

**TRIBUNALE ORDINARIO DI LUCCA**

**In composizione Collegiale**

Presidente: Dr. Gerardo BORAGINE

Giudice: Dr.ssa Valeria MARINO

Giudice: Dr.ssa Nidia GENOVESE

Sostituti Procuratori della Repubblica, Dr. Giuseppe AMODEO e Dr. Salvatore GIANNINO

*Procedimento Penale Nr. 2135/2013 R.G. Tribunale, Nr. 6305/09 R.G.N.R.,  
Nr. 1917/10 R.G. G.I.P. cui vi è unito il Nr. 7756/12 R.G.N.R. e Nr. 2008/13 G.I.P.*

**RELAZIONE TECNICA**

**relativa all'immane e nefasto disastro ferroviario avvenuto nella  
Città di Viareggio il 29 giugno 2009**

di

Ing. Roberto CARRARA, Dr. Luigi MARA, Ing. Bruno THIEME

Consulenti Tecnici

di

*“Medicina Democratica, Movimento di Lotta per la Salute – O.n.l.u.s.”*

e

del Sig. TICCIATI Silvano

con l'Avv. Laura MARA del Foro di Busto Arsizio

Busto Arsizio/Milano/Lucca, 16 Giugno 2015

## SOMMARIO

<b>PREMESSA</b> .....	4
<b>1. - CENNI STORICI SULLA ROTTURA A FATICA NEGLI ASSILI FERROVIARI: UN FENOMENO BEN NOTO DA OLTRE UN SECOLO</b> .....	6
<b>2. – LA ROTTURA DELL’ASSILE 98331, CAUSE E CONSEGUENZE</b> .....	16
<b>2.1 - CONCLUSIONI DEI CONSULENTI TECNICI DELLE DIVERSE PARTI, SULLE CAUSE DEL DISASTRO, PER QUANTO RIGUARDA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ORIGINE E PROPAGAZIONE DELLA CRICCA</b></li> <li>• <b>MANCANZA O INADEGUATEZZA DEI CONTROLLI</b>.....</li> </ul>	26
<b>3. - LE PRINCIPALI RISULTANZE DELLE CONSULENZE TECNICHE SVOLTE DAI CC.TT. DEI PUBBLICI MINISTERI E DELLE PARTI CIVILI NEL PRESENTE PROCEDIMENTO, NONCHÉ QUELLE EVIDENZIATE NELLA “RELAZIONE DI INDAGINE SULL’INCIDENTE FERROVIARIO DEL 29 GIUGNO 2009 NELLA STAZIONE DI VIAREGGIO”, DELLA COMMISSIONE DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, DEL 23 MARZO 2012</b> .....	36
<b>3.1 – BREVI NOTE INTRODUTTIVE</b> .....	36
<b>3.2 - LE PRINCIPALI RISULTANZE DELLE CONSULENZE TECNICHE SVOLTE DAI CC.TT. DEI PUBBLICI MINISTERI E DELLE PARTI CIVILI</b> .....	39
<b>4. – LE SOCIETÀ COINVOLTE NELL’IMMANE E NEFASTO DISASTRO FERROVIARIO AVVENUTO NELLA CITTÀ DI VIAREGGIO IL 29 GIUGNO 2009</b> .....	47
<b>5. – IL TRASPORTO DI MERCI PERICOLOSE</b> .....	53
<b>5.1 - LA MATERIA DELLA SICUREZZA DEL "SISTEMA FERROVIARIO" È REGOLATA DALLA NORMATIVA EUROPEA E DAI PROVVEDIMENTI PER IL SUO RECEPIMENTO IN ITALIA</b> .....	59
<b>5.2 - ARTICOLAZIONE DELLE COMPETENZE PER LA SICUREZZA FERROVIARIA</b> .....	65
<b>5.3 - CIRCOLAZIONE DEI CARRI FERROVIARI</b> .....	65
<b>5.4 - LA MANUTENZIONE DEI CARRI</b> .....	66

<b>5.5 - CONVENZIONI INTERNAZIONALI FERROVIARIE.....</b>	68
<b>5.6 - NORMATIVA NAZIONALE SUL TRASPORTO FERROVIARIO DI MERCI PERICOLOSE.....</b>	70
<b>6. – ‘INCIDENTI’/DISASTRI FERROVIARI DETERMINATI DA ROTTURE DI ASSILI E RUOTE PER CAUSE ANALOGHE A QUELLE CHE HANNO PROVOCATO IL NEFASTO DISASTRO FERROVIARIO NELLA CITTA’ DI VIAREGGIO IL 29 GIUGNO 2009.....</b>	72
<b>7. - LE TESTIMONIANZE FOCALIZZANO ULTERIORI TEMI AL CENTRO DEL PRESENTE DIBATTIMENTO.....</b>	76
<b>8. – LE MISURE DI PREVENZIONE TECNICHE ED ORGANIZZATIVE CHE AVREBBERO CONSENTITO DI EVITARE IL DISASTRO (SUL PUNTO, SI VEDANO ANCHE LE RACCOMANDAZIONI DELLA RELAZIONE 23.03.2012 DELLA COMMISSIONE MINISTERIALE A SEGUITO DEL DISASTRO VIAREGGIO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI).....</b>	89
<b>8.1 - LE RACCOMANDAZIONI DELLA COMMISSIONE MINISTERIALE.....</b>	89
<b>8.2 - I DISPOSITIVI ANTIDERAGLIAMENTO.....</b>	91
<b>8.3 - LE REGOLE DI LOCAZIONE.....</b>	96
<b>8.4 - ALTRE MISURE TECNICHE DI PREVENZIONE – LA MANCATA VALUTAZIONE DEI RISCHI.....</b>	97
<b>8.5 - LA RIDUZIONE DELLA VELOCITÀ.....</b>	98
<b>8.6 - EFFETTI DELLA RIDUZIONE DELLA VELOCITÀ SULL’EVENTO DISASTROSO DI VIAREGGIO.....</b>	109
<b>8.7 - CONCLUSIVAMENTE SUI TEMI AFFRONTATI NEL PRESENTE CAPITOLO.</b>	117
<b>9. – OSSERVAZIONI FINALI.....</b>	120
<b>ALLEGATE LE SLIDES DEI CAPITOLI: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8</b>	

## PREMESSA

I sottoscritti Ing. Roberto CARRARA, Dr. Luigi MARA e Ing. Bruno THIEME sono stati nominati, come in atti, consulenti tecnici nel presente procedimento penale dall'avvocato Laura Mara, procuratrice e difensore delle parti civili costituite "Medicina Democratica- O.N.L.U.S." e Sig. Ticciati Silvano.

Dopo attento esame e valutazione della documentazione agli atti, delle testimonianze rese nel presente procedimento penale, delle informazioni acquisite sul campo, nonché della specifica letteratura tecnico-scientifica consultata per l'espletamento dell'incarico di consulenza tecnica, gli scriventi CC.TT.PP. nella presente Relazione Tecnica affrontano i seguenti temi:

- a) – Cenni storici sulla rottura a fatica negli assili ferroviari: un fenomeno ben noto da oltre un secolo.
- b) - La rottura dell'assile **98331**, cause e conseguenze.
- c) - Le principali risultanze delle Consulenze tecniche svolte dai CC.TT. dei Pubblici Ministeri e delle Parti Civili nel presente procedimento, nonché quelle evidenziate nella "Relazione di indagine sull'incidente ferroviario del 29 giugno 2009 nella stazione di Viareggio", della Commissione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, del 23 marzo 2012.
- d) – Le società coinvolte nell'immane e nefasto disastro ferroviario avvenuto nella Città di Viareggio il 29 giugno 2009.
- e) – Il trasporto di merci pericolose.
- f) – La materia della sicurezza del "sistema ferroviario" regolata dalla normativa europea e dai provvedimenti per il suo recepimento.
- g) - "Incidenti"/disastri ferroviari determinati da rotture di assili e ruote per cause analoghe a quelle che hanno provocato il nefasto disastro ferroviario nella Città di Viareggio il 29 giugno 2009.

- h) - Le testimonianze focalizzano ulteriori temi al centro del presente dibattito.
- i) – Le misure di prevenzione tecniche ed organizzative che avrebbero consentito di evitare il disastro (sul punto, si vedano anche le Raccomandazioni contenute nella relazione di indagine della Commissione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione generale per le investigazioni ferroviarie del 23.03.2012).
- j) – Osservazioni finali.

\*\*\*\*\*

Si precisa che le slides allegate alla presente Relazione Tecnica sono parte integrante ed inscindibile della stessa, e precisamente:

- Capitolo 1:** slides da 1 a 22;
- Capitolo 2:** slides da 1 a 49;
- Capitolo 5:** slides da 1 a 24;
- Capitolo 6:** slides da 1 a 28;
- Capitolo 7:** slides da 1 a 42;
- Capitolo 8:** slides da 1 a 53.

## 1. - CENNI STORICI SULLA ROTTURA A FATICA NEGLI ASSILI FERROVIARI: UN FENOMENO BEN NOTO DA OLTRE UN SECOLO

La fatica è un fenomeno meccanico per cui un pezzo sottoposto a sollecitazioni cicliche si rompe anche per carichi molto inferiori a quelli che ne determinerebbero la rottura in condizioni statiche.

Ad esempio un pezzo in grado di resistere a 50  $\text{kg/mm}^2$  in maniera statica (cioè in assenza di cicli di sforzo) può spezzarsi a soli 10 - 12  $\text{kg/mm}^2$  dopo essere stato sottoposto a 100 milioni di cicli.

I primi studi sul fenomeno risalgono alla rivoluzione industriale, con l'uso del motore a vapore, del trasporto meccanizzato e, più in generale, con l'utilizzo sempre più esteso di dispositivi meccanici.

All'inizio dell'800 l'ingegnere minerario tedesco Wilhelm Albert, si rende conto che le catene di sollevamento utilizzate nelle miniere si rompevano a seguito di numerosi e ripetuti piccoli carichi.

Il concetto di “*fatica*” viene introdotto per la prima volta dal matematico e ingegnere francese Jean-Victor Poncelet nelle sue lezioni alla scuola militare di Metz, negli anni 1837 – 1839: riferendosi alle molle in acciaio sollecitate da una forza ciclica, Poncelet scrive “*anche le molle più perfette, col tempo, sono soggette a fatica*”.

Verso la metà dell'Ottocento, con l'avvento del trasporto ferroviario, ebbe luogo una serie di gravi disastri: uno dei più gravi fu quello dell'**8 maggio 1842** a Versailles (presso Meudon): *due locomotive e diciassette vagoni furono coinvolti in un disastro ferroviario con un numero di vittime compreso fra sessanta e cento (ma ci sono stime anche superiori), a causa della rottura di un assile della prima locomotiva.*

Tale disastro ferroviario ebbe una enorme risonanza e fu oggetto di studi approfonditi.

In particolare, nel predetto evento disastroso, la superficie di frattura risultò inusuale e descritta come “*lamellare con cristalli di grandi dimensioni*”, decisamente diversa dall’aspetto di una usuale rottura. Si pensò allora che la rottura fosse dovuta a una trasformazione della struttura cristallina del materiale, una sorta di ricristallizzazione, dovuta alla sollecitazione ciclica.

William Rankine, grande scienziato scozzese studioso di termodinamica, fu in grado di riconoscere che la rottura per fatica degli assili ferroviari era dovuta all’innesco ed all’avanzamento di cricche negli stessi.

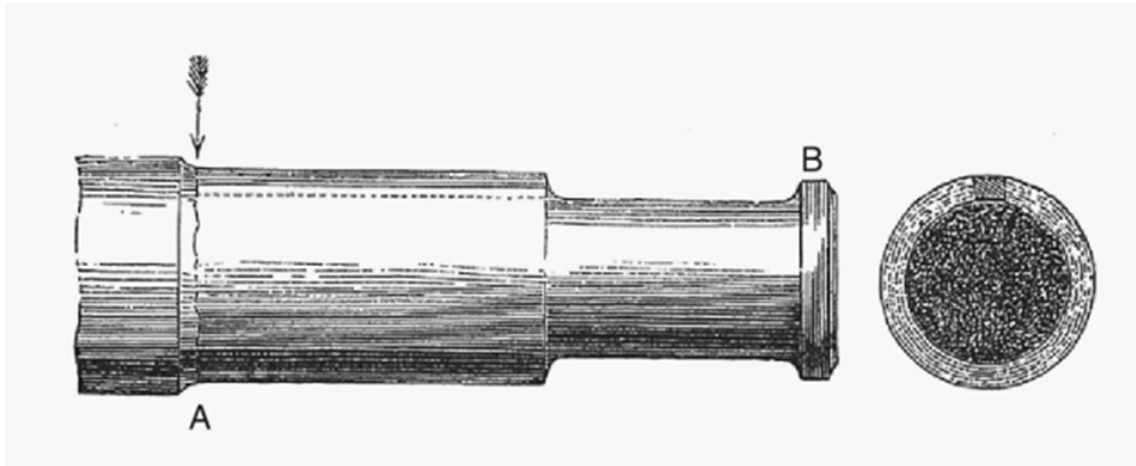
Egli, infatti, dopo il disastro ferroviario di Versailles del 1842, esaminò numerosi assili ferroviari fratturati e presentò le sue conclusioni in un articolo: “*On the causes of Fracture of the Axles of Railways Carriages; and on the means of preventing such accidents by observing the law of continuity in their construction*”, “Minutes of Proceedings of Civil Engineers” vol. 2, **1843**, pag. 105.

William Rankine identificò correttamente che la causa della rottura era dovuta nell’innesco della cricca in corrispondenza di punti di intensificazione delle sollecitazioni e dalla conseguente sua propagazione nell’assile.

Alle stesse conclusioni giunse Joseph Glynn a seguito delle analisi su assili spezzati. A Glynn si deve una delle prime figure di assili con indicazione della cricca che innesca la rottura e la descrizione del fenomeno: “*circa ½ pollice (12 mm.) in profondità tutto attorno all’asse, una fessura perfettamente liscia: questa fessura anulare sembra sia stata prodotta da un processo costante: la parte centrale cristallizzata essendo gradualmente ridotta di diametro, fino a essere appena in grado di sostenere il peso, si è spezzata improvvisamente. L’autore suppone che la fessura sia stata prodotta dalla alternata rottura e compressione delle particelle o fibre di acciaio ... e che l’azione di rottura sia iniziata con il primo viaggio del treno*” (J. Glynn , “*On the causes of fracture of the axles of railways*”, “Minutes of Proceedings of Civil Engineers”, vol. 3, **1844**, pag. 202).

Nel disegno di Glynn, riportato nella Figura 1.1 che segue, la freccia indica la cricca e, nella sezione a destra, la parte liscia chiara indica la penetrazione della cricca.

**Figura 1.1 – Rottura a fatica in un assile ferroviario, J. Glynn** (articolo cit. pag. 202)



Data la gravità del problema nel **1848** in Gran Bretagna viene creato il *Railway Inspectorate* e il Parlamento britannico incarica Eaton Hodgkinson, professore di meccanica all'University College di Londra, di coordinare una Commissione di ricerca sull'uso dell'acciaio nelle ferrovie; in particolare al prof. Hodgkinson viene richiesto di riferire in parlamento sui suoi studi sperimentali concernenti gli effetti dei carichi ciclici sulle strutture in acciaio e su quanto possano essere caricate senza pericolo per la sicurezza.

Il “*Report of the Commissioners Appointed to Inquire into the Application of Iron to Railways Structure*” è pubblicato a Londra nel **1849**.

Negli anni successivi gli studi più sistematici di Sir William Fairbairn, condotti principalmente su grandi manufatti, e di August Wöhler, sugli assili ferroviari, permettono di definire meglio il problema della rottura di manufatti metallici nel caso di sollecitazioni ripetute.



Il maggior contributo è quello portato dall'ingegnere tedesco August Wöhler, direttore delle ferrovie prussiane. Wöhler si rende conto che gli assili ferroviari collassavano molto prima del previsto, anche se dimensionati staticamente con coefficienti di sicurezza elevati.

La superficie di rottura era contraddistinta da una parte liscia e un'altra rugosa, quest'ultima molto simile a quella che si ottiene con una prova di trazione.

L'ing. August Wöhler, per condurre i suoi studi costruì la prima macchina per sottoporre i provini a flessione rotante (vedi Figura 1.3), analogamente a quello che accade ad un assile ferroviario. Egli effettua numerose prove sottoponendo i provini a diversi carichi e a milioni di cicli fino alla loro rottura, stabilendo così una relazione tra lo sforzo cui è soggetto il materiale e il numero dei cicli prima della sua rottura.

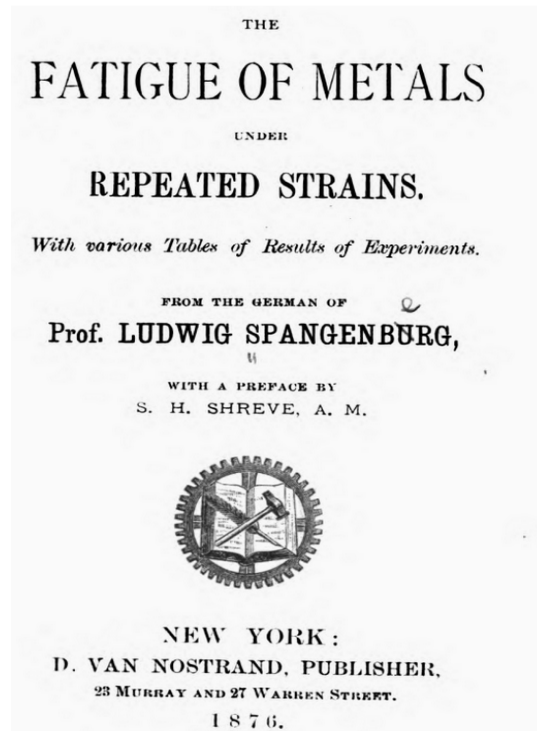
Tra il **1851** e il **1898** August Wöhler pubblica 42 articoli su riviste tecniche tedesche. La presentazione del suo lavoro alla esposizione di Parigi del 1867 richiama l'attenzione a livello mondiale e negli anni successivi anche riviste britanniche danno grande rilievo ai suoi studi e risultati.

August Wöhler riportò i risultati ottenuti dai Suoi studi sperimentali sotto forma di tabelle in diverse pubblicazioni.

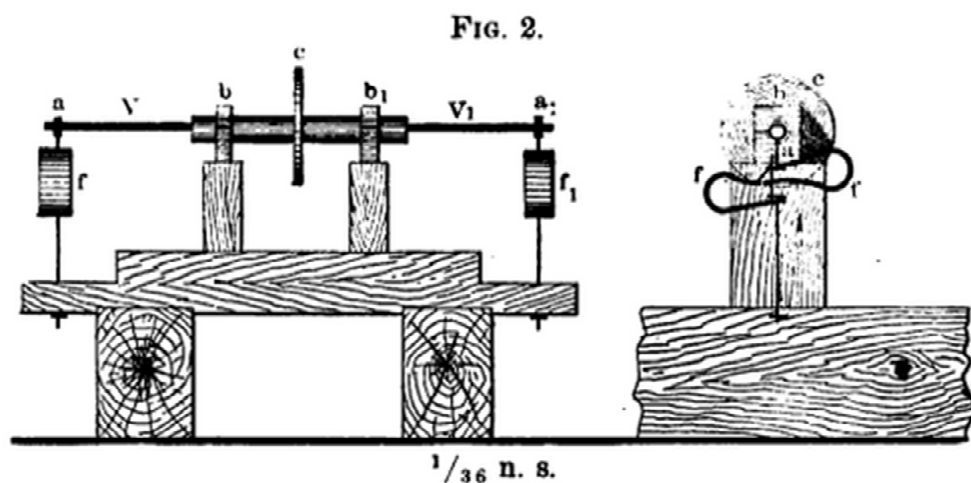
In proposito, nella Figura 1.2 si riporta la copertina di un libro del **1876** pubblicato negli Stati Uniti dal suo successore, il prof. Ludwig Spangenberg, direttore del *Mechanisch-Technische-Versuchsanstalt*, questi riportò i risultati degli esperimenti di Wöhler sotto forma di grafici, denominati curve di Wohler (vedi Figura 1.4), tuttora impiegati nella progettazione dei componenti meccanici.

.

**Figura 1.2 – Copertina del libro di Ludwig Spangenberg sulla fatica dei metalli, pubblicato negli USA nel 1876**



**Figura 1.3 – La macchina usata da Wöhler e Spangenberg per sottoporre gli assili a prove di rottura a fatica (Spangenberg, “*The fatigue of metals under repeated strains*”, 1876)**



**Figura 1.4 – Esempio di una delle tabelle di Wohler contenute nel libro pubblicato da Spangenberg**  
 (Spangenberg, “*The fatigue of metals under repeated strains*”, 1876)

6

**A. REPEATED STRETCHING. I. to III —TABLE I.**

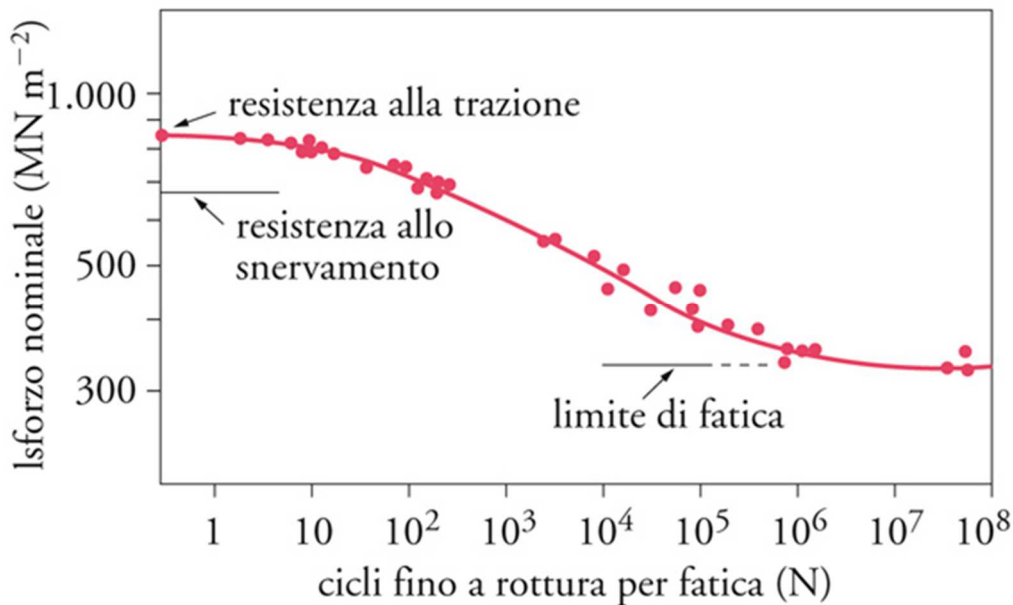
1872-4. Westphalia Iron.			Wohler's Tab. X. Phoenix Iron.	
No.	Maximum Strain per square inch Ctr.*	No. of rotations before rupture.	Maximum Strain per square inch Ctr.	No. of rotations before rupture.
1	480	4700	480	800
2	440	83199	440	106910
3	440	33230	—	—
4	400	136700	400	340853
5	400	159639	—	—
6	360	180800	360	409481
7	360	596089	360	480852
8	360	433572	—	—
9	320	280121	320	10141645
10	320	• 566344	—	—

\* The Centner (Ctr.)=110.2 lbs. English. | 9 and 10 showed welding joints.

La suddetta tabella di Wohler (Figura 1.4 cit.) riporta i risultati dei tests condotti su due tipi di acciaio (Iron); la colonna “*Maximum Strain*” indica lo sforzo cui è sottoposto il provino e la colonna “*No. of rotations*” indica il numero di giri al quale è avvenuta la rottura; si vede che tanto maggiore è lo sforzo cui è sottoposto il provino tanto prima avviene la rottura.

Nella “*curva di Wohler*” che segue si riportano su un grafico gli esiti dei tests effettuati: nell’esempio di Figura 1.5 il provino del materiale in esame resiste alla trazione in condizioni statiche (resistenza alla trazione) fino a uno sforzo di 850 MN/m<sup>2</sup>, ma si spezza sotto sforzi molto minori (circa 350 MN/m<sup>2</sup>) dopo circa un milione di cicli.

**Figura 1.5 – Curva di Wohler (Kostorz, Metalli, Enciclopedia Treccani, 2007)**



Nella metà del secolo scorso il problema del controllo dei fenomeni della fatica che caratterizzano i diversi materiali diventa sempre più pressante, soprattutto per garantire la sicurezza sugli aerei e nell'industria nucleare; per questo si incrementano gli studi e le attività di ricerca, con particolare attenzione ai meccanismi di propagazione della cricca nei diversi materiali/componenti sottoposti a carichi e sollecitazioni meccaniche, e per l'adozione di appropriati metodi di controllo.

Anche la normativa tecnica si perfeziona. Ad esempio, nel campo aeronautico, si sviluppano i concetti di **Safe Life**, **Fail Safe** e **Damage Tolerance**:

- **Safe Live e Fail Safe**: le parti strutturali di un aereo nelle quali la fatica può essere critica, devono avere adeguata resistenza alla fatica (Safe Life <sup>1</sup> = capacità di sopportare i ripetuti carichi della grandezza prevista per la durata prevista di servizio senza gravi fratture) o adeguata sicurezza intrinseca (Fail Safe <sup>2</sup> = capacità di sopportare specifici carichi anche dopo la rottura a fatica

<sup>1</sup> Letteralmente: Vita sicura.

<sup>2</sup> Letteralmente: sicurezza nella rottura.

completa o parziale di un elemento strutturale) (Amendment 4b-3, effective March 13, 1956 CAR Part 4b).

L'obiettivo della filosofia progettuale *Fail Safe* è quello di realizzare una struttura tale per cui, anche se un componente è danneggiato, la rottura si arresta entro un'area confinata senza che porti alla perdita catastrofica dell'intera struttura. Uno degli strumenti di cui si serve tale filosofia è la **progettazione ridondante**, dove la struttura è caratterizzata dal fatto che altri elementi possano assolvere il compito di quello che ha ceduto; ad esempio utilizzando in un collegamento un numero di bulloni maggiore di quello strettamente necessario, la rottura di qualche bullone non pregiudica la resistenza dell'intera struttura.

- **Damage Tolerance**<sup>3</sup>: per impedire che avvengano rotture a fatica o per corrosione, la struttura deve essere progettata in modo tale che, nel caso si verifichi un danno, la struttura mantenga una adeguata resistenza residua fino a che il danno venga scoperto (e riparato) nel corso del programma di ispezioni stabilito dal costruttore (Amendment 25-45, effective Dec.1, 1978, FAR Part 25).

Viene fatto un passo avanti rispetto al concetto *fail safe* attraverso l'assunzione che il tempo richiesto perché in una struttura si crei una cricca è **zero**. Con la *damage tolerance* si assume cioè l'ipotesi che una cricca esista già in partenza, ovvero all'inizio della vita operativa del componente strutturale.

La dimensione di tale difetto è presa per definizione come il più grande valore del difetto che non può essere visto mediante gli strumenti di ispezione in uso.

Una struttura è definita quindi **damage tolerant (DT)** qualora, anche in presenza di un difetto dovuto a impatto, fatica o corrosione, la sua vita operativa non viene alterata. La struttura danneggiata può sostenere i carichi senza che si verifichi una

---

<sup>3</sup> Letteralmente: tolleranza del danno.

rottura catastrofica prima che il difetto venga identificato durante le ispezioni di manutenzione.

I principali parametri in gioco sono tre: la dimensione iniziale della cricca, la minima dimensione individuabile della cricca e la massima dimensione della cricca sopportabile dalla struttura.

Queste tre grandezze sono utilizzate per definire due diversi intervalli temporali:

- Il primo intervallo riguarda la propagazione dalle dimensioni iniziali a quelle minime rilevabili strumentalmente;
- Il secondo intervallo considera la propagazione dal punto in cui la cricca raggiunge le minime dimensioni rilevabili fino alle condizioni teoriche di frattura del componente causate dalle elevate dimensioni della cricca a fatica.

Una volta definiti questi intervalli (che possono essere diversi a seconda della zona critica considerata), l'operatore è in grado di fissare i tempi di ispezione necessari per garantire la sicurezza.

Lo scopo della filosofia DT per delle determinate strutture metalliche è quello di definire, per ciascun elemento strutturale, un appropriato calendario di **ispezioni** affinché le cricche (già presenti o formatesi in seguito all'utilizzo) non si propaghino fino alla rottura prima di essere individuate.

Ciò si applica a tutti i **principali elementi strutturali**, eccetto quelli per cui il costruttore può dimostrare che un approccio DT non è praticabile, nel qual caso viene adottato un approccio *safe-life*.

In altri termini, la filosofia *Damage Tolerance* (DT) raggiunge il desiderato livello di sicurezza mediante il controllo di tre distinti elementi:

**1. Limite di danneggiamento:** il massimo danno che la struttura è in grado di sostenere in condizioni di carico limite.

**2. Crescita del danneggiamento:** l'intervallo di propagazione del danno tra la dimensione minima rilevabile e il limite di danneggiamento.

**3. Programma di ispezione:** una programma codificato di ispezioni periodiche realizzato per ottenere un monitoraggio temporale del danno.

### Bibliografia

- Iacoviello e al. “*Rotture per fatica: due secoli di storia*”, Università di Cassino.
- Manes, “*La verifica di resistenza a fatica dei materiali metallici*”, Politecnico di Milano.
- Guagliano, “*Introduzione alla fatica nei materiali*”, Politecnico di Milano.
- Wohler, “*Veber die Festigkeits-Versuche mit Eisen und Stahl*”, Zeitschrift fur Bauwesen, 1870.
- Spangenberg, “*The fatigue of metals under repeated strains*”, 1876.
- J. Glynn, “*On the causes of fracture of the axles of railways*”, Minutes of Proceedings of Civil Engineers”, vol. 3, 1844.
- Rankine, “*On the causes of Fracture of the Axles of Railways Carriages; and on the means of preventing such accidents by observing the law of continuity in their construction*”, Minutes of Proceedings of Civil Engineers, vol. 2, 1843, pag. 105.

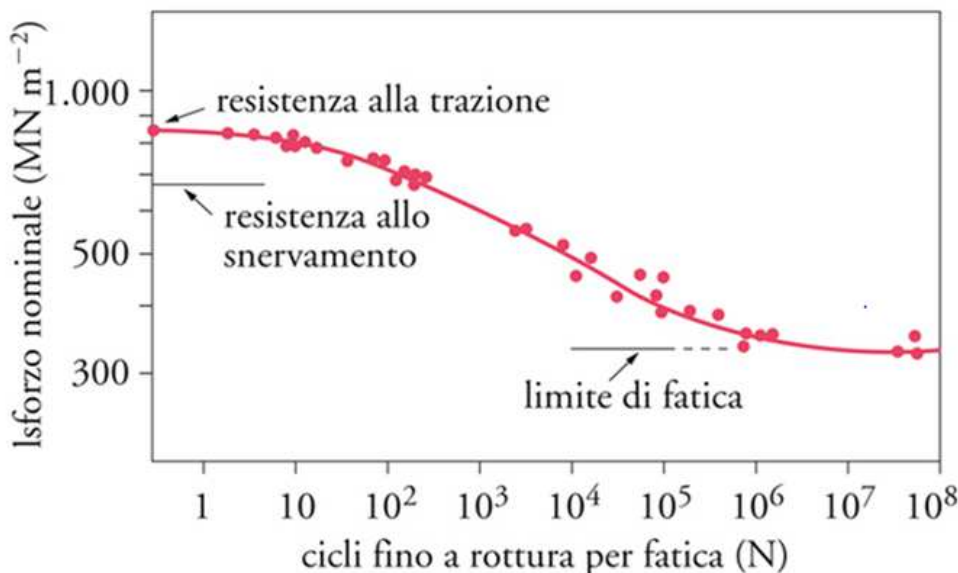
## 2. – LA ROTTURA DELL'ASSILE 98331, CAUSE E CONSEGUENZE

Preliminarmente, gli scriventi consulenti tecnici di queste due Parti Civili, sottolineano che condividono le risultanze alle quali sono pervenuti i CC.TT. dell'Accusa Pubblica e Privata, riportate di seguito (cfr. Capitolo 2.1), ove si evidenziano sinteticamente le cause che hanno determinato la rottura dell'assile **98331**; cause sulle quali vi è ampio consenso, in primis da parte dei CC.TT. dei Pubblici Ministeri e delle Parti Civili.

