multifunzionale di Faido possono essere attribuiti all'assile 1 (primo in direzione di marcia) del carro 11 (carro di tipo Laaiis n. 24 74 4220 466-2 del detentore di carri TWA ⁷);
- la forma della ruota BA 390 è analoga a quella del tipo BA 004. Il materiale era, per entrambi i tipi di ruota, acciaio di qualità ER7.

2.3 **Esiti dell'esame metallurgico sulla ruota fratturata**

La ruota fratturata ha ceduto per snervamento (cricche per fatica) a seguito della formazione di cricche sulla superficie di rotolamento. La cricca si è propagata nella ruota fino a provocarne la rottura. Più cricche, orientate più o meno verticalmente rispetto alla superficie, si sono propagate parallelamente le une alle altre. La crescita delle cricche è avvenuta in un arco di tempo prolungato. La superficie di rotolamento presenta numerosi altri inizi di cricche.

Nel rapporto finale saranno specificati ulteriori dettagli in merito all'esame metallurgico.

2.4 **Aspetti operativi**

Alla data di pubblicazione del presente rapporto intermedio non vi sono prove di anomalie operative preesistenti che avrebbero potuto causare il deragliamento.

⁷ TWA: Transwaggon AB

3 Rapporto intermedio

La legislazione svizzera prevede la seguente regolamentazione nell'ordinanza concernente le inchieste sulla sicurezza in caso di eventi imprevisti nei trasporti del 17 dicembre 2014 (OJET), stato 1° settembre 2023 (RS 742.161) relativa a possibili misure d'urgenza:

Art. 44 Rapporto intermedio

L'ufficio d'inchiesta comunica immediatamente al dipartimento e all'ufficio federale competenti, in un rapporto intermedio con relative raccomandazioni, i risultati essenziali dell'inchiesta che sono importanti ai fini della prevenzione di eventi imprevisti e che potrebbero richiedere provvedimenti immediati.

Sulla base delle indagini in corso e dei risultati ottenuti finora, il SISI è giunto alla conclusione che potrebbero essere necessarie misure d'urgenza e sta quindi preparando questo rapporto intermedio all'attenzione delle Autorità competenti e del Dipartimento.

Gli esiti qui riportati non sono conclusivi e necessitano di ulteriori indagini sulle circostanze e sulle cause dell'incidente.

I dettagli sulla dinamica e sulle cause dell'incidente saranno illustrati nel rapporto finale.

4 Raccomandazioni di sicurezza

4.1 Raccomandazioni di sicurezza

L'ordinanza concernente le inchieste sulla sicurezza in caso di eventi imprevisti nei trasporti del 17 dicembre 2014 (OIET)), stato 1° settembre 2023 (RS 742.161), prevede in materia di raccomandazioni di sicurezza la seguente regolamentazione:

Art. 48 Raccomandazioni di sicurezza

¹ *Il SISI rivolge le sue raccomandazioni di sicurezza all'ufficio federale competente e ne informa il dipartimento competente. In caso di problemi di sicurezza urgenti informa immediatamente il dipartimento competente. Può prendere posizione sui rapporti di attuazione dell'ufficio federale all'attenzione del dipartimento competente.*

² *Gli uffici federali informano periodicamente il SISI e il dipartimento competente sull'attuazione delle raccomandazioni di sicurezza o sulle ragioni per cui hanno rinunciato a prendere misure.*

³ *Il Dipartimento competente può conferire all'ufficio federale competente mandati di attuazione di raccomandazioni di sicurezza.*

Allo stesso modo il SISI invita tutti gli enti, le aziende e i singoli a contribuire ad un miglioramento della sicurezza nel settore dei trasporti pubblici, conformemente alle raccomandazioni di sicurezza pronunciate.

Il SISI pubblica le risposte dell'Ufficio federale competente sul sito www.sisi.admin.ch. Con queste informazioni il SISI offre un quadro aggiornato riguardo all'attuazione della relativa raccomandazione di sicurezza.

Ai sensi dell'articolo 26 paragrafo 2 della direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 maggio 2016 sulla sicurezza delle ferrovie, il SISI raccomanda all'Ufficio Federale dei Trasporti (UFT) di trasmettere all'ERA e all'autorità di sorveglianza del Paese membro (NSA-SE⁸) in cui è immatricolato il carro le seguenti raccomandazioni di sicurezza:

4.1.1 Provvedimenti a breve termine di limitazione dei rischi

4.1.1.1 Deficit di sicurezza

Le ruote sono componenti critici per la sicurezza, che in caso di cedimento possono direttamente causare un incidente di grave entità.

A prescindere da quale sia la causa originaria, una cricca – una volta innescata – si propaga lentamente nella ruota. La sua crescita prosegue incessante a seconda del numero di cicli di carico fino a provocare la rottura della ruota.

Ad oggi, lo stato della tecnica dei dispositivi di controllo dei treni presenti a livello infrastrutturale in Svizzera non consente di rilevare una cricca in una ruota. Durante i controlli tecnici dei treni è possibile individuare una cricca solo limitatamente, ossia soltanto se di dimensioni rilevabili e se localizzata nell'area visibile della ruota.

⁸ NSA-SE: National Safety Authority Sweden

I primi esiti dell'inchiesta e i primi risultati dell'esame metallurgico evidenziano una similitudine con le rotture di ruote oggetto della prima «JNS Procedure Broken wheels».

4.1.1.2 Raccomandazione di sicurezza n. 183

Il SISI raccomanda all'Ufficio Federale dei Trasporti (UFT) di procedere a un'estensione dei provvedimenti definiti nell'ambito della prima JNS Urgent Procedure per limitare i rischi in fase di esercizio e manutenzione delle sale montate (cfr. estratto all'allegato 1 del presente rapporto) alle sale montate della serie BA 390.