Nel presente capitolo si focalizzano i diversi temi e fenomeni interessanti la rottura a fatica dell'assile in questione.

Nelle Figure 2.1 e 2.2 che seguono si presentano, rispettivamente la Curva teorica di Wöhler, nonché la Curva di Wöhler in presenza di corrosione (es. acqua salata), mentre nella Figura 2.3 si mostra l'influenza della corrosione sulla resistenza a fatica.

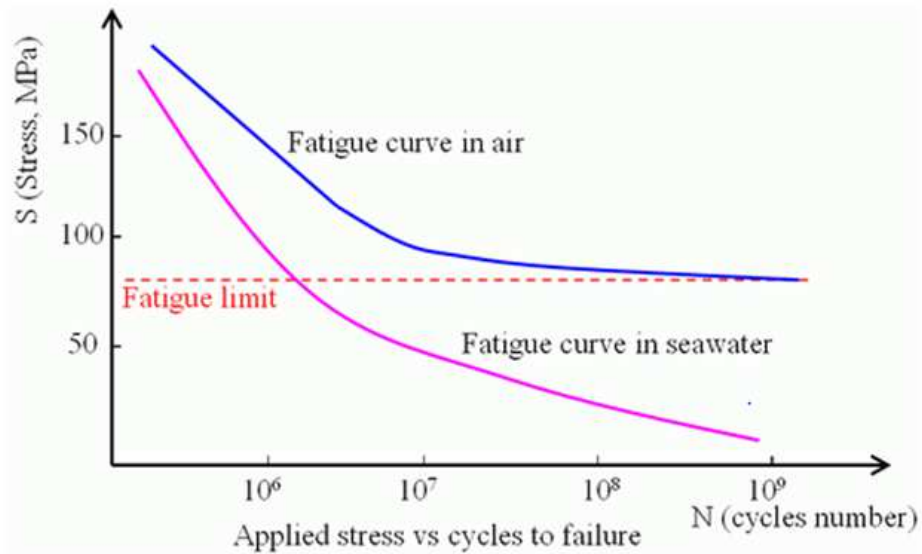
**Figura 2. 1- Curva teorica di Wöhler**



Fonte: Treccani.it, Enciclopedia della Scienza e della Tecnica, Metalli.

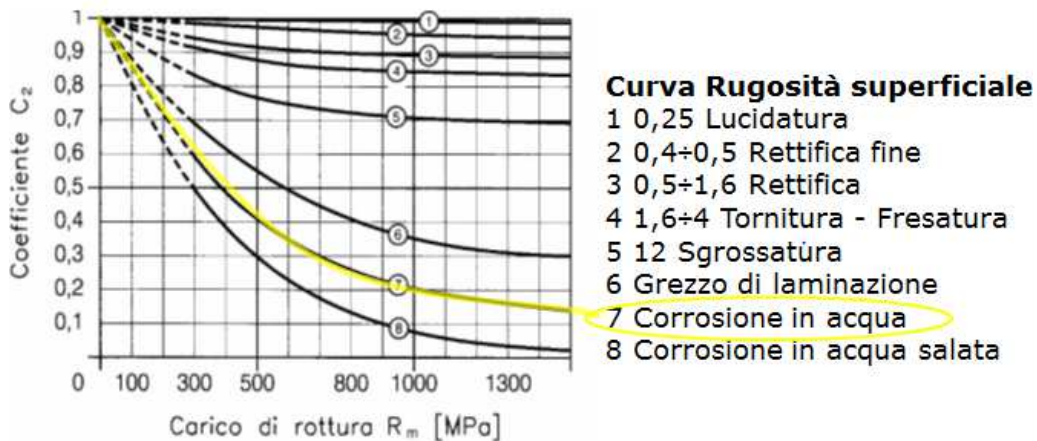


**Figura 2.2 - Curva di Wöhler in presenza di corrosione (es. acqua salata)**



**Figura 2.3 - Influenza della corrosione sulla resistenza a fatica**

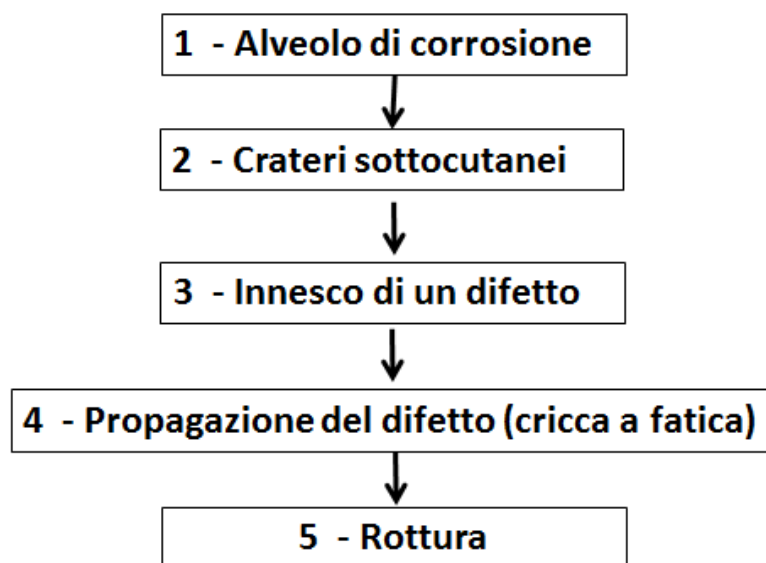
Sforzo ammissibile 
$$\sigma_{amf} = \sigma_{LF} \frac{C_1 C_2}{g_f C_3}$$



Fonte: A. Starnini, "Verifiche di resistenza a fatica – metodo semplificato", dic. 2008.

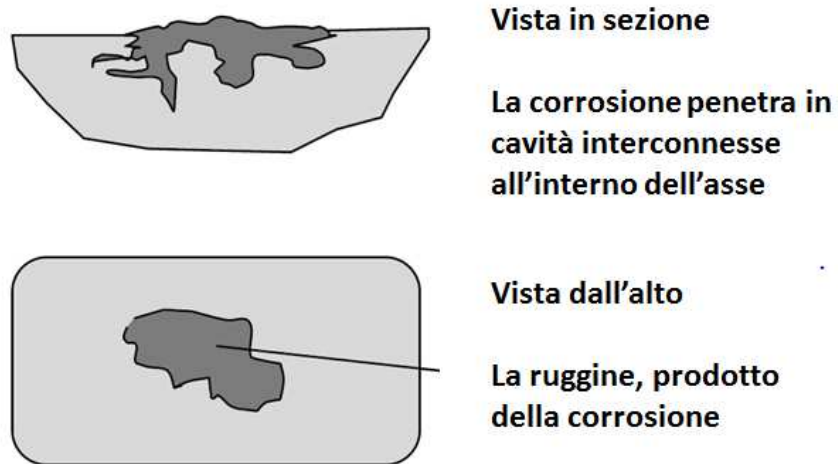
Nella seguente Figura 2.4 si schematizza la catena causale dei fenomeni che caratterizzano le diverse fasi del processo di corrosione che influenzano la resistenza a fatica del materiale costituente un dato componente, nel caso che ci occupa l'assile 98331.

**Figura 2.4 - Influenza della corrosione sulla resistenza a fatica «Corrosion Fatigue», catena causale**

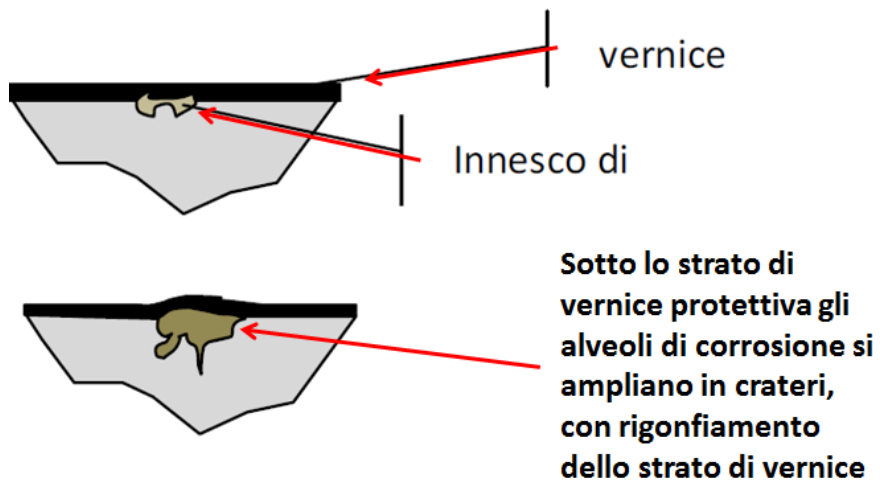


Ponendo mente alle cinque fasi del processo di corrosione indicate nella Figura 2.4 cit., nelle Figure 2.5 e 2.6 si presentano schematicamente: **1)** – l'alveolo di corrosione; **2)** – i crateri sotto vernice della catena causale della «*Corrosion fatigue*», mentre nelle Figure 2.7, 2.8 e 2.9 si mostrano le fotografie (con le fonti dalle quali sono tratte) relative alla fase 2 della catena causale della «Corrosion fatigue», e precisamente: due foto relative allo sviluppo degli alveoli di corrosione nei crateri, con rigonfiamento dello strato di vernice; la foto <<*dello strato di ossidazione del colletto dell'assile in prossimità della rottura, che doveva risultare evidente nella sua gravità anche ad un addetto non certificato ai sensi di EN 473*>>.

**Figura 2.5 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 1 - Alveolo di corrosione -**



**Figura 2.6 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 2 - Crateri sotto vernice**



**Figura 2.7 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 2 - Crateri sotto vernice**



**Sviluppo di alveoli di corrosione in crateri, con rigonfiamento dello strato di vernice**

Foto: Lucchini, Accertamenti irripetibili su assile: risultati indagini MET, Quesito B.9, 30.6.2011, pag. 8

**Figura 2.8 - Assile 98331 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 2 - Crateri sotto vernice**



**Sviluppo di alveoli di corrosione in crateri, con rigonfiamento dello strato di vernice**

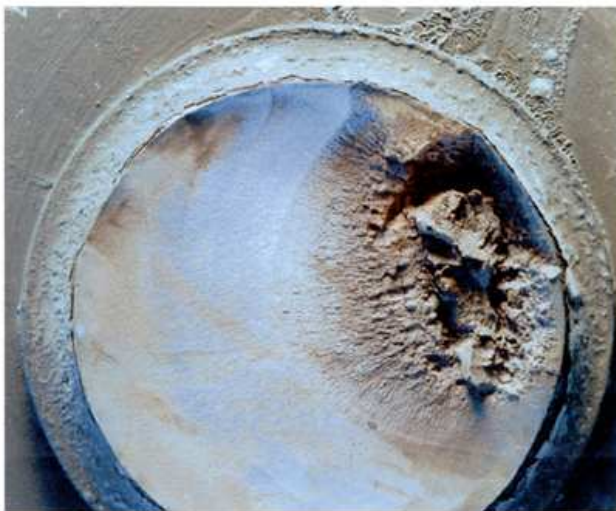
Foto: Lucchini, Accertamenti irripetibili su assile: risultati indagini MET, Quesito B.9, 30.6.2011, pag. 15

<< ... il colletto era caratterizzato da ossidazione diffusa con superficie butterata dai crateri formatesi in seguito all'ossido.

L'ossidazione preesisteva alla verniciatura perché lo strato protettivo, pur caratterizzato dalle "sbollature" era ancora integro.

Importante quanto affermato dai tecnici del laboratorio CSI nel loro report: "Al di sotto dei due strati di vernice è stata rilevata una patina ossidata del metallo, evidenziando ampie parti arrugginite">>.

### Figura 2.9 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 2 - Crateri sotto vernice



«lo stato di ossidazione del colletto dell'assile in prossimità della rottura doveva risaltare evidente nella sua gravità anche ad un addetto non certificato ai sensi della EN 473».

Ing. Toni, «Consulenza tecnica di Ufficio», 11.10.2011, pag. 242

Nelle **Figure 2.10, 2.11, 2.12 e 2.13**, si presentano le fotografie (con le fonti dalle quali sono tratte) relative alla fase 3 della catena causale della «Corrosion fatigue», rispettivamente: dell'innesco del difetto (cricca a fatica); di un particolare della zona di innesco, delle dimensioni di circa 3 mm di larghezza e di 1 mm di profondità; di particolari della zona di innesco del difetto (cricca a fatica); delle craterizzazioni localizzate nella zona di innesco presentata nella **Figura 2.13**.

**Figura 2.10 - Assile 98331 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 3 - Innesco del difetto (cricca a fatica)**



Foto: Lucchini, Accertamenti irripetibili su assile: risultati indagini MET, Quesito B.9, 30.6.2011, pag. 16

**Figura 2.11 - Assile 98331 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 3 - Innesco del difetto (cricca a fatica)**



Zona di innesco, dimensioni circa 3 mm di larghezza e 1 mm di profondità

Foto: Lucchini, Accertamenti irripetibili su assile: risultati indagini MET, Quesito B.9, 30.6.2011, pag. 19

**Figura 2.12 - Assile 98331 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 3 - Innesco del difetto (cricca a fatica)**



Foto: Lucchini, Accertamenti irripetibili su assile: risultati indagini MET, Quesito B.9, 30.6.2011, pag. 20

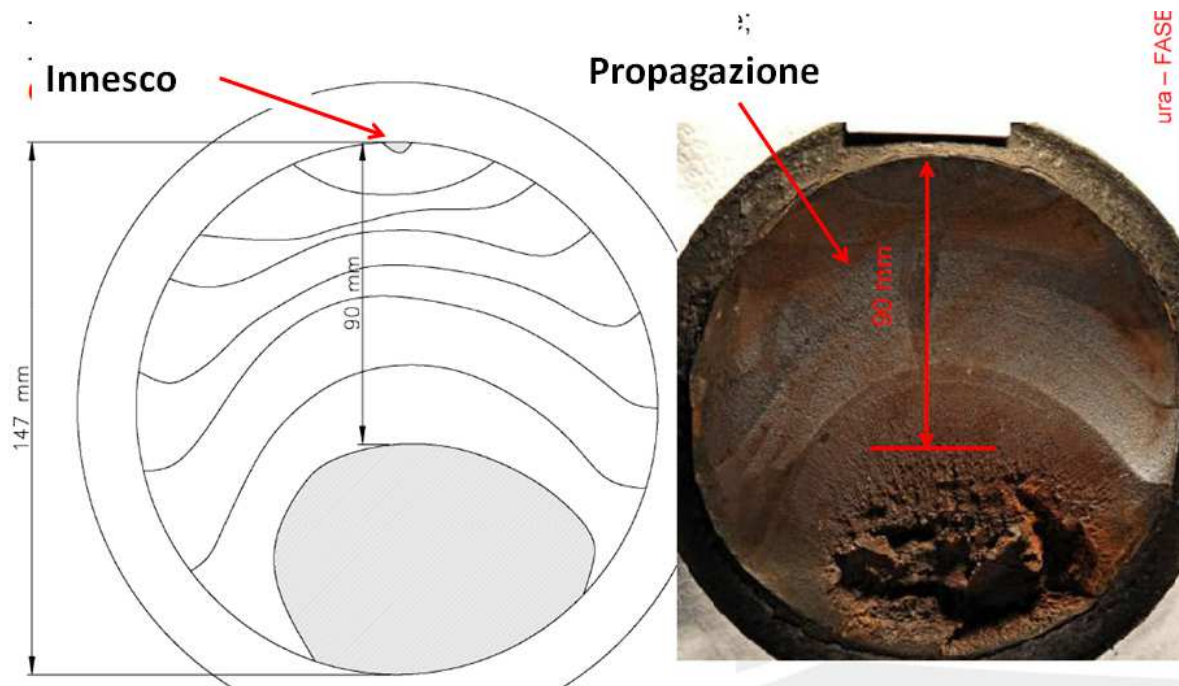
**Figura 2.13 - Assile 98331 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 3 - Innesco del difetto (cricca a fatica)**



Foto: Lucchini, Accertamenti irripetibili su assile: risultati indagini MET, Quesito B.9, 30.6.2011, pag. 25

Nelle **Figure 2.14, 2.15 e 2.16**, si presentano le fotografie (con le fonti dalle quali sono tratte) relative alle fasi 4 e 5 della catena causale della «Corrosion fatigue», e precisamente: assile 98331 (fase 4), propagazione del difetto (cricca a fatica); assile 98331 (fase 5) rottura; “Lucchini RS” (fase 5) rottura, “accertamenti irripetibili su assile 98331: risultati indagini MET – Sintesi conclusioni”.

**Figura 2.14 - Assile 98331 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 4 - propagazione del difetto (cricca a fatica)**



Lucchini, Accertamenti irripetibili su assile: risultati indagini MET, Quesito B.9, 30.6.2011, pag. 10



**Figura 2.15 - Assile 98331 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 5 - Rottura**



**Rottura di schianto**

Fotografia scattata la mattina successiva all'incidente, inclusa nel rapporto della Polizia Scientifica "Sopralluogo n°41/W6/2009 Comm.Viareggio" e riportata nella relazione Ing. D'Errico, «Relazione di consulenza tecnica», 10.05.2013 pag. 49

**Figura 2.16 - Assile 98331 - Catena causale della «Corrosion fatigue», 5 - Rottura**

**Accertamenti irripetibili su assile: risultati Indagini MET**

- SINTESI CONCLUSIONI -

Metallurgy and Laboratories Department

**LUCCHINI RS**

Frattura:

-mono-innesco che parte da superficie con irregolarità superficiali, tipo craterizzazioni (surface pitting), localizzate nell'intorno della zona innesco;

-nessun difetto metallurgico imputabile al processo di fabbricazione dell'assile rilevato in zona innesco;

-nessuna altra cricca (inneschi secondari) rilevata sulla superficie del raccordo, nell'intorno dell'innesco;

-propagazione sub-critica della cricca con morfologia ed andamento tipici di sollecitazioni prevalenti di flessione rotante (rotational bending) a basse sollecitazioni (low nominal stress): vds. ASM Handbook Vol. 11 Failure Analysis and Prevention – Fatigue Failure / 111 – Figure 18;

-rottura finale, con  $a_{cr} = 90$  mm.

**2.1 - CONCLUSIONI DEI CONSULENTI TECNICI DELLE DIVERSE PARTI, SULLE CAUSE DEL DISASTRO, PER QUANTO RIGUARDA:**

- **ORIGINE E PROPAGAZIONE DELLA CRICCA**
- **MANCANZA O INADEGUATEZZA DEI CONTROLLI**

Per comodità di lettura, le fonti relative alle conclusioni degli Autori che seguono, sono riportate con caratteri più piccoli, e precisamente:

- «La rottura dell'asse è stata provocata per propagazione di una cricca per fatica. Un tale evento è da intendersi certamente prevedibile per il fatto che è ben nota – fin dal secolo scorso – la problematica delle rotture di assili ferroviari imputabili a fenomeni di danneggiamento a fatica nei materiali metallici». (pag. 57)
- «... il fenomeno della rottura di un asse può essere certamente evitato, qualora vengano messe in opera le adeguate misure tecniche, (ovvero primariamente il controllo UT) rese disponibili nel settore». (pag. 59)

Politecnico di Milano, «*State of Play*», 03.10.2009, pagg. 57 e 59; documento trasmesso il 12.01.2010 al PM Dott. Amodeo dal difensore di Parte Civile, Avv. Marzaduri.

- «Senza alcun dubbio la *causa diretta* dell'incidente è stata il cedimento strutturale dell'assile dovuto a frattura a fatica del fusello della sala montata del primo carrello del primo carro (n. **3380 781 8 210-6**) in composizione al treno n. **50325** di Trenitalia S.p.A. - Divisione Cargo».

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie, «*Relazione di indagine per l'incidente ferroviario di Viareggio del 29.06.2009*», Roma, 23 marzo 2012, pag. 83.

- «... nella fase manutentiva, non risultano essere state rispettate le più elementari norme della buona tecnica né tantomeno le disposizioni riportate nel manuale VPI a cui il soggetto manutentore avrebbe dovuto fare riferimento almeno per obbligo contrattuale.»

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie, «*Relazione di indagine per l'incidente ferroviario di Viareggio del 29.06.2009*», Roma, 23 marzo 2012, pag. 83.

- «Dalla scheda movimento del carro si può ricavare il numero di km che ha percorso l'assile dopo il 2 marzo 2009 (quando è uscito dalla Officina Cima Riparazioni al termine della revisione) fino alla notte dell'incidente (29 giugno 2009) (...)
- Il carro aveva percorso in Italia, alla data del 2 marzo 2009, 206.243 Km ed al momento - [dell'immane e nefasto disastro, ndr.] - dell'incidente 228.768 Km. Dopo la revisione e fino alla data dell'incidente il carro ha percorso 22.525 chilometri.».

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie, «*Relazione di indagine per l'incidente ferroviario di Viareggio del 29.06.2009*», Roma, 23 marzo 2012, pag. 71.

- «... il tempo di propagazione della cricca dal momento del suo innesco al cedimento di schianto, pur ammettendo una serie di ipotesi cautelative, è risultato inquadrabile in un intervallo di percorrenza tra circa 500.000 km e 1.200.000 km, ovvero, posto che mediamente una ferro-cisterna percorre circa da 40000 a 80000 chilometri l'anno, in un intervallo temporale di circa 10-20 anni. Pertanto, ... si deve necessariamente ammettere che l'innesco della cricca sia riconducibile ad un periodo notevolmente antecedente alla data del 29 giugno 2009 ...».

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie «*Relazione di indagine per l'incidente ferroviario di Viareggio del 29.06.2009*», Roma, 23 marzo 2012, pag. 105.

- «... se si considera che il carro ferroviario su cui era montato l'assile in questione aveva percorso, dal momento della messa in servizio dopo la manutenzione, circa 23.000 km prima del suo cedimento, se ne conclude che la cricca, al momento dell'attività manutentiva, era già presente e doveva avere una dimensione tale da essere rilevata con forte probabilità se non addirittura con certezza ad un controllo ultrasonoro.»

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie «*Relazione di indagine per l'incidente ferroviario di Viareggio del 29.06.2009*», Roma, 23 marzo 2012, pag. 105.

- «L'assile è tranciato poco prima della sezione di calettamento della boccola, la sezione di rottura evidenzia una cricca estesa che ha portato la sezione resistente a ridursi notevolmente fino al totale cedimento.»

RFI, «*Relazione della Commissione di Inchiesta*», Roma, 09.09.2009, pag. 37 di 42.

- « ... sappiamo perfettamente ... quali elementi causali siano stati alla base dell'incendio di Viareggio e sappiamo ugualmente che essi si configurano in primo luogo nel cedimento a fatica del fusello d'assile posteriore sin. del carrello ant del noto carro.»

Ing. La Rocca, «*Memoria tecnica svolta per incarico e nell'interesse dell'ORSA*», Roma, 09.09.2009, pag. 10.

- « ... non si provvide alle operazioni di ripulitura delle sale dagli ossidi né alla sabbiatura. In quel periodo già da tempo la crettatura interna ed esterna alle superfici dell'assile procedeva nella sua espansione e pertanto si conclude che la visita US [ultrasuoni] o non fu fatta, oppure eseguita in modo inaccettabile.»

Ing. La Rocca, «*Memoria tecnica svolta per incarico e nell'interesse dell'ORSA*», Roma, 09.09.2009, pag. 34.

- «Gli accertamenti sull'origine della cricca (...) hanno comunque dimostrato che essa ha avuto origine in una zona interessata a diffusi crateri di ossidazione e questa è da ritenersi la causa primaria dell'innescò della cricca che portò a rottura l'assile ...».

Prof. Ing. Paolo Toni, «*Consulenza Tecnica di Ufficio*», 11.10.2011, pag. 195.

- «L'asse n. 98331 si è rotto proprio per la presenza di una cricca che non era stata rilevata dai CND posti in opera in fase di manutenzione.».

Prof. Ing. Paolo Toni, «*Consulenza Tecnica di Ufficio*», 11.10.2011, pag. 217.

- « ... si ritiene che l'officina Jungenthal che eseguì la manutenzione sulla sala n. 98331 non abbia ... posto in essere un adeguato livello di cura nelle attività svolte.
- Si ritiene anche che non fosse dotata dei mezzi per eseguire il livello di manutenzione richiesto dal dettato delle regole di manutenzione previste nel manuale di riferimento.
- È certo che un attento rispetto delle procedure di manutenzione formalizzate, l'attenta osservanza delle normative di riferimento e una migliore organizzazione delle attività collegabili al Centro Controlli Non Distruttivi della officina Jungenthal avrebbe reso di gran lunga meno probabile la rottura in linea dell'assile che fu la causa scatenante il disastro ferroviario accaduto Viareggio la notte del 29 giugno 2009>>».

Prof. Ing. Toni, «*Consulenza Tecnica di Ufficio*», 11.10.2011, pag. 249.

- “La cricca ha avuto origine in un punto della superficie dell’assile ove è stata riscontrata la presenza di un fenomeno di corrosione, con un innesco di profondità di 1 mm e larghezza 3 mm circa; inizialmente la cricca si è propagata molto lentamente in un lungo periodo precedente alla manutenzione del novembre 2008. Quando la sala è arrivata alla Junghenthal la cricca aveva dimensioni stimate pari a 10 -12 mm di profondità e 20-25 di larghezza.
- Se le procedure previste dalla normativa IS2 per il controllo degli assili fossero state applicate correttamente da parte della società Junghenthal, un difetto di tali dimensioni sarebbe stato individuato facilmente e si sarebbe evitata la rottura della sala ...”.

Prof. Beretta et al., *«Relazione dei consulenti tecnici di parte del gruppo FS»*, 13.10.2011, pagg.4 e 5 di 84.

- «... si può considerare che l’intervallo temporale tra l’innesco e il cedimento per fatica sia oscillante tra diverse centinaia di migliaia di chilometri (500.000 km - 600.000 km) e circa un milione di chilometri (1.000.000 km -1.200.000 km).».

Prof. Ing. Marco V. Boniardi, lettera alla Commissione d’inchiesta Ministeriale, 27.01.2012, pag. 3 di 7.

- « ... considerando che, mediamente, un carro cisterna per trasporto merci percorre tra i 40.000 e i 70.000 chilometri l’anno ... si deve necessariamente concludere che l’innesco del cedimento per fatica risalga a diversi anni (8-20 anni) prima dell’incidente ferroviario di Viareggio del 29 giugno 2009.
- Poiché, inoltre, è stato accertato che il carro ferroviario su cui era montato l’assile oggetto di cedimento, ha percorso, all’incirca, solamente 25.000 km dopo aver subito la manutenzione e il controllo periodico, se ne conclude che la cricca di fatica era già presente al proprio interno e doveva avere una tale

estensione da poter essere sicuramente rilevata mediante le abituali tecniche di controllo ad ultrasuoni.».

Prof. Ing. Marco V. Boniardi, lettera alla Commissione d'inchiesta Ministeriale, 27.01.2012, pag. 3 di 7.

- «... Gli assili ferroviari, in sede di manutenzione periodica, vengono regolarmente controllati con tecniche non distruttive ad ultrasuoni (ed eventualmente anche magnetoscopiche), proprio per evitare che si sviluppino cricche di fatica al loro interno: se è corretta l'ipotesi di una prolungata propagazione per fatica prima del cedimento, ne consegue necessariamente che i controlli atti a prevenire l'insorgenza del problema o non sono stati efficaci o non sono stati fatti.».

Prof. Ing. Marco V. Boniardi, lettera alla Commissione d'inchiesta Ministeriale, 27.01.2012, pag. 3 di 7.

- «La frattura si è innescata a partire da un cratere di corrosione presente sul raccordo tra portata di calettamento e fusello; nella medesima zona è stata rilevata la presenza di altri crateri di corrosione analoghi.
- La superficie di frattura è ben caratterizzata dall'avanzamento della cricca per fatica e conteggi cautelativi indicano che la cricca, al momento dell'ultima manutenzione, doveva avere dimensioni superiori a quelle a cui si può attribuire la certezza di essere individuata con una ispezione ultrasonora, secondo la procedura indicata nelle VPI.»

Ingg. Dario Vangi e Riccardo Licciardello, Relazione di perizia, 21.10.2011, pag. 83 di 154.

- «... 22.500 km prima della rottura, la cricca doveva avere una profondità di circa 11 mm. Una cricca con tale dimensione, nella posizione in cui si è

verificata e con la tecnica ultrasonora prescritta nelle VPI, risulta avere una probabilità di essere rilevata ... del 100%.»

Ingg. Dario Vangi e Riccardo Licciardello, Relazione di perizia, 21.10.2011, pag. 83 di 154.

- “Considerando anche condizioni gravose di esercizio, i risultati mostrano che al momento dell’ultima revisione la cricca doveva avere dimensioni tali (11 mm o superiore) da poter essere rilevata con le tecniche di ispezione ultrasonora utilizzate e con le procedure previste.”

Ingg. Dario Vangi e Riccardo Licciardello, Relazione di perizia, 21.10.2011, pag. 151.

- « ... la causa della rottura dell’asse 98331 è da attribuire al fenomeno della corrosion fatigue, vale a dire un innesco di una cricca a partire da alveoli (crateri) di corrosione.»

Ing. Fabrizio D’Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pag. 55.

- «l’assile 98331 già nel Giugno 2009 presentava evidenti “*rigonfiamenti*” nella zona del collare interessato dalla rottura;
- questi rigonfiamenti sono l’effetto della presenza di prodotti di corrosione formati al di sotto dello strato superficiale in tempi lunghi ... certamente superiori all’anno;
- dove ci sono prodotti di corrosione, vi sono anche dei crateri di corrosione, che sono il risultato del “consumo” dell’acciaio che si trasforma in ruggine».

Ing. Fabrizio D’Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pagg. 50 – 51

- «a partire da questi crateri di corrosione possono originarsi, sotto condizioni di carico ciclico, difetti più estesi in grado di evolvere in cricche di fatica, in



accordo con il meccanismo di danneggiamento noto con il termine anglosassone *corrosion fatigue*».

Ing. Fabrizio D'Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pag. 50.

- «le cinetiche di formazione di un simile danneggiamento sono molto lente (si parla con ordini di grandezza di anni, non di giorni o qualche mese), la presenza di simili rigonfiamenti non sarebbe dovuta sfuggire ad un occhio attento.».
- «nove mesi non sono sufficienti affinché si inneschi e si sviluppi il fenomeno della formazione del cratere di corrosione al di sotto della vernice protettiva».

Ing. Fabrizio D'Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pag. 50 e 52.

- «La presenza di “rigonfiamenti” è un chiaro indizio della presenza di alveoli di corrosione sottostanti. La presenza di zone ossidate (corrose) lungo il corpo assile doveva quindi indurre chi eseguiva i controlli ad ipotizzare che, essendo l'assile, ivi compresi i collari, costituiti dallo stesso materiale, vi era un'altissima probabilità che ci fossero piccoli alveoli di corrosione distribuiti anche nella zona dei collari.
- Pertanto il controllo della superficie dell'assile (a sala montata) deve essere condotto in generale sempre a regola d'arte nel senso che la prima ispezione visiva deve essere molto accurata e focalizzata proprio all'individuazione di zone interessate da alveoli di corrosione».

Ing. Fabrizio D'Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pag. 50.

- «Il cratere di corrosione, a sua volta, si è originato perché alveoli di corrosione non sono stati correttamente trattati in accordo invece con quanto prescritto dalle VPI-04.

- Se fossero infatti stati adeguatamente levigati (molati) e controllati dopo ogni operazione di levigatura, con i controlli MT locali (al fine di verificarne la totale eliminazione), il “*difetto*” origine della cricca di fatica che ha portato alla rottura dell’assile 98331 sarebbe stato certamente eliminato».

Ing. Fabrizio D’Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pag. 53.

- «l’identificazione di alveoli di corrosione disposti lungo il corpo assile avrebbe dovuto necessariamente preludere ad una altamente probabile presenza di altrettanti alveoli di corrosione anche sui collari.».

Ing. Fabrizio D’Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pag. 54.

- «le operazioni di manutenzione previste dal livello IS2, particolarmente quelle relative al:
  - trattamento dei danni superficiali, nello specifico alveoli di corrosione presenti sul corpo assile e collari;
  - controlli UT mediante sonde oblique;
- se svolte, sono state condotte in violazione delle prescrizioni del manuale VPI 04.».

Ing. Fabrizio D’Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pag. 52.

- «Se fosse stata eseguito il controllo MT locale, l’innescò della cricca, se pur di scarsa profondità, sarebbe stato intercettato.
- Il controllo con sonde oblique UT non è stato per nulla eseguito a superficie sgombra da vernice protettiva.
- In estrema sintesi si conclude che la causa della rottura dell’asse 98331 è da attribuire al fenomeno della *corrosion fatigue*, ...

- Se le operazioni di manutenzione fossero state eseguite a regola d'arte, in accordo con tutte le prescrizioni delle VPI 04, la cricca sarebbe stata certamente intercettata o l'assile scartato ...».

Ing. Fabrizio D'Errico, «*Relazione di consulenza tecnica*», Viareggio, 10.05.2013, pag. 55.

- “... si concorda con quanto il CT della Procura di Lucca asserisce riguardo al fatto che con ogni probabilità l'estensione del difetto esistente circa 22500 km prima della rottura fosse ben più grande nella realtà: probabilmente il doppio degli **11 mm** di difetto cautelativamente stimati.
- In ogni caso entrambe le relazioni concordano che già **11 mm** fossero una estensione in profondità della cricca tale da poter essere certamente rilevabile da un controllo agli ultrasuoni (UT).
- Tale certezza è ancor di più avvalorata dal fatto che il controllo UT doveva essere accompagnato dal controllo magnetoscopico, secondo lo schema di ispezioni IS2 dichiarato da Jungenthal.
- Si segnala che non è possibile eseguire un controllo magnetoscopico su di una superficie non perfettamente pulita e riportata al “*nudo*”.

Ing. D'Errico, «*Consulenza Tecnica nell'ambito dell'incidente probatorio*», nota 23 a pag. 68 di 69.

### **3. - LE PRINCIPALI RISULTANZE DELLE CONSULENZE TECNICHE SVOLTE DAI CC.TT. DEI PUBBLICI MINISTERI E DELLE PARTI CIVILI NEL PRESENTE PROCEDIMENTO, NONCHÉ QUELLE EVIDENZIATE NELLA “*RELAZIONE DI INDAGINE SULL’INCIDENTE FERROVIARIO DEL 29 GIUGNO 2009 NELLA STAZIONE DI VIAREGGIO*”, DELLA COMMISSIONE DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, DEL 23 MARZO 2012**

#### **3.1 – *BREVI NOTE INTRODUTTIVE***

Come si è documentato ed illustrato nel Capitolo 1 il concetto di “*fatica*” è stato introdotto per la prima volta dal matematico e ingegnere francese Jean-Victor Poncelet nelle sue lezioni alla scuola militare di Metz, negli anni 1837 – 1839, il quale riferendosi alle molle in acciaio sollecitate da una forza ciclica, scrive: “*anche le molle più perfette, col tempo, sono soggette a fatica*”.

Con l’avvento del trasporto ferroviario, ebbero luogo una serie di gravi disastri, per tutti si ricorda quello gravissimo dell’**8 maggio 1842** a Versailles (presso Meudon): *due locomotive e diciassette vagoni furono coinvolti in un disastro ferroviario con un numero di vittime compreso fra sessanta e cento (ma ci sono stime anche superiori), a causa della rottura di un assile della prima locomotiva.*

Il disastro ferroviario ebbe enorme risonanza e fu oggetto di studi approfonditi.

William Rankine, grande scienziato scozzese studioso di termodinamica, fu in grado di riconoscere che la rottura per fatica degli assili ferroviari era dovuta all’innesco ed all’avanzamento di cricche nel corpo degli stessi.

Egli, infatti, dopo il disastro ferroviario di Versailles del 1842, esaminò numerosi assili ferroviari fratturati e presentò le sue conclusioni in un articolo<sup>4</sup>, nel quale

---

<sup>4</sup> “*On the causes of Fracture of the Axles of Railways Carriages; and on the means of preventing such accidents by observing the law of continuity in their construction*”, “Minutes of Proceedings of Civil Engineers” vol. 2, **1843**, pag. 105.

identificò correttamente che la causa della rottura era dovuta nell'innescò della cricca in corrispondenza di punti di intensificazione delle sollecitazioni e dalla conseguente sua propagazione nell'assile.

Alle stesse conclusioni giunse Joseph Glynn a seguito delle analisi su assili spezzati.<sup>5</sup> In Gran Bretagna nel **1848** venne creato il *Railway Inspectorate* e il Parlamento britannico incaricò Eaton Hodgkinson, professore di meccanica all'University College di Londra, di coordinare una Commissione di ricerca sull'uso dell'acciaio nelle ferrovie e di riferire in parlamento sui suoi studi sperimentali concernenti gli effetti dei carichi ciclici sulle strutture in acciaio e su quanto possano essere caricate senza pericolo per la sicurezza.<sup>6</sup>

Inoltre, nel caso che ci occupa risultano di particolare interesse gli studi condotti dal direttore delle ferrovie prussiane, l'ingegnere August Wöhler, sugli assili ferroviari, che permisero di definire meglio il problema della rottura di manufatti metallici nel caso di sollecitazioni ripetute. Wöhler si rende conto che gli assili ferroviari collassavano molto prima del previsto, anche se dimensionati staticamente con coefficienti di sicurezza elevati. Per condurre i suoi studi Egli realizza la prima macchina per sottoporre i provini a flessione rotante (cfr. Capitolo 1, **Figura 1.3**), analogamente a quello che accade ad un assile ferroviario. Inoltre, Egli effettua numerose prove sottoponendo i provini a diversi carichi e a milioni di cicli fino alla loro rottura, stabilendo così una relazione tra lo sforzo cui è soggetto il materiale e il numero dei cicli prima della sua rottura.<sup>7</sup> August Wöhler riportò i risultati dei Suoi studi sperimentali sotto forma di tabelle in diverse pubblicazioni: il suo successore, il prof. Ludwig Spangenberg, direttore del *Mechanisch-Technische-Versuchsanstalt*,

---

<sup>5</sup> J. Glynn , “*On the causes of fracture of the axles of railways*”, “Minutes of Proceedings of Civil Engineers”, vol. 3, **1844**, pag. 202.

<sup>6</sup> Il “*Report of the Commissioners Appointed to Inquire into the Application of Iron to Railways Structure*” è pubblicato a Londra nel **1849**.

<sup>7</sup> Tra il **1851** e il **1898** August Wöhler pubblica 42 articoli su riviste tecniche tedesche. La presentazione del suo lavoro alla esposizione di Parigi del 1867 richiama l'attenzione a livello mondiale e negli anni successivi anche riviste britanniche danno grande rilievo ai suoi studi e risultati.

riportò i risultati degli esperimenti di Wöhler sotto forma di grafici, denominati curve di Wöhler (cfr. Capitolo 1, Figura 1.4 cit.), tuttora impiegati nella progettazione dei componenti meccanici.

Come si vede le cause che hanno determinato il terrificante disastro ferroviario accaduto nella stazione di Viareggio nella notte del 29 giugno 2009 erano arcinote da oltre 150 anni!

Pertanto, lo diciamo a chiare lettere gli imputati del presente procedimento penale sono responsabili dei reati loro ascritti, così come specificato nei capi di imputazione formulati dai Pubblici Ministeri nel presente processo.

In altri termini, il terrificante disastro ferroviario con il suo nefasto portato di morti e feriti gravi e gravissimi avvenuto il 29 giugno 2009 nella Città di Viareggio, poteva e doveva essere evitato, se si fossero adottati:

- I più rigorosi sistemi di prevenzione dei rischi insiti nel trasporto ferroviario di merci pericolose, quale è appunto il trasporto del G.P.L. liquido con ferrocisterne;
- L'installazione di idonei apparati (es. antisvio) sul cargo ferroviario;
- Idonei controlli strumentali e appropriati interventi manutentivi sugli assili (e gli altri componenti del vettore ferroviario), e, in primis, nel caso che ci occupa, sull'assile 98331;
- Inoltre, valutazione dei rischi specifici e predisposizione di adeguati piani di emergenza;

il tutto nel rispetto delle norme di buona tecnica e della normativa di legge.

### **3.2 - LE PRINCIPALI RISULTANZE DELLE CONSULENZE TECNICHE SVOLTE DAI CC.TT. DEI PUBBLICI MINISTERI E DELLE PARTI CIVILI**

Per evitare inutili duplicazioni, qui si danno per richiamate le risultanze cui sono pervenuti i predetti CC.TT., precisando che i temi focalizzati nella **Tabella 3.1** che segue sono condivisi dagli scriventi consulenti tecnici di queste due Parti Civili.

In particolare, si danno qui per richiamate le Relazioni Tecniche dei CC.TT. nominati nel presente procedimento penale dai Procuratori della Repubblica di Lucca, Dr. Giuseppe Amodeo e Dr. Salvatore Giannino, nonché delle Parti Civili, segnatamente le Relazioni tecniche dei seguenti CC.TT.:

- ***C.T. PROF. ING. PAOLO TONI: RISPOSTA AI QUESITI FORMULATI DAL PM DR. GIUSEPPE AMODEO, DEPOSITATA PRESSO LA PROCURA DELLA REPUBBLICA DI LUCCA IL 10.09.2010 (N° 40305);***
- ***C.T. PROF. ING. PAOLO TONI: RISPOSTA AI QUESITI FORMULATI DAL PM DR. GIUSEPPE AMODEO, DEPOSITATA PRESSO LA PROCURA DELLA REPUBBLICA DI LUCCA IL 11.10.2011 (N° 40305);***
- ***CC.TT. ING. CLAUDIO CHIAVACCI, ING. MARCO NICOLA CARCASSI, ING. FRANCESCO MAROTTA, ING. MARCELLO MOSSA VERRE: RELAZIONE DI CONSULENZA TECNICA, MARZO 2011;***
- ***ING. FABRIZIO D'ERRICO: RELAZIONE DI CONSULENZA TECNICA 26.05.2015, NELL'INTERESSE DI: FAMIGLIARI DELLE VITTIME, PROVINCIA DI LUCCA, CROCE VERDE, CGIL NAZIONALE E CGIL PROVINCIA DI LUCCA.***

Al fine di consentire una sintetica e agevole lettura di alcuni temi focali trattati nelle anzidette consulenze tecniche, nella **Tabella 3.1**, si riportano:

- Il nominativo del consulente tecnico
- Il documento (la fonte) con indicate la data e la pagina
- Il tema affrontato.

### **Tabella 3.1 – Le principali risultanze delle consulenze dei suddetti CC.TT.**

<p><b>Ing. Paolo Toni,</b> CTU 11.10.2011, pag. 46.</p> <p><i>Elemento che ha causato lo squarcio della cisterna</i></p>	<p>&lt;&lt;La Commissione di indagine di Trenitalia è incerta tra la controrotaia prospiciente alla suddetta piegata ed un picchetto di riferimento delle curve (indicando quello - n. 23 - rinvenuto effettivamente sotto il carro cisterna sfondato).</p> <p>La Commissione di indagine del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti è indecisa tra i picchetti di riferimento (non meglio specificati) e la controrotaia indicata anche da Trenitalia.</p> <p>I professori Boniardi e D'Errico per conto della Provincia di Lucca, basandosi essenzialmente sulla geometria dello squarcio, indicano chiaramente che il mantello della cisterna fu sfondato e tagliato dal picchetto n. 24.</p> <p>Il dott. Indulgenza indica anch'egli chiaramente in un picchetto la causa della perforazione del serbatoio. Dalla posizione riportata nella tabella sembra che voglia riferirsi al picchetto n. 23, trovato divelto sotto la cisterna e non al n. 24 che, pur travolto dalla cisterna, fu rinvenuto circa 7 m. distante dalla sua parte posteriore s.m.t.</p> <p>Solo le indagini di RFI e le consulenze presentate nel suo interesse (ing. Beretta, Ing. De Iorio, ing. Borgia) indicano, senza ombra di dubbio, nell'urto cisterna - piegata a zampa di lepre la causa dello squarcio da cui fuoriuscì il GPL che provocò le tragiche conseguenze che hanno caratterizzato il disastro ferroviario di Viareggio&gt;&gt;.</p>
<p><b>Ing. Paolo Toni,</b> CTU 11.10.2011, pag. 172.</p> <p><i>Elemento che ha causato lo squarcio della cisterna</i></p>	<p>&lt;&lt;Dall'esame dei diversi confronti si evince che solo il picchetto presenta conformità rispetto a tutti i criteri di analisi esaminati e che è quindi il picchetto, al di là di ogni ragionevole dubbio, l'elemento infrastrutturale che perforò la cisterna e questo adottando anche una rigorosa procedura di valutazione di tipo deterministico. Gli altri due oggetti non possono essere presi in considerazione nemmeno in via probabilistica&gt;&gt;.</p>
<p><b>Ing. Paolo Toni,</b> CTU 11.10.2011, pag. 195.</p> <p><i>Causa della rottura dell'assile</i></p>	<p>&lt;&lt;Gli accertamenti sull'origine della cricca,... hanno comunque dimostrato che essa ha avuto origine in una zona interessata a diffusi crateri di ossidazione e questa è da ritenersi la causa primaria dell'innesco della cricca che portò a rottura l'assile n. 98331.&gt;&gt;</p>
<p><b>Ingg. Chiavacci, Carcassi, Marotta, Mossa Verre, CC.TT.</b> Relazione tecnica, marzo 2011, pag. 119.</p> <p><i>Sistemi di protezione e cautele</i></p>	<p>&lt;&lt;... l'esistenza di muri pieni, di altezza uguale a quella prevista per le barriere antirumore (impermeabili) avrebbe certamente ridotto il passaggio della nube oltre la barriera. Dai calcoli effettuati si può stimare in questo caso una riduzione di circa 84%, riferita alla quantità di gas che avrebbe superato la barriera, in quanto la nube sarebbe stata trattenuta sostanzialmente entro la sede ferroviaria&gt;&gt;.</p>



<p><b>Ingg. Chiavacci, Carcassi, Marotta, Mossa Verre, CC.TT.,</b> Relazione tecnica, marzo 2011, pag. 120.</p> <p><i>Sistemi di protezione e cautele</i></p>	<p>&lt;&lt;... le misure che avrebbero potuto concorrere a mitigare gli effetti ed a limitare i danni corrispondono sostanzialmente a quelle di carattere gestionale, fondate su:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. consapevolezza del rischio,</li> <li>2. previsione dei possibili scenari incidentali e dei relativi impatti,</li> <li>3. individuazione di misure di protezione per i soggetti esposti (lavoratori, viaggiatori, popolazione),</li> <li>4. pianificazione delle modalità di gestione dell'emergenza,</li> <li>5. processi di consultazione, informazione e istruzione dei soggetti potenzialmente esposti a danni,</li> <li>6. verifiche periodiche di efficienza ed efficacia delle pianificazioni di emergenza effettuate e dei comportamenti di autoprotezione dei soggetti esposti (lavoratori, viaggiatori, popolazione).</li> </ol> <p>Pertanto, a prescindere dalle misure di prevenzione anche di tipo gestionale e/ o strutturale relative al materiale rotabile, la mitigazione degli effetti dell'incidente verificatosi avrebbe potuto essere concretamente conseguita attraverso le seguenti cautele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la disponibilità di un efficace "sistema di gestione della sicurezza" (SGS) finalizzato a concorrere alla riduzione dei rischi anche attraverso la realizzazione delle attività di cui ai punti I, 2, 3 e 4 del precedente elenco...</li> <li>- una maggiore diffusione della "cultura della protezione civile", la cui effettività si esprime attraverso la realizzazione delle attività di cui ai punti 4, 5, e 6 del precedente elenco&gt;&gt;.</li> </ul>
<p><b>Ingg. Chiavacci, Carcassi, Marotta, Mossa Verre, CC.TT.,</b> Relazione tecnica, marzo 2011, pag. 122.</p> <p><i>Sistemi di protezione e cautele</i></p>	<p>&lt;&lt;Nell'ambito del processo evolutivo del sistema ferroviario italiano, sia RFI che Trenitalia, si sono dotate di un sistema di gestione della sicurezza (SGS) ampio e articolato.</p> <p>Dall'esame dei documenti di RFI ..., risulta che il SGS era - almeno in una fase iniziale - finalizzato a "contribuire alla riduzione dei rischi connessi all'attività di gestione della circolazione che coinvolgono il proprio personale, il pubblico, i beni e l'ambiente". Ciò manifestava la volontà di considerare anche i rischi che coinvolgono il pubblico in generale, oltre al personale dipendente.</p> <p>L'orientamento iniziale, finalizzato all'individuazione di tutti i rischi, si è successivamente modificato non ricomprendendo in maniera esplicita i rischi riguardanti la popolazione esterna all'infrastruttura ferroviaria. Si è verificata, in sostanza, una riduzione del campo di applicazione essenzialmente alle aree di competenze del gestore dell'infrastruttura ferroviaria. L'obiettivo del SGS, quale illustrato nella disposizione DO 13/2001, ricomprendeva la valutazione dei pericoli anche per le aree esterne all'infrastruttura, in quanto soggette agli effetti di possibili incidenti, ai fini di una minimizzazione degli stessi: ciò che avrebbe anche innescato le azioni di protezione, compresa la pianificazione dell'emergenza esterna.</p> <p>Per quanto sopra, non risultano essere state effettuate, per l'area di interesse, analisi di sicurezza tendenti ad evidenziare incidenti importanti come quello accaduto e ciò ha comportato, di conseguenza, la mancata adozione di azioni ed interventi di riduzione dei rischi. In generale, tale situazione appare confermata anche dal rapporto di audit sulla <i>Sicurezza della circolazione e</i></p>

	<p><i>dell'esercizio ferroviario, Sistema integrato di gestione della sicurezza RFI, effettuato dalla ANSF su RFI (nel 2008), ove viene rilevato che non si ha evidenza di una sintesi finale per la definizione di chiare priorità, definite attraverso un'analisi e valutazione dei rischi complessiva.</i></p> <p><i>Va aggiunto, peraltro, che anche le risultanze delle valutazioni sul rischio cui è tenuta ogni impresa ferroviaria, nell'ambito del proprio SGS (ai sensi della DU 13/ 2001), dovrebbero rappresentare elemento importante dell'analisi di rischio di RFI, sia per il rilascio del Certificato di Sicurezza all'impresa ferroviaria, sia per la stessa analisi di rischio, nell'accezione ampia sopra richiamata.</i></p> <p><i>Per concludere, va rilevato che con specifico riferimento all'analisi dei rischi per l'infrastruttura ferroviaria del sito di Viareggio, su richiesta inoltrata dalla PG per conto del Collegio sulle procedure del sistema sull'analisi dei rischi, RFI ha confermato che “nell'applicazione dei documenti in parola alla Stazione di Viareggio, il responsabile della valutazione non ha rilevato – anche in virtù dell'assenza di eventi incidentali, aventi analoghe dinamiche, registrata all'atto di detta valutazione – la presenza di criticità tali da richiedere l'adozione di azioni correttive o preventive.&gt;&gt;</i></p>
<p><b>Ing. Fabrizio D'Errico, CT</b> Relazione Tecnica datata 26.05.2015, Pag. 94.</p> <p><i>Elemento che ha causato lo squarcio della cisterna</i></p>	<p>&lt;&lt;L'assenza sulla zampa di lepre di ogni evidenza di una fascia di contatto abrasa corrispondente sia in morfologia e sia in larghezza alla fascia di contatto abrasa rilevata invece sulla cisterna nella zona di uscita del tagliente (i.e. zona dell'imminente disimpegno tra le superfici antagoniste) è <b>condizione sufficiente ad escludere</b> che tra la zampa di lepre e la fascia abrasa sulla cisterna visibile in Figura 50 ci sia stato contatto.</p> <p>Per <b>converso</b>:</p> <p>La presenza di una fascia abrasa sulla punta del picchetto n.24 corrispondente <b>sia in morfologia e sia in larghezza di fascia</b> abrasa alla fascia di contatto abrasa rilevata sulla cisterna nella zona di uscita del tagliente è <b>condizione sufficiente a determinare che</b> tra la punta del picchetto n.24 e la fascia abrasa sulla cisterna ... ci sia stato diretto contatto.&gt;&gt;</p>
<p><b>Ing. Fabrizio D'Errico, CT</b> Relazione Tecnica datata 26.05.2015, Pag. 53.</p> <p><i>Inadeguatezza dei controlli sull'assile 98331</i></p>	<p>&lt;&lt;per un qualsiasi organo in acciaio, sano in termini di assenza di difetti superficiali o sub-superficiali macroscopici e che sia sollecitato nel rispetto del buon progetto, sulla base delle modalità e tempistiche naturali che occorrono per l'evoluzione del danno cratere di corrosione + innesco di cricca propagante su un organo meccanico sollecitato nei limiti prescritti dal buon progetto, non è possibile che si manifesti una frattura per fatica in un arco temporale di circa 6 mesi che consideri l'intera sequenza di meccanismi nell'ordine qui di seguito: 1) enucleazione di un difetto tipo alveolo di corrosione, 2) innesco di una cricca e propagazione fino a finale rottura.&gt;&gt;</p>
<p><b>Ing. Fabrizio D'Errico, CT</b> Relazione Tecnica datata 26.05.2015.</p> <p><i>Inadeguatezza dei</i></p>	<p>&lt;&lt;nel caso di specie che riguarda l'assile 98331, l'esecuzione congiunta di:</p> <p>a) un controllo MT locale da eseguire sui punti più sensibili alla comparsa degli alveoli, <b>quali proprio le gole di scarico</b> (qui si raccoglie più facilmente sporco e umidità rispetto a qualsiasi altra porzione dell'assile), meglio ancora sostituita da un MT totale, atta proprio ad identificare alveoli</p>

<p><i>controlli sull'assile 98331</i></p>	<p>non visibili ad occhio nudo, b) il successivo UT come prescritto dalle operazioni di manutenzione tipo IS2, avrebbe innalzato la <b>percentuale di intercettabilità della cricca che ha rotto l'asse 98331 almeno al 98% ...&gt;&gt;</b>.</p>
<p><b>Commissione ministeriale,</b> “Relazione di indagine per l'incidente ferroviario di Viareggio”, 23.03.2012, pag. 104</p> <p><i>Propagazione della cricca e inadeguatezza dei controlli</i></p>	<p>&lt;&lt;Sulla scorta dei dati geometrici dell'assile ..., delle ruote, delle forze applicate sul fusello a pieno carico ... e a vuoto ... dei dati sperimentali di cui sopra rilevati a seguito delle prove di laboratorio, dei chilometri percorsi dal carro a pieno carico (circa 10500 Km) e a vuoto (circa 12000 Km), risulta che la cricca, che ha avuto origine in un punto della superficie dell'assile ove è stata riscontrata la presenza di un fenomeno di corrosione, con un innesco di profondità di 1 mm e larghezza 3 mm circa, si è inizialmente propagata molto lentamente in un lungo periodo precedente alla manutenzione del novembre 2008.</p> <p>Quando la sala è arrivata alla Società Jungenthal la cricca aveva dimensioni stimate pari a 10 – 12 mm di profondità e 20 - 25 mm di larghezza.</p> <p>La propagazione sub-critica è risultata di 90 mm ...</p> <p>Una cricca di tali dimensioni certamente sarebbe stata rilevata da controlli ultrasonori, posto che questo tipo di esame è in grado di rilevare con probabilità del 100% difetti dell'ordine di 5-8 mm.&gt;&gt;</p>
<p><b>Commissione ministeriale,</b> “Relazione di indagine per l'incidente ferroviario di Viareggio”, 23.03.2012, pag. 108</p> <p><i>Innesco della frattura</i></p>	<p>&lt;&lt;Non sono state rilevate altre cricche o inneschi secondari.</p> <p>L'innesco della frattura ha avuto origine da un unico cratere di corrosione e per effetto delle sollecitazioni cicliche a flessione rotante ha provocato la rottura per fatica del materiale.</p> <p>I risultati delle verifiche della superficie di frattura e dell'analisi dei campioni con microscopio ottico e a scansione elettronica è stato [hanno, NdR] escluso che l'origine della cricca possa risalire a difetti di costruzione dell'assile (micro rugosità, zone di filettatura, angoli acuti ecc..) o ad azioni meccaniche provocate da enti o soggetti esterni (intagli, fori, sfregamento, urti, ecc).&gt;&gt;</p>
<p><b>Commissione ministeriale,</b> “Relazione di indagine per l'incidente ferroviario di Viareggio”, 23.03.2012, pag. 114</p> <p><i>Controlli straordinari sugli assili</i></p>	<p>&lt;&lt;A seguito dell'evento di Viareggio l'ANSF con una serie di provvedimenti di cui si richiamano solo quelli di più immediata applicazione (es. provvedimento n° ANSF 03502/09 del 02.07.2009, prot. ANSF 03556/09 del 03/07/2009) <b>ha imposto l'effettuazione di controlli straordinari sugli assili</b>, finalizzati ad individuare eventuali difettosità, <b>ovvero ha imposto per i carri immatricolati in Italia e per quelli immatricolati all'estero ma circolanti in Italia l'obbligo, da parte delle Imprese Ferroviarie, ai proprietari/noleggiatori /utilizzatori di accertarsi che per gli assili di tipo “A” (rif. Fiche UIC 510.1) fosse garantita la tracciabilità</b>, ed in caso contrario di procedere a controlli straordinari per la verifica di eventuali difetti. (nota n° ANSF 04738/09 del 26.08.2009).&gt;&gt;</p>
<p><b>Commissione ministeriale,</b></p>	<p>&lt;&lt;La Commissione ritiene fondamentale, ai fini della prevenzione degli incidenti ferroviari riconducibili alla fattispecie di cui alla presente indagine,</p>

<p>“Relazione di indagine per l’incidente ferroviario di Viareggio”, 23.03.2012, pagg. 116 – 119</p>	<p>proporre raccomandazioni sia di ordine normativo, sia di ordine tecnico-operativo.</p> <p>Per quanto riguarda il primo aspetto è importante il ruolo svolto a livello europeo dall’Agenzia ferroviaria Europea (ERA), affidando a tale organismo almeno i seguenti compiti cruciali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tenuta di un registro comunitario sul materiale rotabile circolante sulla rete europea, così come accade, per analogia, al trasporto aereo, su cui annotare i dati di identificazione dei componenti ritenuti importanti per la sicurezza del trasporto ferroviario, i dati di omologazione, i risultati delle verifiche tecniche sia riferiti agli interventi periodici che straordinari, eventuali sostituzioni e/o assemblaggi di componenti ritenuti importanti ai fini della circolazione ferroviaria, anche ai fini dell’adozione di provvedimenti restrittivi per i soggetti che manifestano comportamenti non rispondenti agli standard di sicurezza definiti;</li> <li>- definizione degli standard manutentivi individuando procedure operative valide su tutto il territorio dell'Unione;</li> <li>- certificazione dei soggetti abilitati ad effettuare interventi di manutenzione sul materiale rotabile circolante sul territorio europeo, definendo i requisiti (caratteristiche tecnologiche e professionali) necessari ad abilitare un'impresa operante nel processo della manutenzione dei componenti dei veicoli ferroviari;</li> <li>- procedure e/o sistemi di verifica e di controllo sull’operato dei soggetti abilitati ad effettuare interventi manutentivi sia periodici che straordinari ed introduzione di un sistema sanzionatorio da attuare in caso di accertate violazioni delle regole e degli standard di sicurezza stabiliti.</li> </ul>
<p><b>Raccomandazioni di ordine normativo</b></p>	<p>Per quanto riguarda il secondo aspetto la Commissione d’indagine ritiene importante proporre ai fini della prevenzione degli incidenti della medesima natura di cui alla presente indagine, le seguenti procedure di ordine tecnico-operativo: di cui alla presente indagine, le seguenti procedure di ordine tecnico-operativo:</p> <p><b>1) tracciabilità completa degli assili</b></p> <p>Al momento dell’effettuazione della manutenzione il soggetto preposto dovrà provvedere ad identificare in maniera univoca, indelebile, i componenti dei carrelli sui quali viene eseguita la manutenzione apponendo, su un apposito supporto di tipo elettronico, il codice di identificazione del soggetto medesimo, il codice identificativo dell’elemento sottoposto a manutenzione l’esito delle operazioni effettuate e la data del successivo intervento.</p> <p>Inserimento di tutti i dati geometrici, strutturali e degli interventi manutentivi rilevanti eseguiti sull’assile in una banca dati o in un registro unico europeo accessibile agli organismi preposti ai controlli e agli altri soggetti preposti alla manutenzione opportunamente certificati ed accreditati.</p> <p><b>2) obbligo di registrazione delle risultanze delle prove eseguiti sugli assili e/o su tutti i componenti importanti ai fini della sicurezza ferroviaria</b></p> <p>Tutti i risultati delle prove di natura sensibile (CND, US-MT, schede di lavorazione ecc.) eseguiti sui componenti ritenuti importanti per la sicurezza della circolazione ferroviaria dovranno essere inseriti in una banca dati</p>
<p><b>Raccomandazioni di ordine tecnico</b></p>	

europea in forma criptografata o in chiaro, ma non manipolabile, al fine di poter verificare in tempi successivi lo stato del componente ovvero l'evoluzione di eventuali difetti o anomalie rilevati durante l'intera vita del componente. Tali dati, accessibili a tutti i soggetti preposti ai controlli e a altri soggetti preposti alla manutenzione opportunamente certificati ed accreditati.