4.1.2 Attivazione di una JNS Procedure

4.1.2.1 Deficit di sicurezza

Le sale montate sono componenti intercambiabili, che non possono essere attribuiti a singoli carri. La sala della serie BA 390 è in uso presso vari detentori di carri in Europa.

Manca tuttavia una panoramica a livello sovranazionale del numero di assili della serie BA 390 in esercizio.

Come risulta dai primi esiti dell'inchiesta, la rottura della ruota nella galleria di base del San Gottardo evidenzia una similitudine con le rotture di ruote oggetto della prima «JNS Procedure Broken wheels». Questo denota l'esistenza di un problema sistemico che accomuna le diverse rotture di ruote.

4.1.2.2 Raccomandazione di sicurezza n. 184

Il SISI raccomanda all'Ufficio Federale dei Trasporti (UFT) di chiedere all'ERA l'attivazione di una «JNS Procedure».

4.2 Provvedimenti adottati

- Dopo la presentazione dei primi risultati dell'esame metallurgico il SISI ha emesso un Safety Alert.
- Anche il detentore del carro (ECM⁹) ha emesso un Safety Alert nel SAIT¹⁰ relativamente a un possibile impatto sulla sicurezza dell'esercizio a seguito del cedimento di un componente critico per la sicurezza.
- Ai sensi dell'articolo 23 paragrafo 1 lettera b della direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 maggio 2016 sulla sicurezza delle ferrovie, il SISI invia per conoscenza una copia del presente rapporto intermedio all'organo d'inchiesta NIB-SE e all'ERA

⁹ ECM: Entity in Charge of Maintenance (ente responsabile della manutenzione).

¹⁰ SAIT: Safety Alert Information Tool per ITF - detentori di carri ed ECM.

I presente rapporto intermedio è stato approvato dalla Commissione del Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza (SISI) (art. 10 lett. h dell'ordinanza del 17 dicembre 2014 concernente le inchieste sulla sicurezza in caso di eventi imprevisti nei trasporti).

Berna, 22 settembre 2023

Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza

Allegato 1

Provvedimenti immediati – estratto del documento Taskforce Broken wheels

Task Force Broken wheels – Proposal Short Term measures Summary

Incidents on wheels BA 314 / ZDB29 (with a slope under the wheel flange) and BA004 in some application show that the actual maintenance plan and operational schemes have to be better kept under control the affected wheelsets.



Solution:

Introduction of additional measures in operation, wagon maintenance and off vehicle wheelset maintenance.

Operation and wagon maintenance

- Visual inspection of the wheels before departure
- Inspection of the wheels during change of brake blocks
- Visual inspection of the wheels in workshops (complementary to EVIC)
- Elimination of the marking for thermostable wheels (removal of white stripes on axle box)

Off vehicle wheelset maintenance

- Intensified measures after findings in operation and wagon maintenance
- Stronger criteria for residual stress measurements

Figura 13: Estratto del documento «Taskforce Broken wheels»

Allegato 2

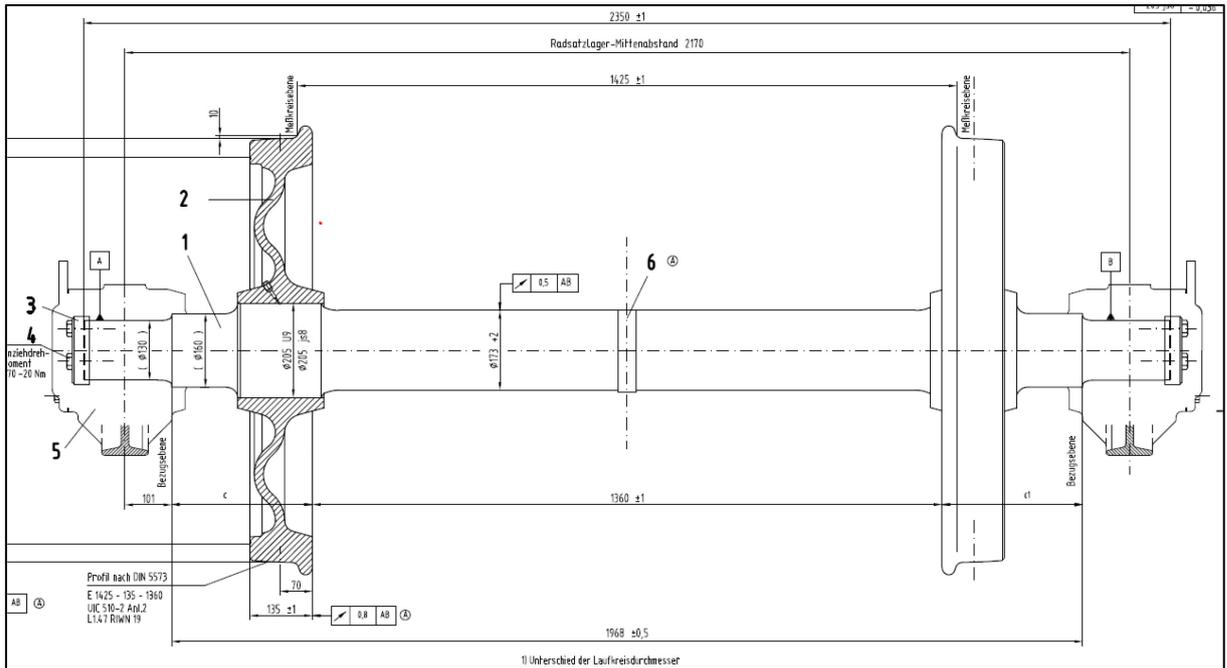


Figura 14: Sala montata BA 390.