**3) *obbligo di distruzione di tutti gli assili per i quali non sia possibile la tracciabilità*** come conseguenza dei precedenti punti, qualora la vita di un assile non sia perfettamente trasparente e risulti di difficile ricostruzione la sua storia manutentiva, sarà opportuno imporre l'obbligo della distruzione dandone prova certa agli organismi preposti alla sicurezza.

**4) *controlli a campione visivi e strumentali sulle verifiche e prove dei Controlli Non Distruttivi (C.N.D.) effettuate dai tecnici o da organismi allo scopo preposti*** sulla base degli obblighi manutentivi definiti sarà opportuno che da parte dei soggetti preposti al controllo vengano eseguite verifiche sull'attività svolta dai soggetti preposti alla manutenzione - appositamente certificati e/o accreditati – sia presso le sedi operative delle medesime imprese di manutenzione, sia mediante controlli a campione sui veicoli ferroviari già sottoposti a revisione. Mentre per i controlli strumentali sarà opportuno ripetere le prove anche con l'utilizzo della medesima strumentazione.

**5) *definizione di vita utile dei componenti importanti per la sicurezza ferroviaria*** nell'ottica di prevenire incidenti ferroviari può essere necessario introdurre un termine temporale massimo per l'utilizzo degli organi meccanici di sicurezza (assili, ruote, boccole ecc.), tenendo conto del concetto della fatica ciclica soprattutto a flessione rotante a cui taluni componenti meccanici sono sottoposti durante il normale esercizio.

**6) *interventi manutentivi da effettuarsi non solo "a tempo" ma anche a percorrenze "chilometriche prestabilite" ovvero con cadenze temporali più frequenti anche in relazione alla vetustà dei componenti.***

nell'ottica di prevenire incidenti ferroviari può essere necessario introdurre il concetto della manutenzione a "chilometri prestabiliti" oltre che "a tempo". Circostanza scaturita dal maggior utilizzo dei carri derivante dalla modificazione dell'assetto normativo e organizzativo europeo.

**7) *controlli a campione visivi e strumentali sulle verifiche e prove dei Controlli Non Distruttivi (C.N.D.) effettuate dai tecnici o da organismi allo scopo preposti***

**8) *utilizzo di dispositivo rivelatore di svio***

altro aspetto importante attinente alla "sicurezza attiva" della circolazione ferroviaria riguarda l'adozione di dispositivi rivelatori sui carri.

L'applicazione di detti dispositivi consentirebbe di avvisare in tempo utile il macchinista in ordine ad una eventuale instabilità di un carrello del treno, consentendo di porre in essere quelle azioni volte ad evitare l'incidente, o quantomeno a ridurre le conseguenze di uno svio.

Infine la Commissione ritiene importante evidenziare due ulteriori aspetti che hanno o potrebbero avere risvolti sulla prevenzione degli incidenti ferroviari

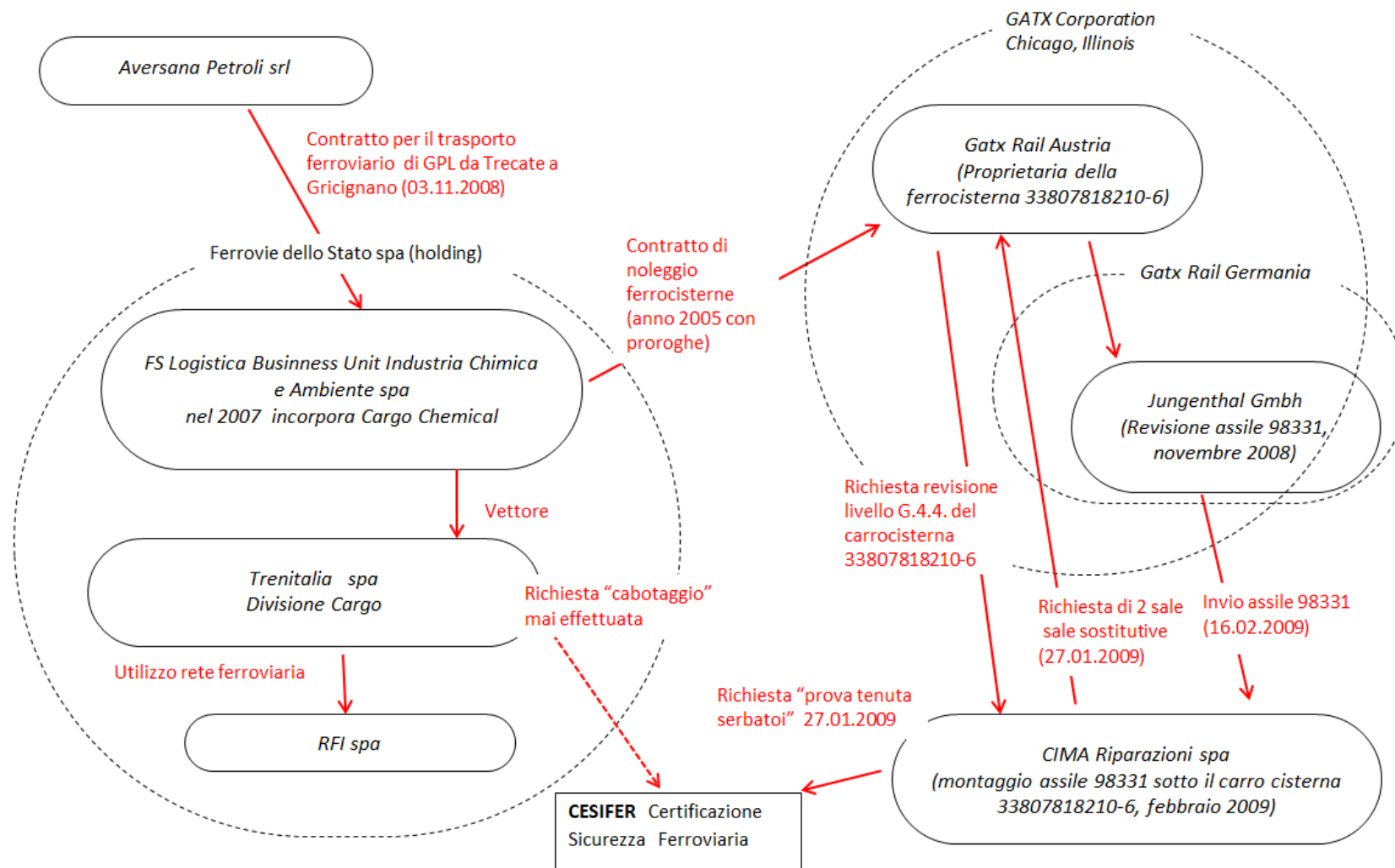
	<p>che riguardano l'infrastruttura e le norme che regolamentano i contratti di locazione dei carri.</p> <p><i>In particolare</i></p> <p><i>a) analisi della distribuzione degli impianti RTB sul territorio</i></p> <p>E' importante garantire una distribuzione capillare sul territorio (almeno ogni 60 Km) degli impianti rilevatori temperatura boccole (RTB), anche di nuova generazione, in considerazione dell'estensione delle maglie della rete ferroviaria e dei molteplici percorsi che possono essere effettuati dai convogli ferroviari specie se trasportano merci pericolose;</p> <p>b) La Commissione ritiene necessario che sia effettuato un approfondimento in merito alle regole di locazione dei carri al fine di individuare in maniera univoca le responsabilità connesse in caso di incidenti.&gt;&gt;</p>
--	--

I CC.TT. di queste due Parti Civili, “*Medicina Democratica*” e Sig. Silvano Ticciati, condividono le risultanze sopra richiamate relative alle consulenze tecniche svolte dai CC.TT. dei Pubblici Ministeri e delle parti civili, nonché quanto evidenziato in tema di propagazione della cricca e inadeguatezza dei controlli da parte della Commissione ministeriale di indagine sul disastro ferroviario del 29.06.2009 a Viareggio.

Inoltre, come già ricordato, gli scriventi CC.TT. condividono altresì le conclusioni esposte nel precedente Capitolo 2 alle quali sono pervenuti diversi consulenti tecnici sulle cause del disastro, per quanto riguarda:

- *origine e propagazione della cricca*
- *mancaza o inadeguatezza dei controlli specialistici non distruttivi e degli interventi manutentivi, che hanno determinato la rottura dell'assile 98331.*

#### 4. – LE SOCIETA' COINVOLTE NELL'IMMANE E NEFASTO DISASTRO FERROVIARIO AVVENUTO NELLA CITTÀ DI VIAREGGIO IL 29 GIUGNO 2009 – FIGURA 4.1



In proposito, non appare pleonastico richiamare i fatti che hanno coinvolto le società nel presente procedimento penale, che vede rinviate a giudizio 33 persone e 8 società alle quali è stata contestata la violazione del D.lgs.vo 231/2001.

I fatti che coinvolgono le otto società (cfr. la Figura 4.1) possono essere così sintetizzati:

- In data 03 novembre 2008 le società Aversana Petroli S.r.l. (con sede legale in Aversana) ed F.S. Logistica Business Unit Industria Chimica e Ambiente S.p.A. (società con sede legale in Roma, interamente partecipata dalla holding Ferrovie dello Stato S.p.A., il cui pacchetto azionario è a sua volta interamente detenuto dal Ministero delle Finanze) sottoscrivono un “*Contratto per il trasporto ferroviario di GPL da Trecate a Gricignano*”; con esso la società Aversana Petroli affida alla società F.S. Logistica l’organizzazione del servizio di trasporto via ferrovia di GPL dallo stabilimento SARPOM di Trecate (Novara) al deposito di Aversana Petroli sito nella Zona Industriale di Gricignano (Caserta). Contrattualmente, il servizio avrebbe dovuto essere effettuato per due volte alla settimana per 48 settimane annue, con “*treni completi di 16 carri*” nel periodo compreso tra il 1 gennaio 2009 ed il 31 dicembre 2011.
- Al riguardo, si evidenzia che la società F.S. Logistica S.p.A. è una società del Gruppo Ferrovie dello Stato S.p.A. iscritta all’albo degli spedizionieri e come tale non possiede né l’attrezzatura di lavoro né le abilitazioni necessarie per lo svolgimento del servizio. Pertanto, la predetta società per adempiere al contratto stipulato con la società Aversana Petroli, incaricherà la società Trenitalia S.p.A. - (società interamente controllata dalla holding Ferrovie dello Stato S.p.A. ed



unica, tra le società appartenenti al Gruppo, ad essere abilitata al trasporto delle merci e delle persone su rotaia) - all'esecuzione del trasporto vero e proprio del GPL dallo stabilimento SARPOM di Trecate (Novara) al citato deposito della società Aversana Petroli.

- Si precisa che le ferro cisterne (composte dalla cisterna e dalla sottostruttura) che dovranno essere utilizzate a tal fine erano già nella disponibilità della società F.S. Logistica che aveva stipulato nel 2005 un precedente contratto di noleggio con la società Gatx Rail Austria e successivamente prorogato nel tempo (all'epoca il contratto venne sottoscritto dalla società Cargo Chemical S.p.A., poi confluita in F.S. Logistica).

Alla luce di quanto precede, risulta che:

La società Trenitalia S.p.A., in qualità di vettore, trasporterà il GPL da Trecate a Gricignano;

- La stessa società per effettuare tale servizio utilizzerà le ferro cisterne ad essa sub nolleggiate da F.S. Logistica S.p.A. che, in precedenza, le ha a sua volta nolleggiate dalla società GATX Austria;
- Il trasporto verrà effettuato transitando sulla rete ferroviaria italiana che, come noto, è gestita da un'altra società del Gruppo Ferrovie dello Stato, denominata RFI S.p.A., anch'essa interamente partecipata dalla holding Ferrovie dello Stato S.p.A..
- Come è noto, la ragione del deragliamento del treno merci 50325 (Trecate-Gricignano, composto da 14 carri-cisterna contenenti GPL) è stata la rottura dell'assile posteriore del carrello di testa del primo carro; ma quale è stata la causa che l'ha provocata? La risposta, sulla quale al momento non vi è contestazione alcuna, è che essa è stata causata da una cricca, ovvero da una discontinuità

nel materiale costituente l'assile, che si è poi propagata nel tempo sino a generarne la rottura definitiva.

- Va altresì evidenziato che la società GATX Rail Austria è la proprietaria dei carri cisterna; quest'ultima è parte della branch europea della GATX Corporation, multinazionale USA avente il suo quartiere generale a Chicago, Illinois.
- Un'altra componente della branch europea della GATX è rappresentata dalla GATX Rail Germania, a sua volta proprietaria, perché da essa interamente partecipata, della società Jungenthal GmbH che si occupa, quale officina, della manutenzione dei rotabili GATX e dei loro componenti.
- Inoltre, l'assile oggetto della frattura di cui al presente processo (con il numero identificativo 98331) era stato revisionato nel novembre 2008 proprio dalla società Jungenthal mediante un controllo (che sarebbe dovuto avvenire) con la tecnica degli ultrasuoni, per individuare l'esistenza di tali simili cricche. Purtroppo, nel caso in oggetto ciò non accadde, cosicché la sala superò la revisione e venne stoccata presso la Jungenthal in attesa di essere impiegata in futuro.
- Nel gennaio 2009 una delle ferro cisterne impiegate nel trasporto di GPL venne inviata, su indicazione della GATX Rail Austria, alla società Cima Riparazioni S.p.A. (società italiana con sede a Bozzolo nel mantovano) per essere sottoposta ad una serie di attività manutentive: gli operatori di quest'ultima società si accorsero che due delle sale asservite a quella ferro cisterna dovevano essere sostituite e segnalavano la cosa alla GATX Rail Austria, chiedendo nel contempo l'invio di due sale in sostituzione.
- Una di queste fu proprio **la sala 98331** che, unitamente alla gemella n. 85890, la società Cima Riparazioni S.p.A. montò sotto il carro

nel febbraio 2009, così originando la condotta che ha poi portato sul banco degli imputati sia il suo amministratore unico che alcuni degli operatori che si sarebbero dovuti accorgere, secondo la prospettazione accusatoria, del cattivo stato manutentivo della sala **98331**.

In estrema sintesi, questi sono i fatti e le società coinvolte (con i relativi imputati) nel terrificante e nefasto disastro ferroviario causato nella Città di Viareggio il 29 giugno 2009 di cui è processo.

Da tali fatti derivano due palmari considerazioni:

- La prima è che l'immane disastro ferroviario di Viareggio trascende i confini nazionali, coinvolgendo società di diversi Paesi europei e quindi, inevitabilmente, tutte le organizzazioni che a livello nazionale e sovranazionale sono deputate a garantire la circolazione (*cd interoperabilità*) dei sistemi ferroviari dei singoli Paesi, in condizioni di sicurezza. Sottolineando che, il tutto, va realizzato prestando la massima attenzione alle attività di controllo e manutenzione le cui qualità e tracciabilità debbono essere garantite sempre e comunque, e, segnatamente, quando su una rete nazionale, come nel caso che ci occupa, si vanno ad utilizzare rotabili o componenti di rotabili provenienti da altri Paesi. (Sul punto, gli investigatori hanno riscontrato un inescusabile vuoto normativo: in Europa non esistono regole manutentive uniformi, in quanto la responsabilità della corretta manutenzione è rimessa al singolo detentore ovvero, nel nostro caso, alla società Gatz Rail Austria proprietaria dei carri cisterna).

In proposito, tale inaccettabile situazione andrà superata positivamente attraverso una tempestiva presa d'atto di tali macroscopiche lacune ed un appropriato e rapido intervento da

parte delle autorità comunitarie, tra le quali un ruolo determinante dovrà essere *svolto dall'ERA (European Railway Agency)*. Superfluo sottolineare che tale intervento dovrà riguardare tutte le altre problematiche che il disastro ferroviario di Viareggio ha sollevato (confinamento dei tratti ferroviari posti a ridosso di zone residenziali, riduzione della velocità, detettore antisvio, etcetera) e che riguardano più in generale l'attuazione delle condizioni di massima sicurezza possibile per il trasporto di merci pericolose che attraversano tutti i giorni ed in numero cospicuo, i centri abitati delle città europee. In altri termini, gli interventi in questione dovranno concretamente essere finalizzati all'affermazione del più rigoroso principio di precauzione, attraverso l'eliminazione di ogni possibile rischio per le lavoratrici ed i lavoratori addette/i nei diversi settori del comparto ferroviario in questione, nonché per i possibili coinvolgimenti dei viaggiatori e delle popolazioni limitrofe agli impianti (stazioni, tratte ferroviarie, depositi, aree intermodali interessate dalla movimentazione dei carichi rotabili, etcetera).

La seconda considerazione nasce dal numero elevato delle società che, ognuna per proprio conto e poi tutte insieme, seppure in maniera indipendente le une dalle altre, sono coinvolte nel nefasto disastro di cui è processo. Infatti, ciascuna società costituisce una struttura organizzata, con propri compiti, caratteristiche e finalità ed un proprio segmento di intervento in questa drammatica storia. Questa situazione, come è facilmente intuibile, rappresenta una rilevante difficoltà che impone una particolare attenzione agli operatori giudiziari, dato che essa caratterizza gli eventi disastrosi complessi, sia ferroviari che industriali o di altra natura; ovvero che avvengono all'interno di un sistema organizzato o tra più sistemi

organizzati, che cooperano tra loro, anche in modo autonomo gli uni dagli altri, per raggiungere un comune risultato finale (es. come avviene in un aeroporto).

In altri termini, alla luce di quanto precede, per prevenire efficacemente anche i predetti eventi disastrosi complessi, la normativa dovrà essere attentamente adeguata a tali situazioni, al fine di conseguire l'obiettivo della massima sicurezza possibile, e, per quanto qui ci occupa, segnatamente nel trasporto ferroviario delle merci pericolose.

## **5. – IL TRASPORTO DI MERCI PERICOLOSE**

Il G.P.L. è una sostanza pericolosa con le seguenti caratteristiche chimico fisiche:

- Punto di infiammabilità: < - 80 °C
- Autoinfiammabilità: > 400 °C.
- Pressione di vapore: da 7,5 a 1,8 bar a 20 °C
- Densità relativa liquido (H<sub>2</sub>O = 1 kg/l): da 0,51 a 0,58
- Densità relativa vapore (Aria = 1): da 1,86 a 2,45
- LEL : 1,8 vol % in aria (Lower Explosion Level)
- UEL : 9,5 vol % in aria (Upper Explosion Level)

Il G.P.L. è un gas altamente infiammabile posto in commercio con i nomi di propano commerciale (miscela C, secondo le classificazioni ADR), di miscela commerciale (miscele A1, B1, B2, e B) e di butano commerciale (miscele A, A01, A02, A0). Il G.P.L. viene inoltre odorizzato mediante opportune sostanze per renderne avvertibile la presenza in caso di perdita (cfr. Legge del 06 dicembre 1971 n° 1083; Norma UNI-

CIG 7133). Semplificando, il G.P.L. può essere considerato una miscela di 30% di propano commerciale e 70% di butano commerciale.

Il Decreto del Ministero dell'Interno 13 ottobre 1994 lo definisce come gas condensabile a temperatura ambiente, che ha tensione di vapore massima di 18 bar a 50 °C, densità inferiore ai 440 kg/m<sup>3</sup> a 50 °C, costituito prevalentemente da idrocarburi paraffinici ed olefinici a tre e quattro atomi di carbonio.

In condizioni normali il G.P.L. è un gas che si può liquefare a pressioni moderate, facilitandone il trasporto grazie alla riduzione di volume (p. es. il propano occupa allo stato liquido un volume 260 volte più piccolo di quello occupato allo stato gassoso), e depressurizzato ritorna nuovamente in fase gassosa.

La pericolosità deriva direttamente da quelle stesse caratteristiche che rendono così conveniente l'uso di questo combustibile/carburante.

Queste caratteristiche, che ne rende agevole e interessante l'utilizzo, può però rendere pericolosi i GPL se l'energia trova il modo di liberarsi in maniera istantanea ed è questo il motivo, come si specificherà meglio nel seguito, per il quale i depositi di G.P.L., di una certa capacità, rientrano fra gli impianti industriali a rischio di incidenti rilevanti.

Infatti, si tratta di un prodotto che deve essere trattato sempre con la massima attenzione in impianti affidabili e da personale che ne conosce approfonditamente le caratteristiche e le specifiche modalità di movimentazione.

In proposito, si ricorda che un'ampia serie di norme legislative disciplina questa attività sia nel campo specifico della sicurezza che in quello più ampio e generale della protezione antinfortunistica dei lavoratori e delle lavoratrici. La loro osservanza è fondamentale nell'uso e nella manipolazione dei G.P.L.. Si sottolinea che nel campo della sicurezza di ovvio non esiste nulla. Infatti, vi sono dei precisi criteri che non lasciano spazio alla libera interpretazione: gli "incidenti" iniziano quasi sempre da piccole cose e si ampliano perché le avvertenze che dovrebbero impedirne il

verificarsi o limitarne gli effetti sono state disattese o, come a volte capita, i dispositivi di sicurezza sono assenti, come è avvenuto nel nefasto disastro ferroviario del 29.06.2009 a Viareggio al centro del presente processo.

Il tutto viene poi aggravato dalla mancanza della specifica informazione e formazione dei lavoratori con la conseguente loro (incolpevole!) inidoneità allo svolgimento di determinate attività.

I G.P.L. sono costituiti da gas condensabili che si ottengono dalla distillazione del petrolio greggio, dal frazionamento del gas naturale (nel quale sono spesso contenuti) e da lavorazioni di impianti petrolchimici.

Un rilascio di GPL liquido o gassoso da un serbatoio o da una tubazione può infatti dar luogo allo sviluppo di una grande quantità di vapori che, essendo più pesanti dell'aria, tendono a portarsi al livello del suolo ed a raccogliersi nelle aree più basse anche lontano dal punto di perdita.

Se la fuoriuscita di GPL liquido è rilevante, il vapore che si genera forma una nube che, con un adeguato innesco, può esplodere provocando il cosiddetto BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*) o incendio a “sfera di fuoco”.

L' incendio o esplosione può determinare danni ai lavoratori e alle lavoratrici, alla popolazione, a strutture ed edifici presenti all'interno delle potenziali aree di danno, che è possibile stimare con buona approssimazione mediante appositi modelli matematici di simulazione, a causa dell'irraggiamento prodotto dalle fiamme e dell'onda d'urto e dei frammenti prodotti dall'esplosione.

Per questi motivi i depositi di G.P.L., di capacità superiore a 50 t, rientrano fra gli impianti industriali a rischio di incidenti rilevanti.

Il trasporto dai luoghi di approvvigionamento (raffinerie o depositi costieri - nel caso in oggetto la SARPOM S.p.A. di San Martino di Trecate, NO) ai depositi (nel caso in questione la Società Aversana Petroli S.p.A. di Aversana CE) può avvenire mediante

autocisterne o ferro-cisterne ove il GPL è mantenuto in pressione allo stato fisico di liquido, occupando un volume molto inferiore.

Nel RID i vari tipi di combustibili o carburanti denominati GPL sono assegnati alla Classe di pericolo **2** - *Gas compressi, liquefatti o disciolti sotto pressione*, con numero di classificazione **ONU 1075** e numero di identificazione del pericolo **23** relativo ai gas infiammabili.

La normativa sul trasporto ferroviario stabilisce le caratteristiche che debbono avere le cisterne, gli imballaggi e le modalità di carico e trasporto al fine di escludere o ridurre al minimo le possibilità di rilascio del carico anche in caso di “*incidente*”; essa non stabilisce caratteristiche di sicurezza del materiale rotabile aggiuntive a quelle in vigore per il trasporto merci o passeggeri.

Si rileva che il convoglio ferroviario **50325** che trasportava GPL era composto da **n. 14** carri cisterna di capacità unitaria **109,8 m<sup>3</sup>** contenenti almeno **40 ton di GPL**; il convoglio costituiva quindi un deposito mobile da **560 ton di GPL a rischio di incidente rilevante**.

Un deposito fisso contenente una siffatta quantità avrebbe dovuto, per effetto della normativa sui rischi di incidenti rilevanti, rispettare un insieme di misure impiantistiche di prevenzione e protezione dai rischi di incidenti rilevanti quali ad esempio:

- *Collocazione* delle cisterne in bacini di contenimento che impedissero la propagazione di eventuali rilasci di liquidi o di gas;
- *Ricopertura* delle cisterne per proteggerle dal riscaldamento del GPL in caso di incendio;
- Sistemi di rilevazione di fuga di gas e di incendio e sistemi automatici di raffreddamento delle cisterne mediante irrorazione con acqua;



Un deposito in movimento invece potrebbe ridurre il rischio di incidente rilevante adottando misure quali:

- Transito dei convogli in luoghi isolati lontani da abitazioni;
- Transito dei convogli in luoghi abitati a velocità ridotta al minimo (30 km/h);
- Installazione sui convogli di sensori antideragliamento;
- Installazione sulle ferro-cisterne di sensori di fughe di gas infiammabile e presenza di miscele esplosive;
- Informazione, formazione e addestramento del personale sui rischi specifici e sulle relative procedure di prevenzione e protezione.

Nessuna di queste misure di prevenzione e protezione risulta essere stata attuata nel caso oggetto del presente processo penale. Sul punto, a ulteriore conferma, si veda in particolare la testimonianza resa all'udienza del 22 aprile 2015 dalla Sig.ra Rosanna PEZZINI, che opera presso la stazione FS di Viareggio con funzioni di Capostazione dal **1992** a tutt'oggi, senza soluzione di continuità.

\*\*\*\*\*

In merito al trasporto delle merci pericolose, è interessante leggere quanto scrive nel suo sito on-line un esperto del settore, l'Ing. Quattrocchio, e precisamente:

*«Il trasporto ferroviario è universalmente riconosciuto come il più sicuro per la movimentazione delle merci pericolose, specialmente sulle lunghe distanze.*

*Il preciso controllo del movimento dei treni, la autonomia della struttura fissa, la abitudine ad applicare rigide norme di sicurezza nell'esercizio del traffico e nella verifica dei mezzi e dei carichi, sono i punti che garantiscono alla ferrovia un vantaggio rispetto ad ogni altro mezzo di trasporto in questo campo.»*

(<http://intermodale24-rail.net/logistica/ADR-merci%20-pericolose.html>)

A sua volta Trenitalia, nel proprio sito relativo al trasporto di merci pericolose (<http://www.cargo.trenitalia.it/cms/v/index.jsp?vnextoid=b8d01ebba1628210VgnVCM1000004016f90aRCRD>), scrive che:

*«Il trasporto ferroviario è la **modalità di trasporto più sicura**.*

*La regolamentazione relativa al trasporto di merci pericolose per ferrovia è definita dal Regolamento Internazionale **RID** (Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses).*

*Trenitalia Cargo impegna costantemente le proprie **competenze e risorse** attribuendo alla sicurezza nel trasporto delle merci la **massima priorità** e in particolare a quello delle **merci pericolose**. »*

Per il trasporto di merci pericolose sfuse la buona tecnica indica quindi come preferibile e in alcuni casi obbligatorio l'uso del trasporto ferroviario in ferro-cisterne.

Il livello della sicurezza dipende tuttavia dalla puntuale applicazione delle norme del Sistema di Gestione della Sicurezza, che è stato introdotto come obbligatorio per il sistema del trasporto ferroviario, e a maggior ragione dovrebbe essere applicato per il trasporto delle merci pericolose.

A fronte delle dichiarazioni da parte di Trenitalia Cargo, la realtà mostra una ben diversa situazione, come documenta l'esito di una indagine svolta nel 2011 dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione generale per le investigazioni ferroviarie “ *su inconvenienti ferroviari relativi a treni che trasportano merci pericolose*”, ben **42** casi accaduti nel periodo compreso fra il **18.09.2009** (Cogoleto) e il **26.08.2010** (Tarvisio Boscoverde) in cui si conclude che:

*“Nel ritenere superfluo ribadire quali e quante siano le responsabilità a carico dei vari soggetti coinvolti nel processo di trasporto delle merci pericolose su ferrovia, la presente Commissione individua le seguenti cause indirette:*

- *carenze nelle verifiche relative all'accertamento di eventuali non conformità sui carri, a carico del trasportatore;*
- *carenze nelle verifiche della tenuta dei dispositivi di chiusura, a carico del riempitore;*
- *difetti manutentivi delle cisterne e degli equipaggiamenti, onere del gestore del carro cisterna.”*

Si segnala che al momento del terrificante disastro ferroviario di Viareggio avvenuto il 29.06.2009, il trasporto ferroviario delle merci pericolose era disciplinato dal Decreto Legislativo 13 gennaio 1999, n. 41 “*Attuazione delle direttive 96/49/CE e 96/87/CE relative al trasporto di merci pericolose per ferrovia*”, che stabiliva le caratteristiche dei carri, cisterne, imballaggi delle merci in relazione alla loro classe di pericolosità. La direttiva 96/49/CE è stata abrogata dalla direttiva 2008/68/CE il cui termine ultimo di recepimento negli stati membri era fissato per il 30 giugno 2009.

### **5.1 - LA MATERIA DELLA SICUREZZA DEL "SISTEMA FERROVIARIO" È REGOLATA DALLA NORMATIVA EUROPEA E DAI PROVVEDIMENTI PER IL SUO RECEPIMENTO IN ITALIA**

In proposito, si richiamano nel seguito alcune disposizioni delle due norme principali.

**DIRETTIVA 2004/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 29 aprile 2004 relativa alla sicurezza delle ferrovie comunitarie e recante modifica della direttiva 95/18/CE del Consiglio relativa alle licenze delle imprese ferroviarie e della direttiva 2001/14/CE relativa alla ripartizione della capacità di infrastruttura ferroviaria, all'imposizione dei diritti per l'utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria e alla certificazione di sicurezza (Direttiva sulla sicurezza delle ferrovie):**

#### **Articolo 4 - Sviluppo e miglioramento della sicurezza ferroviaria dispone:**

*1. Gli Stati membri garantiscono il generale mantenimento e, ove ragionevolmente praticabile, il costante miglioramento della sicurezza ferroviaria, tenendo conto dell'evoluzione della normativa comunitaria, del progresso tecnico e scientifico e dando la priorità alla prevenzione degli incidenti gravi.*

*Gli Stati membri provvedono affinché l'emanazione, l'applicazione e il controllo dell'applicazione delle norme di sicurezza avvengano in maniera trasparente e non discriminatoria, incoraggiando lo sviluppo di un sistema di trasporto ferroviario europeo unico.*

*2. Gli Stati membri provvedono affinché le disposizioni relative allo sviluppo e al miglioramento della sicurezza ferroviaria tengano conto dell'esigenza di un approccio sistemico.*

*3. Gli Stati membri provvedono affinché la responsabilità del funzionamento sicuro del sistema ferroviario e del controllo dei rischi che ne derivano incomba ai gestori dell'infrastruttura e alle imprese ferroviarie, **obbligandoli a mettere in atto le necessarie misure di controllo del rischio**, ove appropriato cooperando reciprocamente, ad applicare le norme e gli standard di sicurezza nazionali e ad istituire i sistemi di gestione della sicurezza ai sensi della presente direttiva.*

*Fatta salva la responsabilità civile ai sensi delle disposizioni giuridiche degli Stati membri, ciascun gestore dell'infrastruttura e ciascuna impresa ferroviaria è responsabile della propria parte di sistema e del relativo funzionamento sicuro, compresa la fornitura di materiale e l'appalto di servizi, nei confronti di utenti, clienti, lavoratori interessati e terzi.*

*4. Resta impregiudicata la responsabilità di ciascun fabbricante, fornitore di servizi di manutenzione, addetto alla manutenzione dei vagoni, fornitore di servizi o ente appaltante, di assicurare che il materiale rotabile, gli impianti, gli accessori e i materiali nonché i servizi forniti siano conformi ai requisiti richiesti e alle condizioni di impiego specificate, affinché possano essere utilizzati dall'impresa ferroviaria e/o dal gestore delle infrastrutture in modo sicuro.*

- **Decreto Legislativo 10 agosto 2007, n. 162 “Attuazione delle direttive 2004/49/CE e 2004/51/CE relative alla sicurezza e allo sviluppo delle ferrovie comunitarie”:**

### **Articolo 13 - Sistemi di gestione della sicurezza**

*1. I gestori dell'infrastruttura e le imprese ferroviarie elaborano i propri sistemi di gestione della sicurezza al fine di garantire che il sistema ferroviario possa attuare almeno i CST (Obiettivi Comuni di Sicurezza), sia conforme alle norme di sicurezza nazionali, nonché ai requisiti di sicurezza contenuti nelle STI (Specifiche Tecniche di Interoperabilità) e che siano applicati gli elementi pertinenti dei CSM (Metodi Comuni di Sicurezza).*

*2. Il sistema di gestione della sicurezza definito in dettaglio in allegato III, tenendo conto delle dimensioni e della tipologia di attività svolta, garantisce il controllo di tutti i rischi connessi all'attività dei gestori dell'infrastruttura o delle imprese ferroviarie, compresa la manutenzione, i servizi, la fornitura del materiale e il ricorso ad imprese appaltatrici. Fatte salve le vigenti norme in materia di responsabilità, il sistema di gestione della sicurezza tiene parimenti conto, ove appropriato e ragionevole, dei rischi generati dalle attività di terzi.*

*3. Il sistema di gestione della sicurezza di ogni gestore dell'infrastruttura tiene conto degli effetti delle attività' svolte sulla rete dalle varie imprese ferroviarie e provvede affinché tutte le imprese ferroviarie possano operare nel rispetto delle STI e delle norme nazionali di sicurezza e delle condizioni stabilite dai rispettivi certificati di sicurezza. Tale sistema, inoltre, è concepito in modo tale da garantire il coordinamento delle procedure di emergenza del gestore dell'infrastruttura con quelle di tutte le imprese ferroviarie che operano sulla sua infrastruttura.*

*4. Ogni anno, anteriormente al 30 giugno, tutti i gestori dell'infrastruttura e le imprese ferroviarie trasmettono all'Agenzia una relazione annuale sulla sicurezza relativa all'anno precedente. La relazione contiene almeno:*

*a) i dati relativi alle modalità di conseguimento degli obiettivi di sicurezza interni e i risultati dei piani di sicurezza;*

- b) l'elaborazione degli indicatori nazionali di sicurezza e dei **CSI** (Indicatori Comuni di Sicurezza) di cui all'allegato I relativi al soggetto che trasmette la relazione;*
- c) i risultati degli audit di sicurezza interni;*
- d) le osservazioni in merito alle carenze ed al malfunzionamento delle operazioni ferroviarie e della gestione dell'infrastruttura che possano rivestire un interesse per l'Agenzia. L'Agenzia, qualora lo ritenga necessario, può richiedere ulteriori elementi riguardanti i contenuti della relazione e ulteriori argomenti.*

#### *Capo IV CERTIFICAZIONE E AUTORIZZAZIONE DI SICUREZZA*

##### *➤ **Articolo - 14. Certificati di sicurezza***

*1. Per avere accesso all'infrastruttura ferroviaria, un'impresa ferroviaria deve essere titolare di un certificato di sicurezza che può valere per l'intera rete ferroviaria o soltanto per una parte delimitata. Scopo del certificato di sicurezza è fornire la prova che l'impresa ferroviaria ha elaborato un proprio sistema di gestione della sicurezza ed è in grado di soddisfare i requisiti delle **STI** (Specifiche Tecniche di Interoperabilità), di altre pertinenti disposizioni della normativa comunitaria e delle norme nazionali di sicurezza ai fini del controllo dei rischi e del funzionamento sicuro sulla rete.*

*2. Il certificato di sicurezza comprende: **a)** la certificazione che attesta l'accettazione del sistema di gestione della sicurezza dell'impresa ferroviaria, di cui all'articolo 13 e all'allegato III; **b)** la certificazione che attesta l'accettazione delle misure adottate dall'impresa ferroviaria per soddisfare i requisiti specifici necessari per la sicurezza del funzionamento sulla rete in questione. I requisiti includono l'applicazione delle **STI** e delle norme nazionali di sicurezza, l'accettazione dei certificati del personale e l'autorizzazione a mettere in servizio il materiale rotabile usato dall'impresa ferroviaria. La certificazione è basata sulla documentazione trasmessa dall'impresa ferroviaria ai sensi dell'allegato IV.*

*(.....)*

➤ **Articolo 15 - Autorizzazione di sicurezza dei gestori dell'infrastruttura**

*1. Per poter gestire e far funzionare un'infrastruttura ferroviaria, il gestore dell'infrastruttura, su richiesta del legale rappresentante, deve ottenere un'autorizzazione di sicurezza dall'Agenzia. L'Autorizzazione di sicurezza può contenere limitazioni e/o prescrizioni per parti limitate dell'infrastruttura. L'autorizzazione di sicurezza comprende:*

*a) l'autorizzazione che attesta l'accettazione del sistema di gestione della sicurezza del gestore dell'infrastruttura di cui all'articolo 13 e all'allegato III;*

*b) l'autorizzazione che attesta l'accettazione delle misure adottate dal gestore dell'infrastruttura per soddisfare i requisiti specifici necessari per la sicurezza della progettazione, della manutenzione e del funzionamento dell'infrastruttura ferroviaria, compresi, se del caso, la manutenzione e il funzionamento del sistema di controllo del traffico e di segnalamento.*

Si richiama la definizione riportata nel Decreto: Gestore dell'Infrastruttura: *qualsiasi organismo o impresa incaricato in particolare della realizzazione, della manutenzione di una infrastruttura ferroviaria e della gestione dei sistemi di controllo e di sicurezza dell'infrastruttura e della circolazione ferroviaria.* Al momento dell'evento il Gestore dell'Infrastruttura era RFI (Rete Ferroviaria Italiana).

Il Sistema di gestione della sicurezza **SGS** è lo strumento centrale del presidio della sicurezza visto che uno degli scopi del certificato di sicurezza è fornire la prova che l'impresa ferroviaria o il Gestore dell'Infrastruttura ha elaborato un proprio SGS ed è in grado di soddisfare i requisiti delle **STI** (Specifiche Tecniche di Interoperabilità).

Tra gli elementi essenziali del SGS si evidenziano le procedure atte a soddisfare sia gli standard tecnici ed operativi in vigore sia le decisioni e prescrizioni degli Organismi competenti, quale l'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie **ANSF**.

Numerose norme tecniche, comunitarie e nazionali, stabiliscono i compiti e le responsabilità di ciascun Fabbrikante e Fornitore di servizi di manutenzione per assicurare che il materiale rotabile, gli impianti, gli accessori, i materiali e i servizi forniti siano conformi ai requisiti richiesti e alle condizioni di impiego specificate, affinché possano essere utilizzati dall'impresa ferroviaria e dal gestore della infrastruttura in modo sicuro.

NOTA:

Per i Gestori dell'infrastruttura e per le Imprese ferroviarie è stata esplicitamente prevista, dall'Articolo 9 della **Direttiva 49/2004** e dall'art. **13 del Decreto Legislativo 162/2007**, l'elaborazione e l'adozione di Sistemi di Gestione della Sicurezza (**SGS**) per garantire che il sistema ferroviario sia conforme alle norme ed ai requisiti di sicurezza e che applichi i metodi ed attui gli obiettivi stabiliti a livello comunitario.

Il sistema **SGS** è un elemento centrale del presidio della sicurezza visto che uno degli scopi del certificato di sicurezza è fornire la prova che l'impresa ferroviaria o il Gestore dell'Infrastruttura ha elaborato un proprio sistema di gestione della sicurezza ed è in grado di soddisfare i requisiti delle **STI** (Specifiche Tecniche di Interoperabilità).

Tra gli elementi essenziali del **SGS** si evidenziano le procedure atte a soddisfare sia gli standard tecnici ed operativi in vigore sia le decisioni e prescrizioni degli Organismi competenti, quale l'*Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie* – (**ANSF**).



## **5.2 - ARTICOLAZIONE DELLE COMPETENZE PER LA SICUREZZA FERROVIARIA**

L'Italia ha istituito l'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie (ANSF) e la Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie (DGIF) e ha distribuito le responsabilità fra sei diversi soggetti:

1. Agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie (**ANSF**);
2. Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie (**DGIF**);
3. Gestori delle Infrastrutture (**GI**);
4. Imprese ferroviarie (**IF**);
5. Altri Organismi Ministeriali: Ministero degli Interni e Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale previsti dall'art. 2 comma 3 del Decreto Legislativo 162/2007;
6. Altri operatori: Organismi notificati; Officine di manutenzione; Keeper (detentore/noleggiatore del carro); Fabbricanti ed enti appaltanti, etc..

## **5.3 - CIRCOLAZIONE DEI CARRI FERROVIARI**

Un importante discrimine è rappresentato dalla entrata in vigore - il 1° gennaio 2007 - delle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (**STI**) relative ai carri merci.

Prima delle STI, fin quando tutte le Ferrovie europee sono state verticalmente integrate, esse ammettevano a circolare sulla propria rete i carri di loro proprietà, quelli privati immatricolati presso le Ferrovie stesse ed anche i carri delle altre Ferrovie di altri Paesi in base ad accordi internazionali: tra questi ultimi il più rilevante era il RIV (Regolamento Internazionale Veicoli), emesso dall'UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) ed i carri marcati RIV erano ammessi a circolare su altre reti ferroviarie senza nessun altro vincolo o requisito.

A seguito della liberalizzazione del trasporto ferroviario, le regole europee di circolazione di carri esteri prevedono la coesistenza e la integrazione di due discipline

distinte e diverse: il nuovo regime contrattuale basato sul Contratto di Utilizzazione Uniforme dei carri (CUU) e il vecchio RIV.

La Decisione 2006/861/CE ha confermato che i carri marcati RIV non hanno obbligo di notifica ad alcuna autorità nazionale e possono circolare liberamente sulle reti nazionali dei diversi Paesi che hanno riconosciuto il regime RIV; il CUU è facoltativo.

Nel giugno 2009 erano in vigore le *Norme per la Verifica Tecnica dei Veicoli concernenti l'effettuazione della visita completa di origine dei treni di merci pericolose* stabilite dal decreto ANSF 1/2009 del 6 aprile 2009, poi aggiornato dal Decreto 8/2010 e abrogato dal decreto ANSF 4/2012 del 9 Agosto 2012.

Nel seguito si delineano sinteticamente gli aspetti più importanti relativi alla ammissione tecnica in servizio ed alla manutenzione dei carri ferroviari.

#### **5.4 - LA MANUTENZIONE DEI CARRI**

In Italia è disciplinata dai seguenti provvedimenti:

- Disposizione n. 23/2004 di RFI e Istruzione Tecnica del 05.07.1985 delle Ferrovie dello Stato (aspetti tecnici riguardanti le revisioni e la manutenzione dei rotabili, cicli e intervalli di revisione, norme tecniche per la loro esecuzione).
- Il Decreto 1/2009 di ANSF disciplina, dal 21.04.2009, le modifiche ai piani di manutenzione già precedentemente validati alle Imprese Ferroviarie da **CESIFER** (Certificazione Sicurezza Imprese Ferroviarie).
- Per alcune tipologie di carri, di proprietà di società private, immatricolati nel parco rotabili di Trenitalia S.p.A la disciplina per la manutenzione, è l'Istruzione Tecnica FS "*Revisione e manutenzione veicoli per treni merci*" n° R 3140 Categoria 284 del 5 luglio 1985".
- La Direttiva 2008/57/CE, recepita con Decreto Legislativo n° 191 del 8 ottobre 2010 Attuazione della direttiva 2008/57/CE e 2009/131/CE relativa

all'interoperabilità del sistema ferroviario comunitario, ha introdotto la figura del Soggetto Responsabile della Manutenzione (**ECM**) quale soggetto unico responsabile della sicurezza dell'esercizio.

- La successiva Direttiva 2008/110/CE ha disposto l'obbligo di certificazione per il Soggetto Responsabile della Manutenzione-**ECM** da parte di un'autorità nazionale preposta alla sicurezza. Il sistema di certificazione per gli **ECM** dei vagoni merci doveva essere adottato dalla Commissione Europea entro il 24 dicembre 2010 e successivamente esteso a tutti i veicoli ferroviari entro il 24 dicembre 2018.

Quando una Impresa Ferroviaria italiana intende utilizzare un carro privato deve verificare che il carro sia in regola con le relative norme di sicurezza per la circolazione ferroviaria ed in particolare che tutti i controlli tecnici a cui deve essere sottoposto periodicamente siano stati già effettuati.

Tra i controlli periodici a cui deve essere sottoposto un carro che circola sulla rete ferroviaria nazionale vi sono quelli relativi alla revisione che rientra in un piano generale di manutenzione del materiale rotabile che viene definito dal costruttore: nel piano generale di manutenzione sono indicati anche gli intervalli di tempo a cui devono essere sottoposti a revisione i carri e le relative sottostrutture.

Le revisioni delle sale montate sono disciplinate da:

- Istruzione Tecnica Sale Montate da Veicoli (Istruzione Tecnica 3156 R 294 dell'Ente Ferrovie dello Stato). I risultati delle prove ad ultrasuoni eseguite sugli assili ed i relativi dati di riferimento, nonché la sigla dell'impianto che ha in dotazione il rotabile, la firma dell'operatore e l'esito dell'esame sono riportati su uno specifico modulo chiamato **TV33** che accompagna la vita dell'assile per tutta la sua durata ed è archiviato presso l'impianto riparatore.
- Fiche UIC 960 O del dicembre 2001: certificazione del personale qualificato per le prove non distruttive.
- Fiche UIC 813 del dicembre 2003: specifiche tecniche per la fornitura di sale montate e del materiale rotabile.

- Specifica CND 372081 esp. 2 pubblicata dalla Direzione Ingegneria Sicurezza e Qualità di Sistema di Trenitalia.

Tra i principali riferimenti normativi riguardanti la manutenzione dei carri, sono di fondamentale importanza:

- la Fiche UIC 433 e le “*Norme per l’applicazione delle condizioni generali uniformi ( CGU - FICHE 433 - 0 ) per la messa in servizio e la circolazione dei carri privati immatricolati nel parco della divisione cargo*” approvate con delibera degli organi societari competenti n° 05/1999 del 27.09.1999.

In dette norme viene stabilito per i lavori di manutenzione l'obbligo a:

- le revisioni periodiche;
- la riparazione delle avarie;
- la manutenzione corrente;
- la pulizia (o il lavaggio, o la disinfezione), necessaria conformemente alle prescrizioni in vigore.

In viaggio i carri sono controllati dall’impresa ferroviaria utilizzatrice. Il titolare del carro è responsabile del rispetto delle scadenze nelle quali devono essere effettuate le operazioni di manutenzione.

## **5.5 - CONVENZIONI INTERNAZIONALI FERROVIARIE**

### **C.I.M. - Convenzione di Berna 1961**

**Convenzione sul trasporto internazionale di merce per ferrovia**, firmata a Berna il 25 febbraio 1961.

### **Convenzione di Berna (COTIF) 1980 - 1999**

**Convenzione relativa al trasporto ferroviario internazionale (COTIF)** firmata a Berna il 9 maggio 1980, modificata dal Protocollo di Vilnius del 3 giugno 1999.

### **Protocollo di Vilnius 1999**

**Protocollo di modifica alla Convenzione relativa al trasporto ferroviario internazionale (COTIF) firmato a Vilnius il 3 giugno 1999.**

**CIV**

**Regole uniformi sul contratto di trasporto ferroviario di persone e dei bagagli (CIV - Appendice A alla Convenzione COTIF).**

**CIM**

**Regole uniformi sul contratto di trasporto internazionale ferroviario di merce (CIM - Appendice B alla Convenzione COTIF).**

**RID**

**Regolamento sul trasporto internazionale ferroviario di merci pericolose (RID - Appendice C alla Convenzione COTIF).**

**CUV**

**Regole uniformi sui contratti di utilizzazione dei veicoli nel traffico internazionale ferroviario (CUV - Appendice D alla Convenzione COTIF).**

**CUI**

**Regole uniformi sui contratti di utilizzazione delle infrastrutture nel traffico internazionale ferroviario (CUI - Appendice E alla Convenzione COTIF).**

**APTU**

**Regole uniformi sulla validazione delle norme tecniche e l'adozione di prescrizioni tecniche uniformi applicabili ai materiali ferroviari destinati ad essere utilizzati nel traffico internazionale (APTU - Appendice F alla Convenzione COTIF).**

**ATMF**

**Regole uniformi sulla ammissione tecnica di materiale ferroviario usato nel traffico internazionale (ATMF - Appendice G alla Convenzione COTIF).**

**RICo**

**Regole uniformi sul trasporto internazionale ferroviario di container (RICo - Annesso III all'appendice B alla Convenzione COTIF)**

**RIEx**

**Regole uniformi sul trasporto internazionale ferroviario di colli espressi (RIEx - Annesso IV all'appendice B alla Convenzione COTIF).**

## **RIP**

**Regole uniformi sul trasporto internazionale ferroviario di vagoni di privati**  
(RIP - Annesso II all'appendice B alla Convenzione COTIF).

### **5.6 - *NORMATIVA NAZIONALE SUL TRASPORTO FERROVIARIO DI MERCI PERICOLOSE***

- **D.P.R. 11 luglio 1980 n.753** “*Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell’esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto*”.
- **Decreto Legislativo 13 gennaio 1999, n. 41** “*Attuazione delle direttive 96/49/CE e 96/87/CE relative al trasporto di merci pericolose per ferrovia*”.
- **Decreto Ministeriale n. 138-T del 31 ottobre 2000**: Atto di Concessione al Gestore dell’infrastruttura nazionale.
- **D. Lgs. 8 luglio 2003, n. 188** di attuazione delle direttive 2001/12/CE, 2001/13/CE e 2001/14/CE.
- **Decreto Legislativo n. 162 del 10 agosto 2007**, di recepimento della Direttiva 2004/49/CE “*Attuazione delle direttive 2004/49/CE e 2004/51/CE relative alla sicurezza e allo sviluppo delle ferrovie comunitarie*”.
- **Decreto ministeriale del 19 marzo 2008** - Recepimento della Direttiva 2006/90/CE della Commissione del 3 novembre 2006, di adattamento al progresso tecnico della direttiva 96/49/CE del Consiglio, per il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri in materia di trasporto merci pericolose per ferrovia.
- **Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 35** “*Attuazione della direttiva 2008/68/CE, relativa al trasporto interno di merci pericolose*”.

Inoltre, devono essere rispettate le *disposizioni, le procedure operative e le istruzioni* emesse dal Gestore dell’infrastruttura e dall’Impresa ferroviaria, fra cui:

- Comunicazioni Organizzative di FS S.p.A.
- Istruzioni Tecniche di FS

- Circolari di Ferrovie dello Stato e del Gestore infrastruttura - RFI
- Disposizioni di FS / RFI
- Procedure Operative di RFI.

Le principali norme attuative (Disposizioni, Prescrizioni, Circolari) adottate dal Gestore dell'Infrastruttura e dall'Impresa Ferroviaria sono:

- Disposizione del Gestore dell'Infrastruttura n. 04 del 21 febbraio 2001: *“Trasporto di merci pericolose”* in attuazione del D.Lgs. 13 gennaio 1999, n. 41.
- Disposizione del Gestore dell'Infrastruttura n. 09 del 2 marzo 2005: *“Disposizioni integrative per il trasporto di merci pericolose sulla Rete Ferroviaria Italiana connesse al rilascio del Certificato di Sicurezza”*.
- Disposizione n° 13/2001 del Gestore dell'Infrastruttura RFI, Trenitalia.
- Adozione del Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) che dal 27.06.2007 ha istituito le *“Norme di esercizio dell'Impresa Ferroviaria”* (N.E.I.F) che integrano la normativa del Gestore dell'Infrastruttura e forniscono precisazioni e/o norme operative per specifiche esigenze di Trenitalia.
- Disposizioni del Gestore dell'Infrastruttura n. 04 del 21 febbraio 2001 e n. 09 del 2 marzo 2005.
- Comunicazioni dell'Impresa Ferroviaria Trenitalia:
  - Comunicazione per il Certificato di Sicurezza CCS n. 09/AD del 05/08/2005 e Comunicazione Organizzativa per il Certificato di Sicurezza COCS n. 13/DISQS del 05/08/2008, che disciplinano le procedure gestionali ad uso delle strutture operative;
  - *“Norme di esercizio dell'Impresa Ferroviaria”* N.E.I.F. n. 11 del 05/08/2008 (Fiche VIC 471-30);
  - *“Norme di esercizio dell'Impresa Ferroviaria”* N.E.I.F. n. 12 del 05/08/2008.

## **6. – “INCIDENTI”/DISASTRI FERROVIARI DETERMINATI DA ROTTURE DI ASSILI E RUOTE PER CAUSE ANALOGHE A QUELLE CHE HANNO PROVOCATO IL NEFASTO DISASTRO FERROVIARIO NELLA CITTA’ DI VIAREGGIO IL 29 GIUGNO 2009**

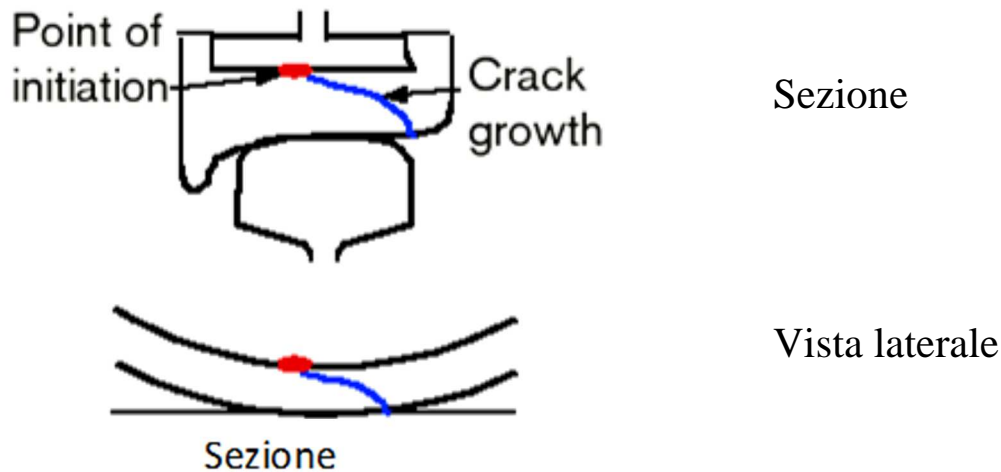
La rottura di assili e di ruote rappresentano frequenti tipologie di *incidenti*, ben noti nella storia delle ferrovie: tra i primi, in ordine di tempo, si annovera il disastro ferroviario di Versailles avvenuto nel **1842** (cfr. Capitolo 1 – Cenni storici sulla rottura a fatica); tra i più gravi e recenti vi è il disastro avvenuto in Germania, ad Eschede nel **1997**, occorso al treno ad alta velocità ICE della Deutsche Bundesbahn, con oltre 100 morti e 100 feriti, un disastro “*provocato dal cedimento di una ruota del terzo carrello ferroviario ... Una cricca non rilevata si è propagata per fatica portando al cedimento catastrofico del componente*”. (Cfr. Andrea Manes, “*La verifica di resistenza a fatica dei materiali metallici 1: il provino*”, Politecnico di Milano).

Sui treni ICE, per ridurre le vibrazioni, erano state adottate delle ruote di nuovo tipo con inserito un anello di gomma con funzione di ammortizzatore. Dopo il gravissimo disastro ferroviario risultò che nel modello impiegato per la progettazione erano stati tralasciati alcuni elementi (es. l’indebolimento per usura della fascia esterna con conseguente aumento degli sforzi e accelerazione della propagazione delle microfratture nel cerchione della ruota) e, soprattutto, non furono effettuate adeguate prove di resistenza alla fatica dei relativi componenti.

Nella parte alta della seguente Figura 6.1 è rappresentata la sezione della ruota con il punto di inizio e di estensione della cricca, mentre nella parte inferiore è rappresentata la vista laterale della ruota.



**Figura 6.1 - Schema della frattura della ruota che ha causato il disastro di Eschede in Germania**



Oltre ai citati due gravi gravissimi disastri ferroviari, e, purtroppo, quello terrificante di Viareggio al centro del presente processo, sono migliaia i casi di rottura di assili e ruote di treni che avvengono sulle ferrovie europee.

Informazioni su questi incidenti/disastri si possono rilevare consultando rapporti e specifiche banche dati di agenzie europee e americane.

In Europa la Regulation (EC) N. 91/2003 e la Safety Directive 2004/49/EC richiedono agli Stati Membri di comunicare i dati sugli “incidenti ferroviari significativi”. In particolare, la ERA (European Railway Agency), a partire dal 2008, pubblica rapporti periodici sullo sviluppo della sicurezza delle ferrovie nell’Unione Europea.

Tra gli “*incidenti*” considerati vi sono: collisioni di treni, deragliamento di treni, incidenti ai passaggi a livello, incidenti a persone causati da materiale rotabile in movimento, incendi al materiale rotabile.

In modo inescusabile, non vi è ancora completa omogeneità tra le nazioni nella raccolta dei dati, ad esempio per quanto riguarda la definizione di incidente significativo.

*“‘Significant accident’ means any accident involving at least one rail vehicle in motion, resulting in at least one killed or seriously injured person, or in significant damage to stock, track, other installations or environment, or extensive disruptions to traffic. Accidents in workshops, warehouses and depots are excluded”* (ERA, “*Rail Safety Performance in the European Union*”, 2009).

[Traduzione:

*'Incidente significativo'*: qualsiasi incidente che coinvolge almeno un veicolo ferroviario in movimento e causa almeno un morto o ferito grave, o danni significativi a materiale, binari, altri impianti o all'ambiente, o un'interruzione prolungata del traffico. Gli incidenti nelle officine, sono esclusi i magazzini ed i depositi].

Ne consegue che, molto probabilmente, i dati sono sottostimati.

ERA pubblica anche dati sui precursori di incidenti (detti anche quasi incidenti): rotture di rotaie, sghebbi dei binari, guasti all'apparato di segnalazione laterale, segnali di pericolo non rispettati, rottura di ruote ed assili.

Nella Tabella 6.1 che segue sono riportati i numeri di rottura di assili e ruote, tratti dai rapporti *Railways Safety Performance in the European Union* pubblicati negli anni 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014.

**Tabella 6.1 – “Incidenti” ferroviari dovuti a rottura di assili e ruote**

Anno	Numero rotture di Assili	Numero rotture Ruote	Anno del rapporto
2006	78	247	2010
2007	103	170	2010
2008	104	90	2010
2009	75 (*)	150 (*)	2011
2010	43	56	2012, 2013
2011	28	33	2013
2012	104 (**)		2014

Note:

(\*) = Il dato numerico è ricavato dal grafico di figura 7, pag. 21, del rapporto ERA 2011.

(\*\*) = Il rapporto ERA del 2014 non distingue tra le rottura degli assili e quelle delle ruote.

Nei 7 anni considerati, si sono verificati in totale **1282** casi di rottura di assili o ruote.

Questo numero sottostima di gran lunga la situazione reale, come viene esplicitamente dichiarato da ERA.

Infatti, nel rapporto ERA (“*Railway safety performance in the European Union*”, 2011), a pagina 22, si legge la seguente osservazione: “*The survey on national definitions of broken wheels and axles, performed by the Agency in 2009, showed that most NSAs only reported cracks in wheels and axles that led to accidents. Only one country, Germany, included cracks detected during regular maintenance, which is in accordance with the guidance for the revised Annex 1 of the railway safety directive. Germany reported three cracks that led to accidents in 2008, and a total of 752 cracks detected. This means that the figures reported for broken wheels and axles, displayed in Figure 7, only reveal part of the situation. ....*”

[Traduzione: L'indagine effettuata dall'Agenzia nel 2009, sulla definizione di ruote e assili rotti data dalle varie nazioni, ha mostrato che la maggior parte delle Agenzie di

Sicurezza Nazionali hanno comunicato solo rotture nelle ruote e assili che hanno determinato *incidenti*. Solo un paese, la Germania, ha incluso rotture rilevate durante la manutenzione periodica, in accordo con le linee guida per la revisione dell'Allegato 1 della direttiva sulla sicurezza ferroviaria.

La Germania ha comunicato tre rotture che hanno determinato incidenti nel 2008 e un totale di 752 rotture rilevate. Ciò significa che i dati riportati sulle rotture di ruote e assili, ... rivelano solo una parte della situazione. ... ].

Fonti:

- Federal Institute for Materials Research and Testing, “*Failure Analysis on a Broken ICE3 Railway Axle*”, 2010.
- NASA, “*System Failure Case Studies; Derailed*”, march 2007.
- ERA, “*Railway safety performance in the European Union*”, 2010.
- ERA, “*Railway safety performance in the European Union*”, 2011.
- ERA, “*Railway safety performance in the European Union*”, 2012.
- ERA, “*Intermediate report on the development of railway safety in the European Union*”, 2013.
- ERA, “*Railway safety performance in the European Union*”, 2014.

## **7. - LE TESTIMONIANZE, CHE FOCALIZZANO ULTERIORI TEMI AL CENTRO DEL PRESENTE DIBATTIMENTO**

Di seguito risulta interessante richiamare alcune delle testimonianze rese nel presente dibattito che evidenziano:

- **che il pericolo era ben noto alla popolazione ed era stato più volte segnalato** (cfr. le testimonianze rese dai **Signori: Pucci** (Udienza del 21.01.2015, p. 258 e p. 266); **Lunardi** (Udienza del 02.07.2014, p. 15); **Baldi** (Udienza del 02.07.2014, p. 21); **Marini**, (Udienza del 22.04.2015, p.17); **Falorni** (Udienza del 28.01.15, p. 121);
- **La mancata Valutazione dei Rischi (ai sensi della Legge 81/2008). La mancanza dei Piani di Emergenza e l’inadeguatezza del Sistema di Gestione della Sicurezza;**

- **La mancanza di elementari mezzi di protezione – I muri di contenimento;**
- **La mancanza di elementari interventi di prevenzione – La mancata riduzione della velocità dei treni, e, segnatamente, di quelli che trasportano merci pericolose;**
- **La mancanza di elementari mezzi di prevenzione – I dispositivi antideragliamento;**
- **La mancanza di elementari mezzi di prevenzione – “Impresenziamento” delle stazioni;**
- **La mancanza di elementari mezzi di prevenzione – L’omologazione dei rotabili;**
- **La mancata informazione e formazione delle lavoratrici e dei lavoratori, segnatamente dei rischi specifici insiti nel trasporto delle merci pericolose;**
- **Impossibilità, per i lavoratori e i loro RLS, a partecipare al processo di valutazione dei rischi e di programmazione delle misure di prevenzione.**

Le predette tematiche, al centro del presente dibattito, sono focalizzate nelle testimonianze riportate nella **Tabella 7.1** che segue, ove si riportano rispettivamente il nominativo del Teste, la data dell’udienza, la pagina del verbale e il tema oggetto della testimonianza.

**Tabella 7.1**

<b>La mancata Valutazione dei Rischi (ai sensi della Legge 81/2008). La mancanza dei Piani di Emergenza e l’inadeguatezza del Sistema di Gestione della Sicurezza</b>	
<b>Cufari, RLS</b> Udienza del 29.04.2015, pag. 125	AVV. DALLE LUCHE – ... In qualità di RLS volevo capire qual era l’oggetto del documento di valutazione di rischi a cui siete chiamati in funzione consultiva. Se può dire quali sono i rischi che vengono esaminati, ... TESTE CUFARI – ... una serie di rischi che riguardano espressamente l’attività del macchinista ... il muoversi sulle locomotive, oppure la discesa dalle stesse... poi ci sono fattori esterni come il rumore, le vibrazioni, i campi elettromagnetici, ... legate strettamente all’attività del macchinista. AVV. DALLE LUCHE – ... rischi ... specifici, legati al trasporto ferroviario nel documento di valutazione dei rischi sono presi in considerazione? TESTE CUFARI – Ma, vuole dire nel trasporto ferroviario in generale? AVV. DALLE LUCHE – Rischi legati al deragliamento, per esempio. TESTE CUFARI –... nel documento di valutazione dei rischi si analizzano i rischi connessi espressamente all’attività del macchinista, del lavoratore, e quindi non ci sono, come dire, riferimenti legati al trasporto in generale. Perché? Perché il documento di valutazione dei rischi si sa che è predisposto dal datore di lavoro,

	<p>il quale per noi è il direttore responsabile della Direzione Regionale Toscana, che quindi ha conoscenze specifiche in quell'ambito.</p> <p>AVV. DALLE LUCHE – Quindi non sa... se esiste un documento di <b>valutazione dei rischi che prenda in considerazione a livello societario i rischi connessi specificatamente al trasporto ferroviario? Mi riferisco al rischio di deragliamenti, di incendio, esplosione, eccetera.</b></p> <p>TESTE CUFARI – <b>No, no, non mi risulta.</b></p>
<p><b>Nicoletta, RLS</b> macchinisti, Impianto Condotta Cargo, Genova Udienza del 29.04.2015, pag. 131</p>	<p>AVV. DALLE LUCHE – ... <b>rischi connessi in maniera particolare al trasporto di merci pericolose, quindi deragliamenti, esplosioni e incendi, sono previsti, sono contemplati nel documento di valutazione dei rischi...</b></p> <p>TESTE NICOLETTA – <b>No.</b></p> <p>AVV. DALLE LUCHE - ...a cui è chiamato a partecipare?</p> <p>TESTE NICOLETTA – No, non sono contemplati.</p> <p>AVV. DALLE LUCHE – Sa se esiste un documento di valutazione dei rischi a livello societario che comunque prenda in considerazione questi... questi rischi legati al trasporto di merci pericolose? Se ne è a conoscenza.</p> <p>TESTE NICOLETTA – <b>No, no. Non sono mai stato consultato su questa materia.</b></p>
<p><b>Giuntini, Capotreno, RLS,</b> Udienza del 29.04.2015, pag. 135</p>	<p>AVV. DALLE LUCHE – ... Rispetto al documento di valutazione dei rischi, mi sa dire qual è l'oggetto, di cosa si occupa, quali rischi affronta?</p> <p>TESTE GIUNTINI – ... ci occupiamo innanzitutto di quelle che sono le questioni che riguardano la prevenzione, la sicurezza e l'igiene, e nell'ambiente di lavoro e nel caso specifico nostro del capotreno, nel nostro lavoro sul treno, ... quindi partiamo dalle problematiche legate all'economia, impianti, luoghi di lavoro, poi passiamo per esempio alle problematiche che avvengono sul treno, che possono essere le aggressioni e le criticità dovute al mancato funzionamento di alcune strutture, ecco. Insomma, tutta una serie di questioni ... che di fatto poi possono causare infortuni, ed ecco che allora a quel momento, ecco, espletiamo la nostra attività, ecco.</p> <p>AVV. DALLE LUCHE – E quindi rischi connessi al trasporto ferroviario, specifici?</p> <p>TESTE GIUNTINI – Sì, rischi connessi al trasporto ferroviario specifici, sì, diciamo così.</p> <p>AVV. DALLE LUCHE – <b>Ma mi riferisco a rischi connessi al deragliamenti, esplosione, incendio? Vengono contemplati nel documento...</b></p> <p>TESTE GIUNTINI – <b>No, nel documento di valutazione dei rischi no;</b> vengono contemplate tutte quelle questioni ... previste dal DLgs 81....</p> <p>AVV. DALLE LUCHE – E' a conoscenza se vi è un documento di valutazione dei rischi a livello societario che prenda in considerazione rischi connessi al trasporto ferroviario, quindi mi riferisco soprattutto ai rischi di deragliamenti, incendio, esplosione?</p> <p>TESTE GIUNTINI – <b>No,</b> noi siamo a conoscenza del documento di valutazione del rischio che il datore di lavoro ci consegna ogni anno per la presa visione e per la discussione nella successiva riunione annuale, ...</p>
<p><b>Landozzi,</b> Udienza del 29.10.2014, pag. 14</p>	<p>P.M. GIANNINO – Quali tipi di valutazione sono state effettuate dalle società che ha menzionato in relazione al trasporto delle merci pericolose? Cosa avete trovato?</p> <p>TESTE LANDOZZI – ... all'interno dei documenti che ho citato ci sono dei riferimenti generici relativamente al rischio incendio e esplosione <b>ma non c'è nessuna attività di valutazione specifica relativa al transito di convogli trasportanti merci pericolose, nella fattispecie il gpl all'interno di centri</b></p>

	<p><b>densamente abitati e quindi non essendo stato preso in considerazione il rischio specifico non ci sono delle misure preventive o protettive specifiche</b> all'interno dei documenti analizzati.</p> <p>P.M. GIANNINO – Di quale valutazione sta parlando, ... di quale società?</p> <p>TESTE LANDOZZI – Sto parlando della <b>valutazione di Trenitalia relativamente alla Divisione Cargo Area Genova Cagliari</b>, che è quella che stata fornita a seguito della richiesta da noi effettuata e sto parlando delle valutazioni fornite da R.F.I., <b>sempre relazione alla nostra richiesta, sulla Direzione Compartimentale Infrastruttura e Movimento di Firenze.</b></p> <p>P.M. GIANNINO – Quindi in nessuna delle due ha rinvenuto valutazioni...</p> <p>TESTE LANDOZZI – <b>In questi documenti analizzati no.</b></p>
<p><b>Landozzi</b> (ASL 7 Siena), Udienza del 29.10.2014, pag. 33</p>	<p>P.M. GIANNINO – ... A vostra richiesta che risposta avete ottenuto quando avete chiesto conto delle attività in materia di sicurezza da parte della FS?</p> <p>TESTE LANDOZZI – Alla capogruppo noi abbiamo richiesto il documento di valutazione dei rischi e tutta la documentazione relativa al sistema di gestione della sicurezza. La capogruppo ci ha risposto se eravamo sicuri che ci interessava questa documentazione in quanto è relativa soltanto alla sede di Ferrovie dello Stato in Piazza della Croce Rossa a Roma e a alcuni presidi territoriali dove c'era soltanto personale adibito a attività d'ufficio. Quindi niente c'era a livello di DVR o di sistema di gestione relativamente alla sicurezza del trasporto ferroviario.</p> <p>P.M. AMODEO - Cioè solo per le sedi di Ferrovie dello Stato S.p.A.? Solo per gli edifici?</p> <p>TESTE LANDOZZI – ... Questa è la risposta di Ferrovie dello Stato datata 17 Novembre 2010 rispetto alla nostra richiesta 11 Novembre 2010 dove chiedevamo il <b>documento di valutazione dei rischi</b> e manuale procedure e istruzioni operative del sistema aziendale e gestione della sicurezza ove attuato. FS risponde ... (...) che i documenti che noi chiediamo <b>sono relativi soltanto alla sede centrale che fa attività amministrativa</b> in Piazza Croce Rossa a Roma e che niente hanno a che vedere con la sicurezza del trasporto ferroviario. Quindi ci chiedono: se li volete ve li mandiamo ma non sono... ma non vi interessano per quelle che sono le vostre indagini. ...</p> <p>P.M. AMODEO – (Inc.) per le scale praticamente? All'impiegato che scivola per le scale?</p> <p>TESTE LANDOZZI – Sì, il rischio amministrativo che può avere qualunque addetto agli uffici.</p>
<p><b>Landozzi,</b> (ASL 7 Siena), Udienza del 29.10.2014, pag. 38</p>	<p>P.M. GIANNINO – Per quanto riguarda Trenitalia le valutazione dei rischi che cosa prevedevano?</p> <p>TESTE LANDOZZI – La valutazione analizzata è quella relativa alla Divisione Cargo area Genova Cagliari che è stata inviata suppongo perché era la divisione della quale facevano parte i macchinisti che conducevano il convoglio il cui deragliamento ha prodotto il disastro. Questo DVR che abbiamo analizzato, così come dicevo prima per il DVR di R.F.I., prevede dei riferimenti generici sulla valutazione del rischio incendio e esplosione. In realtà sono focalizzati, per quanto riguarda le merci pericolose, sugli scali merci terminali, dove ci sono delle apposite procedure e una norma che prevede la regolamentazione, e se non ricordo male, una trattazione simile a quella che è per le attività rischio incidenti rilevanti, e poi si fa anche un riferimento a scali merci non terminali che vengono classificati a rischio medio, se non mi sbaglio è pagina 76-88 del DVR, però <b>non c'è un riferimento specifico a eventuali misure di prevenzione e protezione da mettere e in atto per mitigare il rischio</b> ... legato al transito delle merci pericolose come per esempio il <b>gpl</b> all'interno dei centri densamente abitati. Non</p>

	<p>c'è niente relativamente a questo.</p> <p>P.M. GIANNINO – Né a livello di singole unità produttive né a livello centrale?</p> <p>TESTE LANDOZZI – No, a livello centrale non c'è nessun DVR. Abbiamo il DVR della singola unità produttiva, perché come dicevo i DVR sono stati redatti da quelli che sono stati individuati come datori di lavoro, quindi siccome il DVR è un obbligo esclusivo indelegabile del datore di lavoro, per Trenitalia così come per R.F.I. i datori di lavoro erano più di uno, erano i responsabili delle UP, hanno fatto redigere i DVR ai responsabili delle unità produttive.</p> <p>P.M. GIANNINO – Ho capito. E poi però a livello unitario, nazionale, quindi se i vari DVR indicassero delle specificità capaci di esorbitare dai confini delle unità territoriali o della singola unità produttiva è stata fatta un'opera di raccordo, di unificazione a livello...</p> <p>TESTE LANDOZZI – <b>No. A livello di decreto 81 e quindi di documento di rivalutazione dei rischi non c'è niente.</b> Un qualcosa di simile lo abbiamo a livello di piani della sicurezza e quindi di sistema di gestione.</p>
<p><b>Landozzi,</b> (ASL 7 Siena), Udienza del 29.10.2014, pag. 41</p>	<p>P.M. GIANNINO – ... Per quanto riguarda ... la valutazione dell'esercizio ferroviario nel suo insieme, quindi che contemplasse unitariamente non solo l'infrastruttura, e quindi parlo di R.F.I., non solo materiale rotabile, quindi parlo di Trenitalia, ma che prendesse in considerazione i rischi generati dal complesso dato dall'esercizio ferroviario nel suo insieme è stata effettuata? [NdR: la valutazione dei rischi]</p> <p>(...)</p> <p>TESTE LANDOZZI – <b>No, dal punto di vista del decreto 81 e degli obblighi in materia di sicurezza del luogo di lavoro non c'è una valutazione generale né a livello di società controllata né a livello di capogruppo</b> che coordini poi l'attività che è dovuta al transito del convoglio sull'infrastruttura.</p>
<p><b>Landozzi,</b> (ASL 7 Siena), Udienza del 29.10.2014, pag. 42</p>	<p>TESTE LANDOZZI – ... <b>carenze a livello valutativo vengono evidenziate, ... da un audit di ANSF, ... il cui report è datato 18 Novembre 2008</b> ... sul sistema integrato di gestione della sicurezza di R.F.I. S.p.A. , quindi del gestore dell'infrastruttura e tra le criticità evidenziate c'è anche qualcosa a livello della valutazione del rischio, ... a pagina 6 del documento citato ANSF riporta: “Non si ha evidenza di una sintesi finale per la definizione di chiare priorità definite attraverso una analisi di valutazione dei rischi complessiva”, .... In realtà abbiamo delle criticità a livello Valutativo ... anche nei piani integrati della sicurezza che ci ha fornito R.F.I. relativamente alla direzione compartimentale infrastruttura di Firenze... ora qui sottomano ho il piano del 2008 dove una criticità evidenziata, al paragrafo 2 è la criticità numero 4, è “effettuazione di analisi dei rischi che consentono di valutare lo stato di sicurezza del sistema ferroviario”, e questa criticità era rilevata anche nel 2007 ...</p>
<p><b>Landozzi,</b> (ASL 7 Siena), Udienza del 29.10.2014, pag. 44</p>	<p>TESTE LANDOZZI – ... FS Logistica ci ha fornito un manuale unico del sistema di gestione per l'eccellenza sostenibile e nella lettera di trasmissione <b>la stessa FS Logistica afferma di non avere allo stato attuale della richiesta un sistema di gestione della sicurezza sul lavoro che sia assimilabile a qualcosa di certificabile come OHSAS 18001 o comunque che risponda ai requisiti dell'articolo 30 del decreto 81.</b></p>
<p><b>Landozzi,</b> (ASL 7 Siena), Udienza del 29.10.2014, pag. 46</p>	<p>TESTE LANDOZZI – “Servizi operativi. Curare la progettazione e realizzazione di raccordi ferroviari, la gestione delle manovre ferroviarie, la gestione del carico-scarico delle merci necessarie al trasporto”. Questa è la sezione servizi Operativi della Business Unit Industria Chimica e Ambiente. Stavo citando pagina 5 della disposizione organizzativa 3 P del 30 Giugno 2008 di FS</p>



	<p>Logistica.  P.M. GIANNINO – Queste attività sono state prese in considerazione in un documento valutazione dei rischi di FS Logistica?  TESTE LANDOZZI – No, all’interno del DVR non ci sono riferimenti a rischi...  P.M. GIANNINO – Nulla.</p>
<p><b>Landozzi,</b>  (ASL 7 Siena),  Udienza del  29.10.2014,  pag. 56</p>	<p>TESTE LANDOZZI – ... . E’ interessante che <b>nel primo piano della sicurezza abbiamo tra gli obiettivi anche la mitigazione dei rischi connessi al trasporto delle merci pericolose</b>, che ... viene citato sia a pagina 10 che a pagina 54 del piano, prevedere interventi mirati alla riduzione dei rischi connessi al trasporto delle merci pericolose. <b>Questa previsione poi nei piani successivi, dal 2005 in poi, sparisce ...</b></p>
<p><b>Landozzi,</b>  (ASL 7 Siena),  Udienza del  29.10.2014,  pag. 60</p>	<p>P.M. GIANNINO – ... <b>a fronte di questa permanenza, dal 2004 al 2009, di criticità specifiche</b>, segnalate proprio dal gestore dell’infrastruttura nei confronti di Trenitalia, è stata posta in essere qualche azione da parte di R.F.I. ai fini del mantenimento del certificato di sicurezza per Trenitalia?  TESTE LANDOZZI – <b>No, da parte di R.F.I. no. ...</b>  P.M. GIANNINO – E a fronte della non risoluzione delle criticità R.F.I. è intervenuta nei cinque anni esaminati, quindi dal 2004 al 2009 per limitare la certificazione di sicurezza o per pretendere la risoluzione e di queste criticità segnalate tra il 2004 e il 2009 e mai risolte in materia di manutenzione?  TESTE LANDOZZI – Dalla documentazione in nostro possesso no, non ci risulta.</p>
<p><b>Landozzi,</b>  (ASL 7 Siena),  Udienza del  29.10.2014,  pag. 72</p>	<p>TESTE LANDOZZI ... relativamente alla valutazione dei rischi legati <b>al transito di merci pericolose all’interno di centri densamente abitati non c’è niente ...</b> né nei DVR analizzati né tanto meno di specifico all’interno del sistema di gestione della sicurezza e quindi dei rischi analizzati e individuati propri dell’esercizio ferroviario che sono all’interno del sistema gestione della sicurezza.</p>
<p><b>Landozzi,</b>  (ASL 7 Siena),  Udienza del  29.10.2014,  pag. 78</p>	<p>P.M. GIANNINO – Mancando in fase iniziale la stessa valutazione dei rischi del transito di merci pericolose si può ritenere che questa SGS corrispondesse effettivamente a quanto formalizzato da quella certificazione?  TESTE LANDOZZI – <b>Se un rischio o tutti i rischi comunque non vengono presi in considerazione, non vengono valutati, ne consegue che non vengono attuate misure di prevenzione o protezione</b> rispetto a quel rischio specifico. Quindi chiaramente per quella fase lì, per quella fattispecie sì <b>il sistema è carente, non è idoneo.</b></p>
<p><b>Pezzi  Rosanna,</b>  (<b>capostazione-  Viareggio</b>),  Udienza del  22.04.2015,  Pag.72</p>	<p>AVV. MARA – ... con riferimento particolare alla <b>fuoriuscita di sostanze tossiche pericolose dalle ferro-cisterne presso la stazione esiste o non esiste...</b>  <b>TESTE PEZZINI – No, quello non c’è, no.</b>  AVV. MARA – ...un piano di emergenza specifico predisposto da “Ferrovie dello Stato”?  TESTE PEZZINI – Per la fuoriuscita no.</p>
<p><b>Mancanza di elementari mezzi di protezione – I muri di contenimento</b></p>	
<p><b>Pucci,</b>  Udienza del  21.01.2015,  pag. 258</p>	<p>TESTE PUCCI - ... <b>mio padre aveva costruito un muro a ridosso della ferrovia, per proteggersi, ...</b> e l’ingresso di casa era a ridosso di questo muro alto due metri e venti; era spesso così questo muro; hanno trovato la badante, non era bruciata; suo figlio l’ha potuta riconoscere, non era bruciata la badante,</p>

	<p>perché il muro l'ha protetta; ho trovato la lavatrice con le bottiglie dei saponi integri, in cucina ho trovato dei cestini di vimini. E i pompieri hanno detto: "Per tutta la notte Via Ponchielli ha bruciato a 1.800 gradi". <b>Questo muro qualcosa ha fatto allora.</b> Se era in tutta la via... non dico che non fosse successo nulla, ma forse sarebbe stato minore il danno, sia per le cose che per le persone, soprattutto. E questa è una cosa che mi ha fatto... mi ha dato noia veramente, perché si poteva contenere la cosa, veramente, veramente ...</p>
<p><b>Pucci,</b> Udienza del 21.01.2015, pag. 266</p>	<p>AVV. PEDONESE - ... Senta, ci può ripetere che altezza aveva questo muro e perché suo padre decise di erigerlo? TESTE PUCCI – Era alto circa 2 metri e 20 e l'ha fatto lui stesso per proteggersi dalla ferrovia. AVV. PEDONESE – Lei e suo padre siete stati comunque <b>firmatari anche dell'altra lettera in cui chiedevate la costruzione di un altro muro...</b> TESTE PUCCI – Sì. AVV. PEDONESE - ...a ridosso di tutta la... TESTE PUCCI – <b>Sì, nel 2001.</b></p>
<p><b>Lunardi,</b> Udienza del 02.07.2014, pag. 15</p>	<p>P.M. GIANNINO – ... La sua abitazione dove si trova o dove si trovava? TESTE LUNARDI – In Via Porta Pietrasanta. P.M. GIANNINO – Quanto dista dai binari? TESTE LUNARDI – Sono circa 100 metri. P.M. GIANNINO – C'è qualche barriera, forma di separazione tra la sua abitazione e i binari? TESTE LUNARDI – Praticamente no, <b>noi avevamo fatto delle richieste anche scritte, firmate da tutti i vicini e per diversi anni abbiamo richiesto appunto queste barriere per un po' di sicurezza,</b> qualcosa perché non c'era niente.</p>
<p><b>Baldi,</b> Udienza del 02.07.2014, pag. 21</p>	<p>P.M. GIANNINO – Senta, c'era qualche forma di separazione o di barriera fra l'abitazione e i binari? TESTE BALDI – No, c'era semplicemente un muro e una rete. P.M. GIANNINO – Un muro di che tipo? Un muro pieno? TESTE BALDI – No, un muro basso. (...) Molto basso, insomma arrivava sotto il ginocchio e poi fondamentalmente era una rete.</p>
<p><b>Marini,</b> Udienza del 22.04.2015, pag.17</p>	<p>C.T. DIFESA MARINI - Ha sensi di colpa perché il padre aveva fatto un muro che ha protetto in parte il piano terra dell'immobile e lei diceva: "Doveva essere fatto più lungo, più largo";</p>
<p><b>Falorni Silvano,</b> Udienza del 28.01.15, pag. 121</p>	<p>TESTE FALORNI – ... vorrei sapere <b>quella lettera che ha firmato mio fratello</b> e mia cognata che fine ha fatto. PRESIDENTE – Quale lettera? TESTE FALORNI – <b>Quella per il muro, quella per la richiesta del muro. Vorrei sapere chi l'ha ritirata e dove l'ha messa.</b> E poi io ho finito, signor Presidente ...</p>
<p><b>Mancanza di elementari interventi di prevenzione – Riduzione della velocità</b></p>	
<p><b>Romeo,</b> Udienza del 29.04.2015, pag. 27</p>	<p>AVV. CORDARO – Ci fa un esempio di azione prudenziale posta in essere all'indomani del disastro? TESTE ROMEO – ... dopo il disastro ci furono, da parte dell'Agenzia per la Sicurezza, <b>un'attenzione rivolta in particolare agli assili,</b> dove si chiedeva diciamo un maggiore controllo. Poi successivamente ... arrivò l'Agenzia per la Sicurezza, e quindi RFI rispose che ove i treni preposti a trasporto del materiale... pericoloso, fosse... non fossero stati sottoposti a ulteriore verifica, no una</p>

	<p>verifica emanata precedentemente, ma sempre dopo Viareggio ... avrebbero dovuto <b>abbassare la velocità massimo a 60 chilometri orari</b> in corrispondenza delle stazioni e in alcune tratte di linea.</p> <p>AVV. CORDARO – Mentre prima era di...?</p> <p>TESTE ROMEO – Prima ... non c'era questo vincolo, quindi prevaleva il vincolo della velocità di linea anziché della... no, era diciamo una velocità che obbediva ad altri parametri.</p>
<p><b>M.C. Mazzoni,</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 20</p>	<p>TESTE MAZZONI M.C. – ... è questione di due vite che abbiamo portato al cimitero ... soltanto perché nessuno ha pensato la minima... cosa che si poteva pensare, perché <b>bastava dire all'entrata di una stazione, specialmente abitata, che bisogna camminare più piano. Ci camminano ora più piano</b>, perché ora se deraglia un treno resta ritto, non succede una tragedia così. E con un convoglio con il gas non c'è stata nessuna attenzione e è successo una tragedia di questo... di questo genere. Bastava andare più piano, deragliava e finiva lì. ...</p>
<p><b>Favilla,</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 95</p>	<p>AVV. MARZADURI - Dopodiché si ricorda di altri momenti di partecipazione del suo assessorado?</p> <p>TESTE FAVILLA – ... non dico tutti i giorni perché sarebbe esagerato, ma insomma, era un problema che era comunque ricorrente. Ogni... questione che veniva fuori ci si incontrava e si vedeva come risolverla, sia per fare funzionare meglio anche la Stazione di Viareggio; <b>si fece la richiesta per esempio della riduzione della velocità appunto dei treni... di quel tipo di treno quando transitava nella Stazione di Viareggio.</b> Insomma, si fece tutta una serie di incontri e riunioni, ma sono stati talmente tanti che diventa difficile elencarli tutti ....</p>
<b>Mancanza di elementari mezzi di prevenzione – Dispositivi antideragliamento</b>	
<p><b>De Angelis,</b> <b>RLS</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 208</p>	<p>AVV. DALLE LUCHE – (...) Lei ci ha appena detto che è macchinista. ... volevo sapere se conosce il rilevatore di svio, il cosiddetto detettore di svio. Ha mai ricevuto, come macchinista, una formazione e delle istruzioni specifiche riguardo al suo funzionamento?</p> <p>TESTE DE ANGELIS – Sì. Si può dire, ... che tutti i macchinisti hanno ricevuto una informazione dettagliata sull'esistenza e sull'utilizzo del rilevatore di svio, che era di una fabbrica ... che fa attrezzature sofisticate per i treni, che si chiama Oerlikon. ... <b>questa apparecchiatura è stata introdotta..., su molti... alcuni carri svizzeri che entravano in Italia, fin dal 1995.</b> E il Gruppo FS, all'epoca Ferrovie dello Stato, ancora prima che facessero la trasformazione in ente... in ente economico e poi in Società per Azioni, fece una circolare informativa a tutti i macchinisti e introdusse nelle istruzioni del personale di macchina un allegato con le istruzioni da utilizzare in caso di intervento di questa apparecchiatura, e un'immagine, un grafico con il suo funzionamento di principio. E all'epoca, questo credo che si tratti del '95-'96 ... <b>per noi fu una rivelazione (?).</b> Noi, tra noi ferrovieri, venne fuori <b>questa idea che era un aggeggio semplice e geniale, dico 'finalmente'... perché si evitava quel problema annoso che ancora oggi persiste, che alcuni treni merci, ... se deraglia un carro a metà treno c'è la possibilità molto probabile che il treno continui a marciare per chilometri e chilometri e nessuno se ne accorge</b>, fin quando il treno poi non si spezza e allora interviene in freno perché si spezza il tubo che governa il freno. E questo aggeggio si chiama... Oerlikon EDT100. ...</p>

<p><b>De Angelis, RLS</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 223</p>	<p>TESTE DE ANGELIS – ...c'è stato un incidente da modello. <b>Un treno ha deragliato a metà</b>, un treno fortunatamente vuoto e di bisarche, quelle che portano le automobili, che andava credo alla fabbrica FIAT di Cassino, ha deragliato al centro di una <b>galleria e ha camminato per sette chilometri, fino alla Stazione di Formia</b>, dove al primo scambio, dove la ruota viaggiava tra le rotaie, ha trovato lo scambio, il primo scambio che ha trovato, quindi sette chilometri dopo, e ha deragliato spazzolando la stazione con questi carri. Miracolosamente ... erano le due e mezzo di notte e non c'è stato né un treno incrociante dei pendolari - quella lì è molto trafficata – e né in stazione c'era nessuno, perché erano le due e mezza di notte. ... (...) TESTE DE ANGELIS - Il rilevatore di svio l'avrebbe fermato cento metri dopo il deragliamento.</p>
<p><b>Mancanza di elementari mezzi di prevenzione – “Impresenziamento” delle stazioni</b></p>	
<p><b>Salvadori,</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 104</p>	<p>TESTE SALVADORI – ... Dal 2004 al 2010 tra gli incarichi che avevo in segreteria regionale avevo anche quello di seguire la contrattazione con Rete Ferroviaria Italiana - Settore Stazioni, del Compartimento di Firenze, quindi tutta la Toscana. In questa veste nel 2004 avevo... nel momento dell'attivazione del telecomando da Pisa su tutta la linea Tirrenica, la RFI aveva già fatto delle proposte di impresenziamento praticamente di tutte le stazioni,... esclusa Pisa. PRESIDENTE – ... Proposte di? AVV. ANTONINI – Impresenziamento. (...) TESTE SALVADORI - Cioè senza presenza umana ... .Noi respingemmo questa cosa dicendo che sia dal punto di vista della irregolarità della circolazione, ma soprattutto della sicurezza, ci sembrava che invece tutta una serie di impianti, benché con la possibilità di essere telecomandati, dovessero vedere la presenza umana, cioè il presenziamento del dirigente movimento, in particolare Viareggio perché c'era anche la linea Viareggio-Lucca-Pistoia-Firenze che partiva da questa stazione, quindi, insomma, ci sembrava particolarmente importante. ... riuscimmo a respingere questa... proposta che faceva Rete Ferroviaria Italiana e quindi Viareggio rimase presenziata sulle ventiquattro ore, pomeriggio, mattina e notte, su tutte le ventiquattro ore per sette giorni su sette. (...) ci sembrava che una serie di impianti ... soprattutto per la sicurezza, dovessero essere presenziati, e il fattore umano era estremamente importante. (...) AVV. ANTONINI – ... perché è importante un presidio umano nella notte presso una stazione? TESTE SALVADORI – La presenza del fattore umano, ... la giudichiamo importante sia per... intervenire nei problemi di circolazione, che sono sempre dietro l'angolo, all'ordine del giorno, quindi guasti degli impianti, problematiche ai treni ... sia sul problema della sicurezza. Il fatto che durante la notte ci sarebbe stato un impresenziamento completo da Spezia o dalla Pontremolese fino a Pisa, in caso di necessità o in caso di intervento sulla sicurezza sarebbe stata scoperta questa situazione. ... noi ovviamente non potevamo prevedere quello che sarebbe successo, però questa cosa fu comunque estremamente importante nell'incidente del 29 giugno del 2009, perché appunto la linea completamente</p>

	<p>impresenziata e senza una tecnologia che monitorava, che avrebbe potuto monitorare le problematiche del treno, quello che appunto deragliò, ... avrebbe fatto sì che questa cosa sarebbe stata ... ancora più grave. Perché ancora più grave? Perché <b>la presenza del dirigente movimento nella Stazione di Viareggio innanzitutto permise i primi coordinamenti e i primi allarmi della strage. Ma non solo. La chiusura del segnale di ingresso, di protezione, dal lato Pisa, impedì che il treno Intercity proveniente da Roma e diretto a Genova fosse coinvolto</b> in quello che poi è stato l'incidente, perché poi ci vuole... per fermare un treno a centoquaranta-centocinquanta chilometri orari ci vuole anche uno spazio, uno spazi abbastanza... abbastanza ampio. Quindi permise che questo treno non fosse coinvolto, il che evitò un possibile... un possibile disastro, ancora maggiore, sia per le persone che erano sull'Intercity, sia per il fatto che se fosse stato coinvolto anche altre cisterne che erano rimaste intatte potevano anche essere ulteriormente danneggiate e quindi la situazione dell'incidente e della strage avrebbe potuto essere molto, molto più grave.</p> <p>(...)</p> <p>AVV. ANTONINI – ... mi può confermare, ... che nel giugno del 2009, nell'anno 2009, <b>da La Spezia fino a Viareggio altre stazioni non hanno un presidio notturno?</b></p> <p>TESTE SALVADORI – <b>Non avevano un presidio notturno, no.</b></p>
<p><b>Pezzini Rosanna, (Capostazione-Viareggio),</b> Udienza del 22.04.2015, Pag.60</p>	<p>AVV. MARA – Cosa ha fatto a fronte del fatto che “Ferrovie dello Stato” ad un certo punto ha proposto l'eliminazione del capo stazione durante il turno di notte?</p> <p>TESTE PEZZINI – ... volevamo appunto ... mantenere il presidio del capo stazione perché era fondamentale per noi anche proprio a livello di sicurezza perché ... essendo stato portato tutto il sistema comando e controllo a Pisa chiaramente <b>noi volevamo però che in alcune stazioni ci fosse la presenza umana perché la presenza umana sotto tutti i punti di vista può essere fondamentale ed importante</b>, come poi lo è stato purtroppo nel caso del 29 giugno.</p>
<p><b>Mancanza di elementari mezzi di prevenzione - Omologazione dei rotabili</b></p>	
<p><b>Landozzi,</b> Udienza del 19.11.2014, pag. 17</p>	<p>TESTE LANDOZZI - <b>alla fine del procedimento</b> si dovrebbe arrivare al rilascio da parte del gestore dell'infrastruttura di una dichiarazione, che è l'allegato I, di una dichiarazione al richiedente e dove si dà l'omologazione, cioè si attesta <b>che dall'esame della documentazione quel rotabile può circolare sull'impresa nazionale</b> e quindi sia acquisito anche il piano di manutenzione e quel dossier tecnico. ... <b>questa documentazione non risulta che sia mai stata prodotta o fatta per i rotabili in questione.</b></p>
<p><b>Mancanza di informazione e formazione per le lavoratrici ed i lavoratori</b></p>	
<p><b>Pezzini Rossana, (Capostazione-Viareggio),</b> Udienza del 22.04.2015, Pag.54</p>	<p>AVV. MARA - ... la società “Ferrovie dello Stato” le ha fatto svolgere oppure <b>no corsi di formazione ed informazione sulle caratteristiche chimico fisiche e tossicologiche dei prodotti o materiali pericolosi trasportati con carri merci lungo la tratta ferroviaria e la stazione di Viareggio</b> di sua competenza?</p> <p>TESTE PEZZINI – No, noi sappiamo... conosciamo i carri che trasportano merci pericolose perché il numero del treno ci indica quale merce trasporta però non abbiamo avuto dei corsi specifici al riguardo.</p> <p>AVV. MARA – ... può dire se altri suoi colleghi di lavoro, quindi lavoratrici e lavoratori che operano presso il tronco ferroviario e segnatamente presso la stazione di Viareggio, abbiano svolto corsi di formazione ed informazione, come abbiamo detto prima, sulla pericolosità delle merci e dei materiali trasportati?</p>

	TESTE PEZZINI – No ... Nessuno ha avuto dei corsi specifici.
<b>Impossibilità, per i lavoratori e i loro RLS, a partecipare al processo di valutazione dei rischi e di programmazione delle misure di prevenzione</b>	
<b>Nicoletta, RLS macchinisti,</b> Impianto Condotta Cargo, Genova, Udienza del 29.04.2015, pag. 131	<p>AVV. DALLE LUCHE – ... rischi connessi in maniera particolare al trasporto di merci pericolose, quindi deragliamenti, esplosioni e incendi, sono previsti, sono contemplati nel documento di valutazione dei rischi...</p> <p>TESTE NICOLETTA – No.</p> <p>AVV. DALLE LUCHE - ...a cui è chiamato a partecipare?</p> <p>TESTE NICOLETTA – No, non sono contemplati.</p> <p>AVV. DALLE LUCHE – Sa se esiste un <b>documento di valutazione dei rischi a livello societario che comunque prenda in considerazione questi... questi rischi legati al trasporto di merci pericolose?</b> Se ne è a conoscenza.</p> <p>TESTE NICOLETTA – No, no. <b>Non sono mai stato consultato su questa materia.</b></p>
<b>Favilla,</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 88	<p>TESTE FAVILLA – ... I temi [dell’incontro avvenuto il 14 settembre presso la Regione, Ndr] erano quelli sulla ricostruzione diciamo della Stazione di Viareggio e di vedere quello che era possibile fare in relazione sia alla devastazione che c’era stata... (...) In quell’occasione ... io mi ricordo di avere ... detto all’ingegnere Moretti... siccome io fra l’altro sono anche... stato un ex ferroviere, quindi operavo nel settore manutenzione delle Ferrovie, ... “... ma della sicurezza mi sembra che ancora nessuno abbia parlato”. Quando ebbi ad accennare quel discorso lì <b>Moretti saltò subito... insomma, si arrabbiò immediatamente dicendo che i problemi di sicurezza non esistono, che non c’è da discutere di niente a questo riguardo.</b> Dissi: “Ma come, problemi di sicurezza secondo me esistono perché se è successo quello che è successo c’è stato dei problemi, no”? qui... nacque una discussione molto forte ... fra me e Moretti. Poi intervenne il presidente della Regione e disse “ma, insomma, questo ... non è il tavolo adatto per discutere di queste cose”, insomma, e finì lì, .... Però ... io fra l’altro ero stato incaricato dalla Provincia di sollevare questo problema, perché quello che interessava, oltre alla ricostruzione, è vedere se i problemi di sicurezza, che secondo noi c’erano, perché se era successo quell’incidente c’erano; in virtù anche della mia esperienza, appunto io ho passato diversi anni in Ferrovia, e da quando ero entrato io in Ferrovia e da quando ho conosciuto poi la Ferrovia con Moretti, le cose erano cambiate totalmente, insomma. Prima c’era un sistema di sicurezza, forse costava di più, però ... sistemi di sicurezza che davano efficienza, e dopo era stato smantellato buona parte del sistema che avevo conosciuto io. Quindi <b>per me era un problema da discuterne</b>, però venne fuori ... questa diatriba e a quel punto lì ... <b>Moretti cominciò a urlare.</b> Fra l’altro era l’unico interlocutore che per le Ferrovie rispondeva, perché c’era anche l’ingegner Di Venuta, che era direttore compartimentale delle Ferrovie, però mi sembra che lui stesse abbastanza zitto e tutti gli altri funzionari che lui aveva portato. L’unico che parlava era appunto Moretti, che però ebbe questo modo qui di esprimersi, in modo pesante ....</p> <p>AVV. ANTONINI – ... sempre legato al discorso sulla sicurezza, l’ingegner Moretti fece anche dei riferimenti ad alcuni ferrovieri, a eventuali...?</p> <p>TESTE FAVILLA – ... <b>Quando io sollevai il problema della sicurezza, lui... cominciò a sbottare ... cominciò a dire che licenziava tutti i ferrovieri che pongono questo problema,</b> tra i quali fece anche riferimento a un ferroviere di</p>

	<p>Viareggio ... Riccardo Antonini, perché aveva scritto, un giorno prima o due giorni prima, un articolo su Repubblica riguardo alla sicurezza. Quindi lui disse ... <b>“tutti quelli che parlano di sicurezza vengono licenziati da me”</b> ... .</p> <p>AVV. ANTONINI –...Oltre a questo episodio si è parlato, come ha accennato, anche al tema principale dell’incontro del 14 settembre, e ha fatto riferimento anche a una ristrutturazione, su alcuni temi anche specifici della ferrovia. ... in merito a questi temi ... chi è che esponeva le cose e chi era l’interlocutore principalmente?</p> <p>TESTE FAVILLA – No, no, no, lì non c’era nessun altro che parlava all’infuori di Moretti. Tutti gli altri erano nel silenzio più assoluto, quindi ... non si avvaleva neanche delle collaborazioni dei suoi funzionari, perché lui interveniva su tutto e rispondeva a tutto ... era lui soltanto il rappresentante delle Ferrovie.</p> <p>AVV. ANTONINI – Sì. Alcuni di questi temi se li ricorda? Ce li può riferire? (... ) I temi della ristrutturazione... (... ) ...cosa riguardavano?</p> <p>TESTE FAVILLA – ... riguardavano la ricostruzione della passerella che era stata distrutta; si parlava di fare un sottovia; e poi si parlava di spostare ... la sottostazione elettrica, di spostarla da un’altra parte, in una zona più periferica di Viareggio; e poi altre cose, anche più banali, tra la tinteggiatura di muri anneriti, insomma cose così. ... io ricordo che rimasi anche un po’ meravigliato perché dissi “ma, insomma, ora che un rappresentante così come Moretti intervenga anche sulle stupidaggini”... mi sembrava una cosa curiosa ... . Comunque era lui che rispondeva a tutto.</p>
<p><b>Favilla,</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 101</p>	<p>TESTE FAVILLA – No, in quell’occasione... lui [Moretti, NdR] disse: <b>“Tutti i ferrovieri che contestano la sicurezza li mando a casa, li licenzio”</b>. In particolare venne fuori, perché aveva letto probabilmente un articolo su Repubblica, <b>“quel ferroviere della manutenzione di Viareggio”, che appunto era Riccardo Antonini, che l’avrebbe licenziato perché osava o era intervenuto a mettere in discussione che in Ferrovia non c’era la sicurezza.</b></p> <p>AVV. D’APOTE – Quindi tutti i ferrovieri che contestano la sicurezza. Però lei prima mi ha detto che questo si riferiva all’incidente di Viareggio. E’ così?</p> <p>TESTE FAVILLA – Sì riferiva...?</p> <p>AVV. D’APOTE – All’incidente di Viareggio.</p> <p>TESTE FAVILLA – Sì, si stava parlando dell’incidente di Viareggio, chiaramente.</p>
<p><b>Bacelli,</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 146</p>	<p>TESTE BACCELLI –...in mattinata ... arrivò anche Moretti. Ricordo questa riunione appunto dell’unità di crisi,</p> <p>(...)</p> <p>Rappresentava le Ferrovie, tant’è che fu lui a dire ... quella famosa battuta ... che non si sentiva responsabile come Ferrovie e che non avrebbe quindi nemmeno attivato le assicurazioni.</p> <p>AVV. DI BUGNO – Questa fu una frase che in quella sede riferì...</p> <p>TESTE BACCELLI – Che ho ascoltato con le mie orecchie in quell’occasione.</p> <p>AVV. DI BUGNO - ...Moretti.</p> <p>TESTE BACCELLI – Moretti.</p> <p>AVV. DI BUGNO – Senta, ma Moretti interloquì anche su aspetti tecnici del disastro, dell’incidente?</p> <p>TESTE BACCELLI – In quella occasione, almeno nella riunione pubblica a cui partecipai, fu particolarmente laconico, ... due rappresentanti del presidente della Provincia di Lucca, il vice presidente Petrucci e l’assessore Favilla hanno avuto una riunione specifica ... con lo stesso Moretti, e in quell’occasione furono trattati argomenti tecnici in modo analitico. Si iniziò a ragionare di come spostare</p>

	due binari e quindi arretrare la presenza di binari rispetto a Via Ponchielli e tanti altri aspetti diciamo tecnici e specifici. Io direttamente rividi invece Moretti a Bruxelles l'08 di settembre, mi pare, in occasione di un incontro organizzato da Caiani, allora diciamo primo rappresentante del nostro governo presso la Commissione Europea, alla presenza del Ministro Matteoli. Ricordo bene quell'incontro perché ad un certo punto una rappresentante dei familiari delle vittime fu redarguita dallo stesso Moretti, ...
<b>De Angelis,</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 202	TESTE DE ANGELIS – ... <b>sono stato licenziato una prima volta...</b> il 10 marzo del 2006, nell'ambito di una vertenza sindacale sulla ergonomia della postazione di lavoro, perché mi sono rifiutato, insieme a tanti altri colleghi macchinisti, di utilizzare il pedale dell'uomo morto. (...)
<b>De Angelis,</b> <b>RLS</b> Udienza del 15.04.2015, pag. 205	TESTE DE ANGELIS – (...) Il 15 agosto del 2008... <b>sono stato nuovamente licenziato, sempre nell'ambito di una attività correlata alla sicurezza, per aver segnalato e denunciato pubblicamente delle problematiche</b> che io, noi, abbiamo ritenuto essere molto serie, ai treni Eurostar, dei guasti meccanici importanti. ...

Dalle testimonianze sopra richiamate, non vi è chi non veda che presso il Gruppo (la Holding) Ferrovie dello Stato sono state violate le più elementari norme di buona tecnica e di sicurezza, nonché la relativa legislazione, e, men che meno, sono stati attivati ed adottati sistemi di prevenzione dei rischi specifici insiti nel trasporto delle merci pericolose, nel caso che ci occupa il GPL: il tutto all'insaputa delle lavoratrici e dei lavoratori che la/le datrice/i non hanno nè informato su tali rischi specifici e su come prevenire i medesimi, attraverso idonei corsi di formazione (mai realizzati!). Ancora, le società del Gruppo FS non hanno neppure adottato (nonostante le richieste avanzate dalla popolazione viareggina a rischio) interventi di prevenzione dei rischi, di mitigazione degli stessi, e di protezione della popolazione esposta ai rischi predetti.

Che dire poi del fatto:

- Della mancata Valutazione dei Rischi (ai sensi della Legge 81/2008);
- Della mancanza predisposizione di specifici Piani di Emergenza;
- Della inadeguatezza del Sistema di Gestione della Sicurezza ?



## **8. – LE MISURE DI PREVENZIONE TECNICHE ED ORGANIZZATIVE CHE AVREBBERO CONSENTITO DI EVITARE IL DISASTRO (SUL PUNTO, SI VEDANO ANCHE LE RACCOMANDAZIONI DELLA RELAZIONE 23.03.2012 DELLA COMMISSIONE MINISTERIALE A SEGUITO DEL DISASTRO VIAREGGIO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI)**

Le misure di prevenzione, sia tecniche che organizzative, che avrebbero consentito di evitare il gravissimo e nefasto disastro di Viareggio del 29 giugno 2009, sono diverse e numerose.

### **8.1 - LE RACCOMANDAZIONI DELLA COMMISSIONE MINISTERIALE**

Dopo la strage ferroviaria del 29.06.2009, la Commissione Ministeriale che ha indagato sulle cause che hanno determinato il disastro ha presentato raccomandazioni alla ANSF (Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie) e all'ERA (European Railways Agency) per migliorare la sicurezza.<sup>8</sup>

Le raccomandazioni fatte dalla Commissione sono sostanzialmente proposte di adeguamento delle norme a livello europeo, con definizione degli standard manutentivi, certificazione dei soggetti abilitati ad effettuare interventi di manutenzione e controllo del loro operato.

Le misure raccomandate sono le seguenti:

- **Tracciabilità** completa degli assili, con inserimento di tutti i dati geometrici, strutturali e degli interventi manutentivi eseguiti sull'assile, in una banca dati europea accessibile agli organismi preposti ai controlli.
- **Obbligo** di registrazione delle risultanze delle prove eseguite sugli assili e/o su tutti i componenti importanti ai fini della sicurezza ferroviaria (Controlli Non Distruttivi, etc.) e loro inserimento nella banca dati.

---

<sup>8</sup> Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, "Relazione di indagine sull'incidente ferroviario del 29 giugno 2009 nella stazione di Viareggio", Roma, 23 marzo 2012.

- **Obbligo** di distruzione di tutti gli assili per i quali non sia possibile la tracciabilità.
- **Certificazione** dei soggetti abilitati ad effettuare interventi di manutenzione, definendone i requisiti tecnologici e professionali.
- **Controlli** a campione visivi e strumentali sulle verifiche e prove (Controlli Non Distruttivi etc.), svolte dai soggetti preposti alla manutenzione, allo scopo di vigilare sulla loro attività, anche con l'introduzione di un sistema sanzionatorio.
- **Definizione** di vita utile dei componenti importanti per la sicurezza ferroviaria, tenendo conto del concetto di fatica ciclica.
- **Interventi** manutentivi da effettuarsi non solo a tempo ma anche a percorrenze chilometriche prestabilite, ovvero con cadenze temporali più frequenti anche in relazione alla vetustà dei componenti dei rotabili.
- **Distribuzione** capillare degli impianti Rilevatori di Temperatura Boccole sul territorio, almeno ogni 60 km, specie sui percorsi che possono essere effettuati dai convogli che trasportano merci pericolose.
- **Utilizzo** del dispositivo rivelatore del deragliamento.
- **Approfondimento** in merito alle regole di locazione dei carri al fine di individuare in maniera univoca le responsabilità.

Premesso che:

- Questi consulenti tecnici non condividiamo alcuni contenuti della Relazione Ministeriale, per esempio l'affermazione *ad usum delphini*: “La rottura di un assile è un evento molto raro”, si tratta di una affermazione che è totalmente falsa, come si documenta nel Capitolo 4 della presente Relazione Tecnica;
- Tali raccomandazioni in modo inescusabile purtroppo sono assai tardive, dato che sussistevano tutti gli elementi perché le stesse fossero presentate ed adottate negli anni precedenti;

- Le carenze a livello normativo europeo e nazionale nulla tolgono alle responsabilità delle aziende e degli imputati - (così come precisato dai Pubblici Ministeri nei capi di imputazione) - che, in base alle norme di buona tecnica e alla legislazione esistente, avevano precisi obblighi di attuare efficaci e rigorose misure di prevenzione dei rischi specifici presenti nel comparto ferroviario di cui è processo;

fermo quanto precede, gli scriventi CC.TT. ritengono che le misure normative proposte siano valide e debbano essere immediatamente adottate da parte degli Enti competenti. Peraltro, si tratta di misure che ci risulta siano condivise anche da altri Consulenti Tecnici che hanno indagato sul terrificante disastro ferroviario di cui è processo.

## **8.2 - I DISPOSITIVI ANTIDERAGLIAMENTO**

In proposito, riteniamo utile soffermarci e svolgere alcune considerazioni su questi dispositivi.

Preliminarmente, va evidenziato che sui treni merci il macchinista in cabina non è nella condizione di sapere quello che avviene nel resto del convoglio perché non può vedere i carri e la rumorosità nella cabina è tale da coprire il rumore dovuto ad eventuali guasti o anomalie. Né vi sono collegamenti elettrici o di altro tipo che, in caso di guasto, inviino segnali di allarme dai carri alla cabina del macchinista. Strattoni ed urti che vengono trasmessi dal vagone deragliato al locomotore attraverso i ganci di traino non sempre sono percepibili.

Sovente il macchinista si rende conto del deragliamento solo dopo parecchio tempo e dopo aver percorso diversi chilometri e pertanto la situazione di pericolo non viene tempestivamente percepita e bloccata, ma si protrae con il rischio di maggiori conseguenze.

Questo è quanto avvenuto a Viareggio il 29.06.2009, dove il macchinista era nell'impossibilità di rendersi conto dell'avvenuto deragliamento ed ha iniziato la frenatura solo quando ha avvertito gli strattoni e l'anomalo rallentamento del treno. Se il cargo merci e la linea ferroviaria in questione fossero stati dotati dei necessari dispositivi di segnalazione e di prevenzione dei rischi, e se per la marcia del cargo merci fosse stata prescritta una marcia ad una velocità inferiore e appropriata, per esempio a 50 Km/h, poi adottata dal gruppo F.S., la frenata sarebbe stata tempestiva e il carro cisterna non sarebbe arrivato ad urtare i picchetti 24 e 23, e neppure sarebbe arrivato alla posizione della cd "zampa di lepre"..

Nei resoconti sui deragliamenti avvenuti in Italia nel 2009 (si veda il Capitolo 4 cit.), si legge ad esempio:

- I macchinisti ... hanno impiegato oltre tre chilometri prima di riuscire ad arrestare il treno (cfr. deragliamento del 25 maggio sulla linea Torino Nizza);
- Un carro in composizione ad un treno merci è deragliato spaccando le traverse di cemento per circa 5 km! (...); come sempre, in casi come questi, i macchinisti non potevano accorgersi dell'accaduto essendo il carro lontano dal locomotore (cfr. deragliamento del 6 giugno 2009 sulla linea Genova – Pisa);

Anche in Germania, ad Eschede, il treno passeggeri ad alta velocità percorse parecchi chilometri dal momento della rottura della ruota al momento del deragliamento e dello schianto contro il cavalcavia; il macchinista arrivò alla successiva stazione senza essersi reso conto del disastro avvenuto alle sue spalle.

Nelle Figure 8.1 e 8.2 si presentano rispettivamente, un rilevatore di deragliamento omologato e la sua installazione su un carro merci.

**Figura 8.1 - Rilevatore di deragliamento omologato**



Fonte: Knorr Bremse, Presentation of EDT 101, Working Group of Derailment Detection, ottobre 2014.

**Figura 8.2 - Installazione di un rilevatore di deragliamento su un carro merci**



Fonte: Knorr Bremse, Presentation of EDT 101, Working Group of Derailment Detection, ottobre 2014.

Si tratta di dispositivi di dimensioni modeste, che, installati ad hoc sul carro sono in grado di monitorare le accelerazioni verticali; quando viene raggiunta la soglia, tipicamente a causa di un deragliamento, il dispositivo può:

- agire direttamente sui freni bloccando il treno;
- o, se il treno è dotato di un sistema di controllo (di un collegamento elettrico tra carro e cabina), inviare un segnale in cabina al macchinista.

Il rivelatore di deragliamento non può quindi impedire i deragliamenti ma, può ridurre i tempi necessari per l'arresto del convoglio, riducendone le conseguenze.

Dispositivi antideragliamento sono utilizzati sui treni svizzeri che trasportano merci pericolose. Si vedano, per esempio, “SBB CFF FFS Ferrovia e ambiente” ([www.info-scuola-ffs.ch/](http://www.info-scuola-ffs.ch/)):

**4. Sostanze pericolose**  
Per evitare che le merci pericolose diventino un rischio per l'ambiente.

((fig. 19)) La ferrovia è il mezzo di **trasporto più sicuro** per le merci pericolose (prodotti chimici, benzina, olio combustibile ecc.), in quanto sulla rete ferroviaria si verificano molti meno incidenti che sulla strada.

Perché questa situazione resti invariata, le FFS e i loro partner di trasporto intraprendono svariate iniziative. (( fig. 20))

Così, per esempio, i carri cisterna per il trasporto di oli minerali e prodotti chimici sono stati dotati di dispositivi antideragliamento\*. Sulle nuove linee si cerca di evitare il più possibile l'impiego degli scambi, per ridurre al minimo il rischio di deragliamento.

Anche la cosiddetta ottimizzazione degli itinerari contribuisce all'aumento della sicurezza.

o “HSSE – Chemoil”

([http://www.chemoil.ch/fileadmin/user\\_upload/download/sicherheit/Dokumentation\\_HSSE\\_IT.pdf](http://www.chemoil.ch/fileadmin/user_upload/download/sicherheit/Dokumentation_HSSE_IT.pdf))

**Chemoil**

- Insieme a DATEC (Dipartimento federale dell'Ambiente, dei Trasporti, dell'Energia e delle Comunicazioni) e all'Industria Chimica, SBB ha sottoscritto un accordo per la riduzione di grossi rischi e per la tutela della popolazione e dell'ambiente da gravi danni provocati dal trasporto di merci pericolose. Nell'ambito di questo accordo, SBB Cargo ha installato rilevatori di deragliamento che sono stati riconosciuti dalla UIC (Union Internationale des chemins de fer) all'inizio del 2008 come omologati.

In uno studio dell'ERA (*“Impact Assessment on the use of Derailment Detection Devices in the EU Railway System”*) del 7 maggio 2009, cioè anteriamente all'immane e nefasto disastro di Viareggio, attraverso un'analisi costi/benefici indica che l'installazione obbligatoria del rilevatore di deragliamento comporta un miglioramento delle condizioni di sicurezza così basso - [*“the Safety impacts are so minimal (<0.01% reduction on overall human risk level of the EU railway system, i.e. far less than 1 fatality per year) that they can be almost neglected”*] - da apparire sproporzionato all'intervento da eseguire (*“imposing legally the DDD to the RID scope would be disproportionate”*), inviando alla Commissione europea una raccomandazione nella quale è riportato che le indicazioni proposte dal comitato di esperti RID sul rilevatore di deragliamento non devono essere adottate! (*Recommendation on the provision proposed by the RID Committee of Experts requiring the use of the Derailment Detection Devices*).

Si noti:

- La conclusione di ERA è basata su una analisi costi / benefici. ERA evidentemente omette scientemente di considerare e applicare con rigore *il principio di precauzione*, e, conseguentemente, non si pone l'obiettivo prioritario di garantire la massima sicurezza dei/delle cittadini/e, lavoratori/trici e dell'ambiente, ma quello di far circolare merci e persone anche in presenza dei relativi rischi.
- E' impossibile dire se le conclusioni di ERA sarebbero state le stesse se lo studio fosse stato realizzato nell'immediatezza del terrificante disastro ferroviario del 29.06.2009, con l'opinione pubblica profondamente coinvolta e fortemente colpita per una strage nefasta di così grande magnitudo.
- Di fatto, come se nulla fosse (!), ancora nel 2013 (e a quanto ci risulta a tutt'oggi) nel RID (Regolamento concernente il trasporto internazionale ferroviario delle merci pericolose) l'uso dei dispositivi antideragliamento non è obbligatorio.
- La ANSF, Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie, nella *«Newsletter giugno – luglio 2013»*, cioè 4 anni dopo l'immane disastro di Viareggio del

29.06.2009, contro le norme di buona tecnica, *il principio di precauzione* e quello di prevenzione dei rischi, sul punto, così commenta con distacco: “*i requisiti per la messa in servizio dei carri non possono proibire od imporre l’uso di tali dispositivi ma che la circolazione dei carri non deve essere limitata a causa della loro presenza o assenza*”.

In conclusione in Italia, in modo inescusabile, i treni che trasportano merci pericolose continuano a viaggiare senza dispositivi antideragliamento.

- Nei paragrafi successivi ove si affronta il tema degli spazi di arresto si illustra che, con la dotazione del dispositivo antideragliamento, il treno si sarebbe fermato prima dei picchetto 24 e 23.

### **8.3 - LE REGOLE DI LOCAZIONE**

La Commissione ministeriale auspica un approfondimento ed una ridefinizione delle regole di locazione. Riteniamo, più semplicemente, che il trasporto di merci pericolose debba essere effettuato esclusivamente da soggetti “*proprietari*” a pieno titolo del rotabile, affinché la catena di responsabilità sulla qualità dei mezzi, la loro gestione, il loro stato e la relativa manutenzione, possa essere trasparente ed efficace, soprattutto ai fini del conseguimento dell’obiettivo della massima sicurezza nella sua più ampia e rigorosa accezione. Conseguentemente siano da abolire le figure del “*detentore*” ed “*utilizzatore*” del cargo e dei diversi componenti del rotabile, in quanto si tratta di figure non chiare e definibili.



#### **8.4 - ALTRE MISURE TECNICHE DI PREVENZIONE – LA MANCATA VALUTAZIONE DEI RISCHI**

Anzitutto i datori di lavoro delle aziende coinvolte nel trasporto del treno 50321, in primis le società **RFI e Trenitalia Divisione Cargo**, avrebbero dovuto fare la Valutazione dei rischi e redigere il relativo Documento, così come previsto dal Testo Unico sulla Sicurezza L. 81/2008, e prima ancora dal D.Lvo 626/94.

Dall'esame della documentazione agli atti e dalle testimonianze non risulta che i datori di lavoro abbiano fatto la “*valutazione di tutti i rischi per la sicurezza e la salute durante l'attività lavorativa*”, né redatto il relativo documento “*contenente i criteri adottati per la valutazione, l'indicazione delle misure di prevenzione, il programma delle misure ottenute per garantire nel tempo il miglioramento dei livelli di sicurezza*”. Tutto questo in violazione degli articoli 17 e 28 del Testo Unico.

Il documento agli atti “*Trenitalia, Gruppo Ferrovie dello Stato, Divisione Cargo, Unità Produttiva Area Genova Cagliari, Documento di valutazione dei rischi, Revisione VI del 15.12.2008*”, non risponde a quanto previsto dalla legge in quanto:

- **Non** considera tutti i rischi (ad esempio non considera il rischio di deragliamento ed il rischio di incendio connesso al trasporto di merci pericolose, che pure sono rischi rilevanti e ben presenti in tutte le statistiche e negli studi sulla sicurezza delle ferrovie);
- **Non** specifica i criteri adottati per la prevenzione (ad esempio non fa alcun riferimento né ai dati statistici disponibili né alla enorme mole di studi riportati nella letteratura tecnica concernenti la rottura a fatica, i deragliamenti dei vettori (rotabili) ferroviari, gli “*incidenti*” ed i disastri dovuti al trasporto su rotaia di merci pericolose, etc.);
- **Non** valuta i pro ed i contro delle possibili misure di prevenzione (ad esempio l'utilizzo dei dispositivi antideragliamento, la riduzione della velocità, l'utilizzo di percorsi alternativi, etc.);

- **Non** contiene il programma delle misure opportune per garantire il miglioramento della sicurezza nel tempo - [ad es. graduale eliminazione dei picchetti di riferimento – ormai tecnicamente superati -, nonché di altri ostacoli presenti ai lati dei binari, l'introduzione di muri di contenimento (confinamento) in prossimità delle abitazioni, etc.]. Per quanto riguarda gli ostacoli ai lati dei binari, che amplificano enormemente la gravità del rischio in caso di deragliamento, si ricorda, per esempio, che l'elevato numero di vittime del citato disastro avvenuto in Germania, ad Eschede, fu determinato dal fatto che i vagoni deragliati si schiantarono contro i pilastri di un cavalcavia; successivamente venne messo in atto un piano per modificare la forma e la collocazione dei pilastri.

## **8.5 - LA RIDUZIONE DELLA VELOCITÀ**

La migliore e più elementare misura di sicurezza che le aziende che gestivano il trasporto delle merci pericolose avrebbero dovuto e potuto applicare, da sempre, in modo del tutto indipendente dalla normativa europea, è la riduzione della velocità dei treni, segnatamente, nell'attraversamento delle stazioni e dei centri abitati.

Per comprendere l'influenza della velocità sulla sicurezza del trasporto di merci pericolose è necessario anzitutto richiamare un fondamentale principio della fisica, e precisamente:

$$\text{Energia cinetica} = \frac{1}{2} \text{ massa } \times \text{velocità}^2$$

ovvero:

**l'energia cinetica di un treno è proporzionale al quadrato della sua velocità**

Fatta questa elementare premessa, di seguito si richiamano alcuni studi che trattano dell'influenza della velocità sulla sicurezza.

Ricordiamo che nel luglio 2013 c'è stato a Lac Mégantic, Quebec, Canada, un gravissimo disastro ferroviario con deragliamenti di carri cisterna, 30 edifici rasi al suolo, 42 vittime accertate e 5 dispersi.

**Figura 8.3 –Disastro ferroviario a Lac Mégantic, Quebec, Canada, 6 luglio 2013**



➤ **TSB - Transportation Safety Board of Canada, «Rail Safety Recommendations», 23.01.2014**

In questo rapporto successivo al predetto disastro il *Transportation Safety Board (TSB) of Canada*, raccomanda:

*«La gravità e le conseguenze di un deragliamento sono collegate alla velocità perché l'energia dissipata durante il deragliamento dipende dalla energia cinetica del treno in movimento, cioè dalla sua velocità [al quadrato NdR] e massa.*

*Analisi condotte su dati della FRA su deragliamenti di treni merci su linee principali nel periodo 1992 – 2001 mostrano che il numero di carri deragliati, indicatore della gravità dell'incidente, è altamente correlato con la velocità ... e col rilascio delle merci pericolose.*

*Anche i dati TSB sui deragliamenti sulle linee principali dal 2003 al 2012 mostrano che più elevate velocità di deragliamento sono associate ad un più alto numero di carri deragliati ...» (pag. 7).*

➤ **Comments of The American Fuel & Petrochemical Manufacturers on The Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration's ("Phmsa's") Notice of Proposed Rulemaking for Hazardous Materials: Enhanced Car Standards and Operational Controls for High-hazard Flammable Trains, 30.09.2014**

*“A seguito del deragliamento di Lac Mégantic, l'industria ha recentemente modificato le linee guida sui treni chiave per includere:*

- *riduzione della velocità dei treni a meno di 80 km/h;*

*La riduzione della velocità può ridurre il numero dei carri deragliati così come la probabilità che ci sia uno sversamento...” (pag. 17, documento cit.).*

➤ **Christopher P.L. Barkan et al., «*Analysis of Railroad Derailment Factors Affecting Hazardous Materials Transportation Risk*», Transportation Research Board Annual Meeting 2003**

Lo studio analizza i dati della Federal Railways Agency relativi a 839 deragliamenti su linee principali, nell'intervallo di 10 anni dal 1992 al 2001, nei quali almeno un carro con materiali pericolosi è rimasto danneggiato, e trova che esiste una significativa correlazione tra:

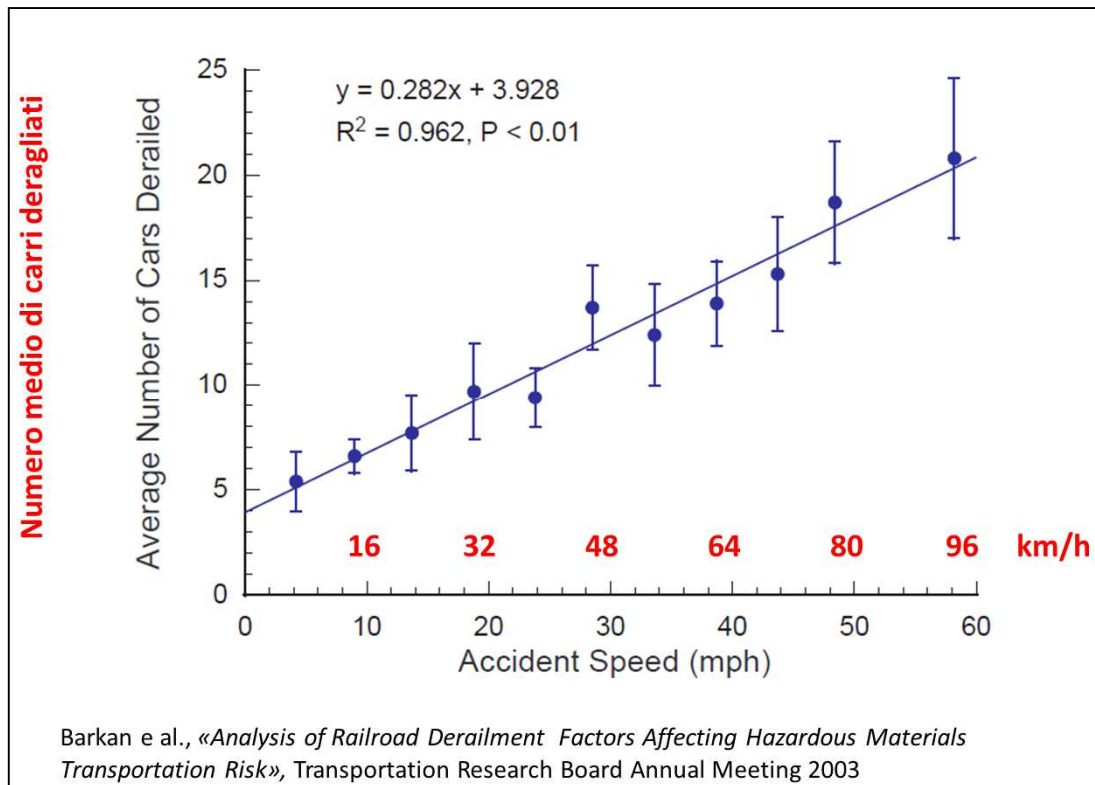
- velocità del treno e numero di carri deragliati;
- velocità del treno e percentuale di carri con sostanze pericolose che rilasciano;
- percentuale di carri che trasportano e rilasciano sostanze pericolose e numero di carri deragliati.

Nel grafico che si presenta nella Figura 8.4 si riporta nell'ascissa la velocità del convoglio ferroviario che ha subito un "*incidente*" (deragliamento di almeno 1 carro contenente materiale pericoloso) ed in ordinata il numero medio di carri deragliati.

Il numero dei carri deragliati (da cui si fa derivare la gravità e pericolosità dell"*incidente*") dipende linearmente dalla velocità a cui procedeva il convoglio: ad ogni incremento di velocità di circa 4 miglia orarie corrisponde in media il deragliamento di una carrozza in più.

Il risultato è altamente significativo ( $p < 0.01$ ) e inoltre il modello lineare interpola in modo quasi ottimale i dati ( $R^2 = 0.962$ , significa che il 96% della variabilità del numero delle carrozze deragliate dipende dalla pura e semplice velocità, ovvero dalla forza cinetica e solo il 4% della variabilità va attribuita ad altri diversi fattori).

**Figura 8.4 – Correlazione tra velocità e numero di carri deragliati**

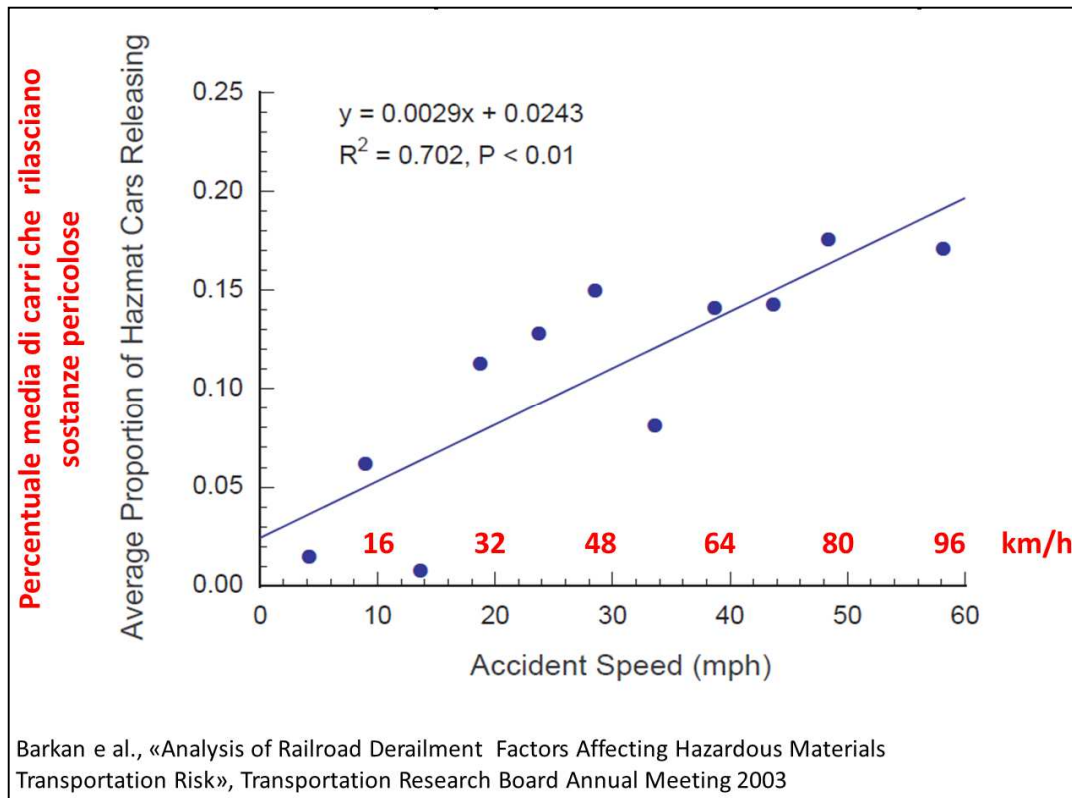


Il grafico della Figura 8.5 che segue riporta nell'ascissa la velocità del convoglio e in ordinata, come indicatore di rischio o pericolosità dell'“*incidente*”, la proporzione [la percentuale] media di carri contenenti materiale pericoloso che rilasciano il contenuto.

Anche in questo caso la relazione lineare è altamente significativa ( $p < 0.01$ ) e bene si adatta ai dati ( $R^2 = 0.702$ , spiega il 70% della variabilità totale dei casi).

Dal grafico si ricava che un incremento di velocità di circa 34 miglia orarie comporta un incremento del 10% di carri contenenti materiali pericolosi che rilasciano il contenuto.

**Figura 8.5 - Correlazione tra velocità e probabilità di rilascio di sostanze pericolose**

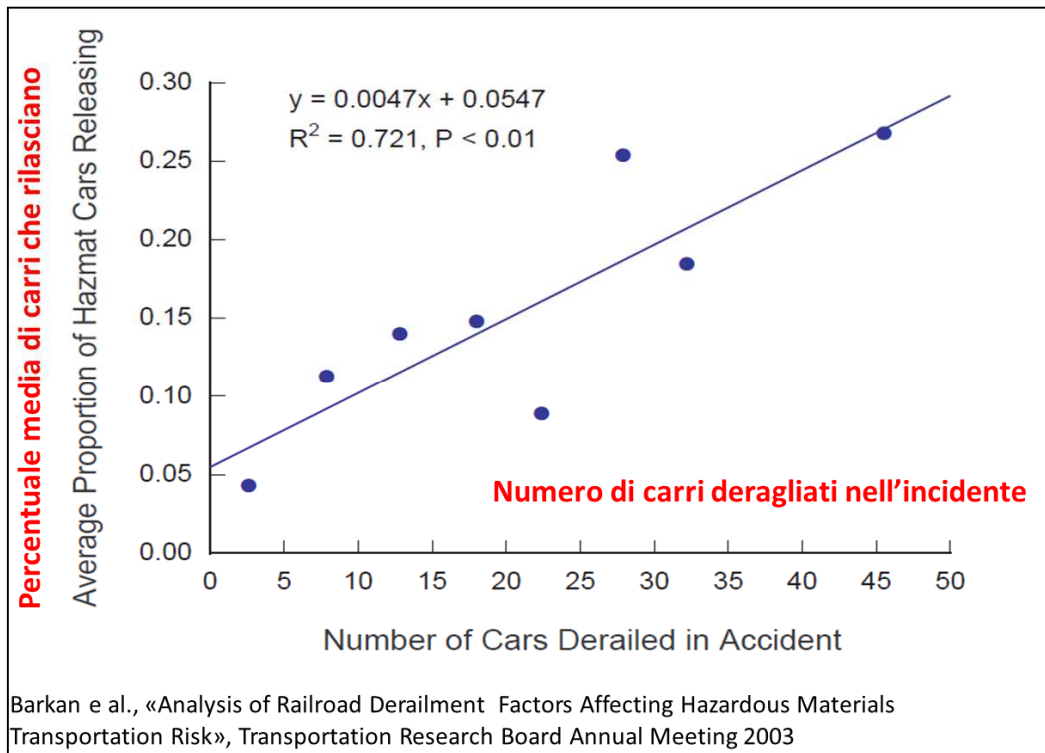


Il grafico della Figura 8.6 che segue illustra la relazione, sempre lineare, fra il numero totale di carri deragliati (riportati in ascissa), che, come illustrato in precedenza, dipende linearmente dalla velocità oraria del convoglio, e la proporzione [la percentuale] media di carri contenenti materiali pericolosi che rilasciano sostanze pericolose (sono riportati in ordinata).

La relazione lineare è statisticamente significativa ( $p < 0.01$ ) e ben si adatta ai dati ( $R^2 = 0.721$ , spiega il 72% della variabilità totale dei casi deragliati).

Un incremento di circa 21 carri deragliati comporta un aumento di proporzione del 10% di carri contenenti materiali pericolosi che rilasciano il contenuto.

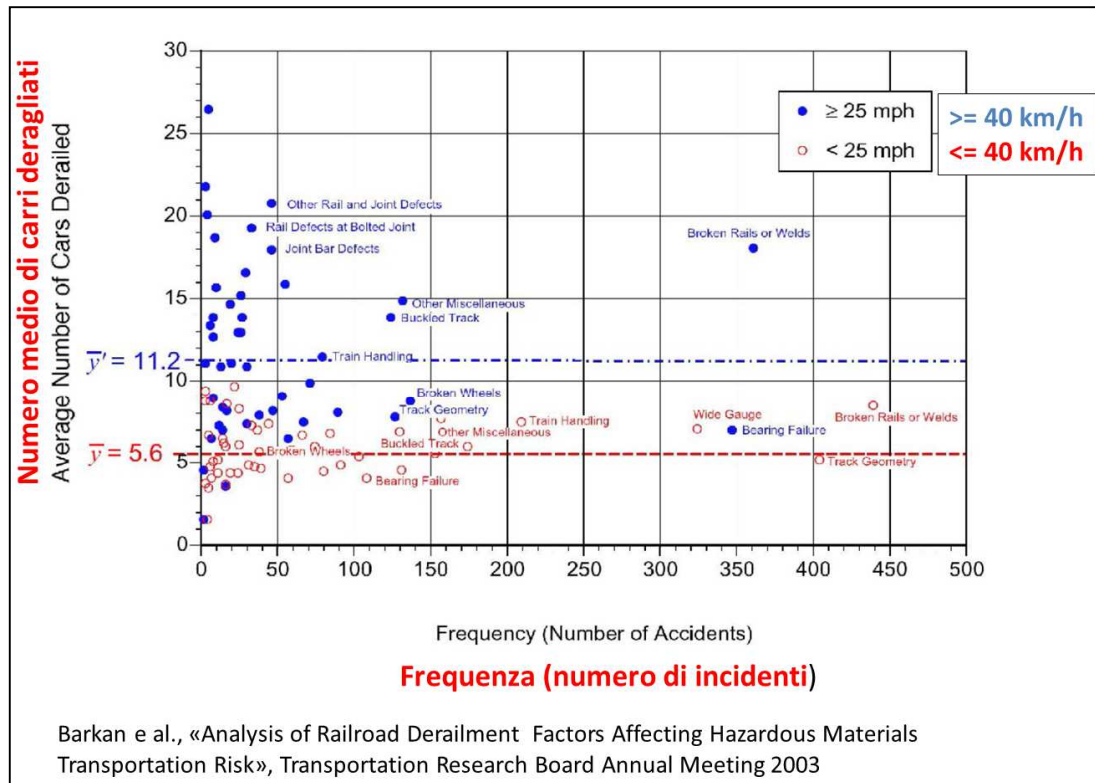
**Figura 8.6 - Correlazione tra numero di carri deragliati e percentuale di carri che rilasciano sostanze pericolose**



Il grafico che si presenta nella seguente Figura 8.7 evidenzia che, a velocità maggiori di 40 km/h (pallini pieni) la media dei carri che deragliano (11.2) è il doppio rispetto alla media dei carri che deragliano (5.6) in treni che viaggiano a velocità minori di 40 km/h.



**Figura 8.7 - Numero di carri deragliati in funzione della velocità**



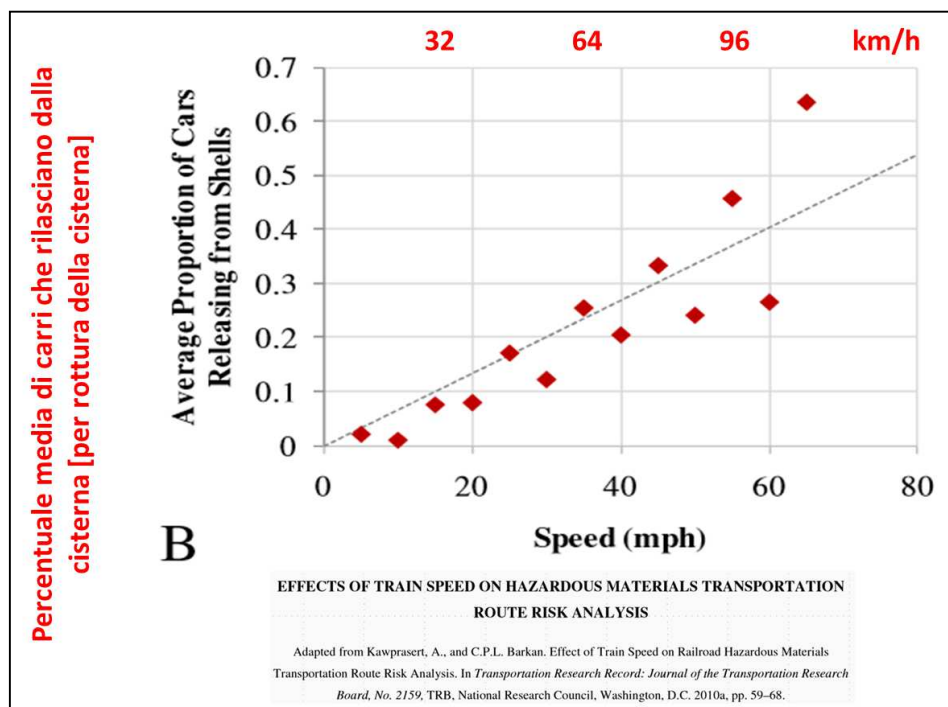
In conclusione, secondo lo studio di Christopher P.L. Barkan et al., la velocità alla quale procede il convoglio ferroviario al momento del deragliamento è linearmente associata, in modo positivo, alla gravità dell'incidente stesso; la gravità dipende dal numero di carri deragliati e dalla percentuale di carri che rilasciano il contenuto pericoloso, con il conseguente rischio di inquinamento della zona e di danni alle persone.

- Athaphon Kawprasert e al., “*Effects of train speed on hazardous materials transportation route risk analysis*”, *Transportation research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n° 2159, National research Council, Washington, Pagg. 59-68

«La velocità del treno è uno dei fattori che più influenzano la possibilità di rilascio negli incidenti ferroviari che coinvolgono carri cisterna per il trasporto di sostanze pericolose. Tanto più alta è la velocità di deragliamento, tanti più carri probabilmente deragliano e tanto più è probabile che uno o più dei carri deragliati determini un rilascio.».

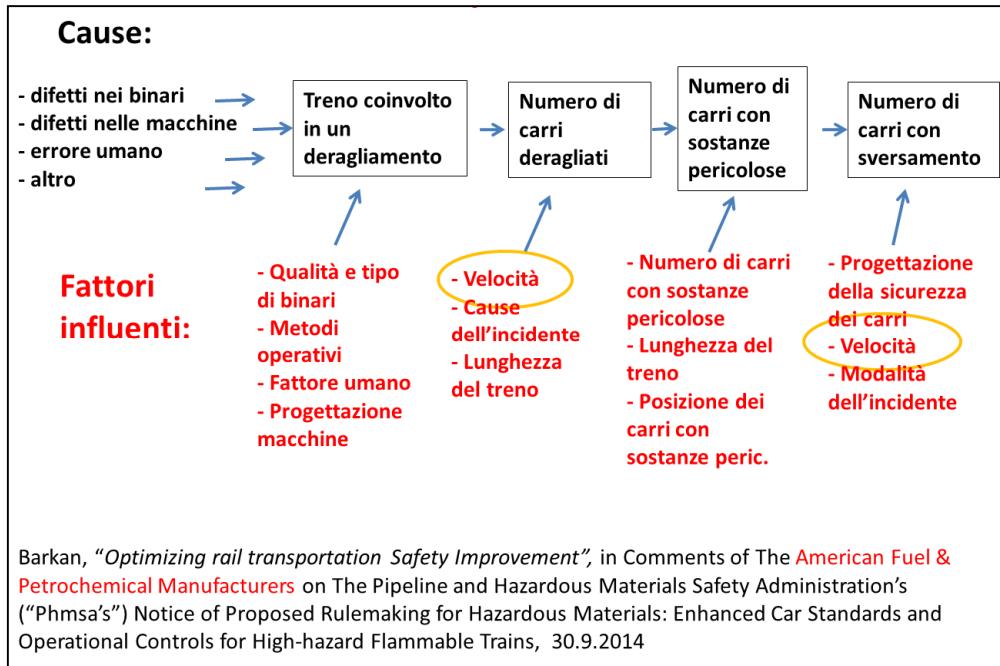
Nel grafico di Figura 8.8, tratto dall’articolo di Athaphon Kawprasert et al., si vede che la percentuale di carri che trasportano merci pericolose e che le rilasciano per rottura della cisterna è direttamente proporzionale alla velocità del treno.

**Figura 8.8 - Correlazione tra velocità e numero di carri con sversamento per rottura della cisterna.**

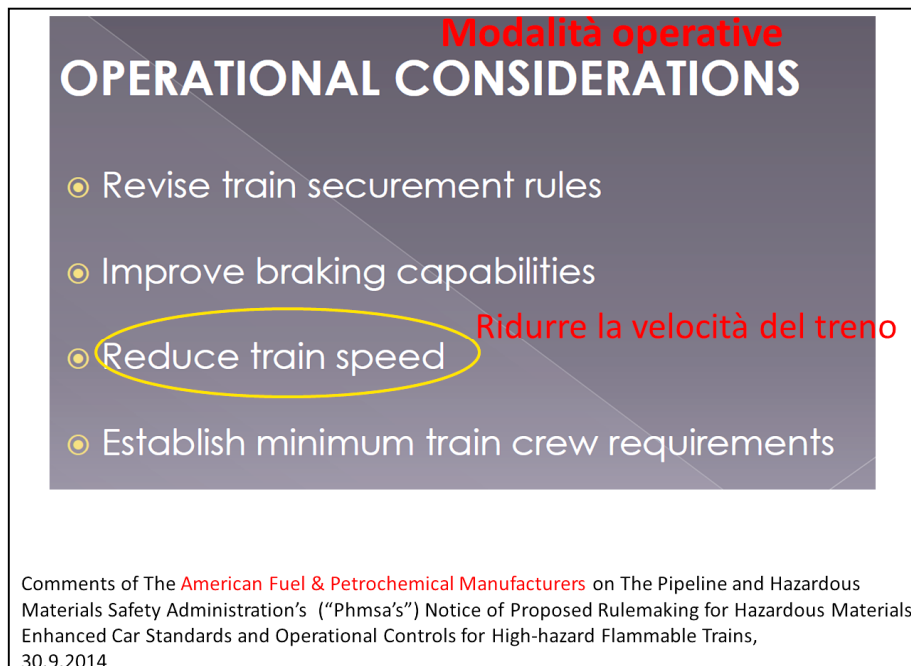


Le Figure 8.9 e 8.10 sono tratte da relazioni presentate ai convegni della associazione *American Fuel and Petrochemical Manufacturers* e le stesse evidenziano il ruolo della velocità dei treni cargo nel rilascio di sostanze pericolose.

**Figura 8.9 – Fattori che influiscono sul rilascio di sostanze pericolose.**



**Figura 8.10 – Modalità operative: ridurre la velocità del treno**




- **D. Y. Jeong, Volpe National Transportation Systems Center, US Department of Transportation Cambridge, Massachusetts, USA, “Probabilistic Approach To Conditional Probability Of Release Of Hazardous Materials From Railroad Tank Cars During Accidents”, Proceedings of IMECE2009 2009 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, November 13-19, Florida, USA**

«È dimostrato che la velocità ha un triplice effetto sugli incidenti con sostanze pericolose. Con l'aumento della velocità:

- *Aumenta il numero dei carri deragliati, aumentando così la probabilità che le sostanze pericolose presenti sul treno deraglino;*
- *Aumenta la probabilità di rilascio della sostanza pericolosa dal carro;*
- *Aumenta la quantità di sostanza pericolosa rilasciata.»*

- **Politecnico di Milano, «State of Play», 03.10.2009, pag. 63**

 <b>POLITECNICO DI MILANO</b>	<b>State of Play (SoP)</b>  <b>Proc. Penale n.7532/09</b>	Doc. n. 2009-POLIMI-V00-000-DV-0001	
		Draft Rev.: 01	Date: 3/10/2009
	Page 63 of 87		

«Il ribaltamento è da ritenersi un evento sempre ad alto rischio, particolarmente nel caso di trasporto di merci pericolose.

*Diverse sono le misure di prevenzione che possono impedire (o diminuirne fortemente la probabilità di accadimento) il ribaltamento in caso di svio: **dalla diminuzione della velocità di percorrenza, almeno limitatamente a centri densamente abitati, all'impiego di sensori antisvio, quali ad esempio quelli attualmente impiegati su carri merci di trasporto delle Ferrovie Svizzere (FFS)**»*

In sintesi, la letteratura tecnica conferma che, nel trasporto di merci pericolose, la riduzione della velocità riduce fortemente il rischio di fuoriuscita di materiali pericolosi e dei conseguenti disastri.

## 8.6 - Effetti della riduzione della velocità sull'evento di Viareggio

A partire dall'equazione del moto vista precedentemente, introducendo gli opportuni coefficienti, già dall'inizio del secolo scorso si è giunti a stabilire delle formule empiriche per la determinazione degli spazi di arresto in ferrovia. Tra queste formule la più nota è la formula di Pedelucq.

Anno Accademico 2013–2014 Corso di **Progettazione di Sistemi di Trasporto**

Docente: prof. ing. Alfonso Micucci



A partire dall'equazione generale del moto, specializzata al massimo al campo ferroviario con l'introduzione di tutti gli opportuni coefficienti, si giunge all'espressione empirica per la determinazione degli spazi di arresto normali in ferrovia nota come **Formula di Pedelucq**:

$$s_a = \frac{V^2}{\frac{1,09375\lambda_c}{\varphi(V)} + \frac{0,127}{\varphi(V)} \pm 0,235i}$$

$\lambda_c$  percentuale di massa frenata  
convenzionale

$\varphi(V)$  parametro pratico tabulato

**Figura 8.11 – Formula di Pedelucq, tratta dalle dispense del Corso di Progettazione dei Sistemi di Trasporto, dell'Università degli Studi di Bologna**

In altri termini, per il calcolo degli spazi di arresto normali in ferrovia si fa ricorso alla predetta formula di Pedelucq, ovvero:

La distanza di arresto di un treno è proporzionale al quadrato della velocità. Se la velocità raddoppia, la distanza di arresto aumenta di 4 volte.

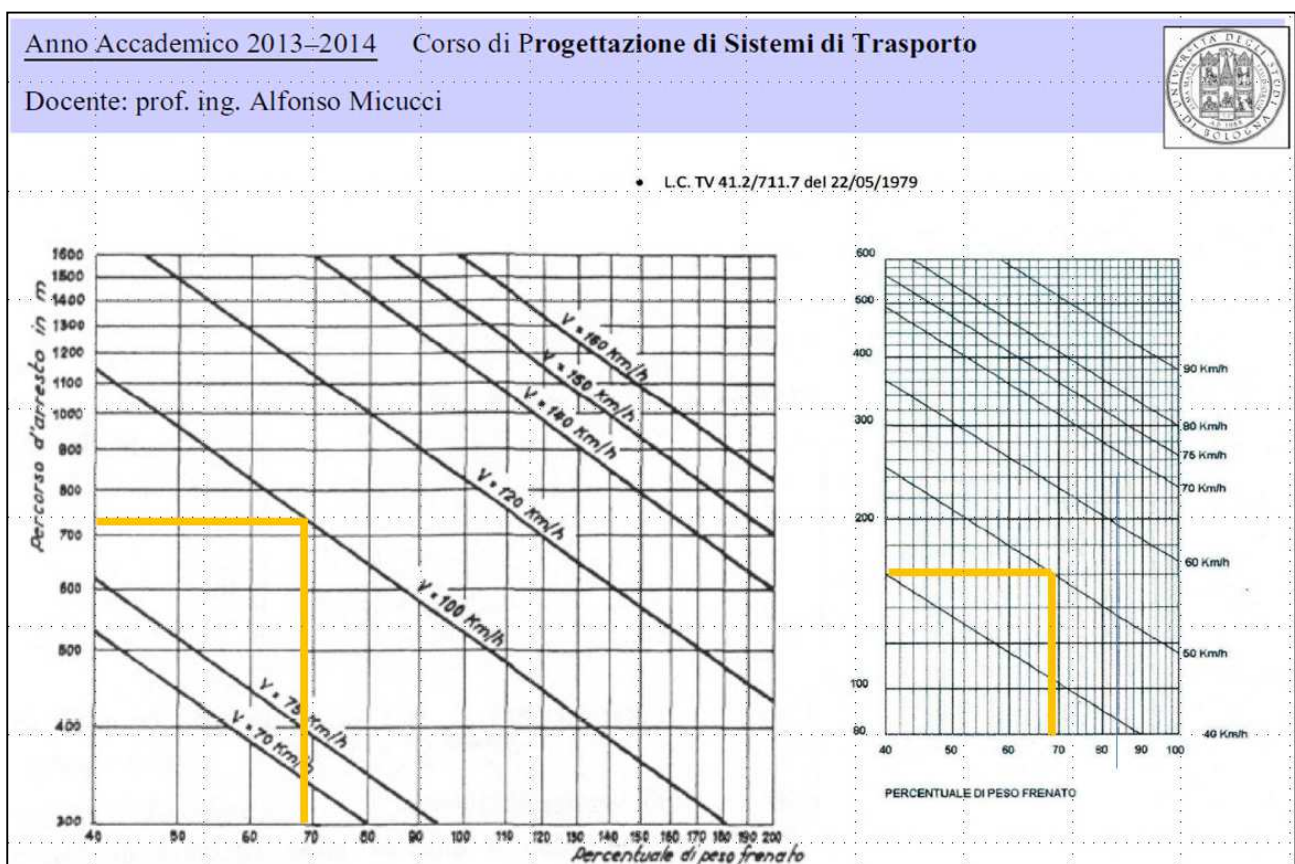
La relazione di Pedelucq viene espressa sotto forma di grafici, di più pratico e rapido utilizzo.

Nel grafico presentato nella seguente Figura 8.12 (tratto dal Corso di Progettazione di Sistemi di Trasporto, dell'Università degli Studi di Bologna), si è evidenziata con color arancio la situazione relativa ad un treno analogo al treno 50325 di Viareggio, con peso frenato  $\lambda = 0,69$ , che viaggia a 100 km/h (a sinistra) e a 50 km/h (a destra).

Lo spazio di arresto di questo treno quando viaggia a 100 km/h è di circa 730 metri, mentre è di circa 160 metri, cioè circa 4 volte inferiore, quando viaggia a 50 km/h.

Il peso frenato è un parametro che dipende dalla composizione del treno; il calcolo del peso frenato è tratto dalla Consulenza Tecnica di Ufficio del Prof. Ing. Paolo Toni del 10 settembre 2010<sup>9</sup>.

**Figura 8.12 – Grafico per la determinazione degli spazi di arresto di un treno**



<sup>9</sup> Nella sua CTU (pagg. 14 – 17) il Prof. Ing. Paolo Toni utilizza per il calcolo degli spazi d'arresto il nomogramma della fiche UIC544-1; lo spazio di arresto risulta di 780 metri; la differenza tra i due valori (50 metri) rientra nella approssimazione dei due metodi di calcolo.

La registrazione dei dati ZTE (Zona Tachigrafica Elettronica) velocità, tempo, distanza, registrati dal DIS (Driver Information System), ci consente di conoscere il reale spazio di arresto del treno 50325, deragliato, a Viareggio.

Nella Tabella 8.1 seguente sono riportati i dati ZTE per alcune velocità significative, dal momento di inizio della frenatura (velocità compresa tra 73 e 74 km/h), all'arresto.

**Tabella 8.1 – Dati ZTE registrati dal DIS per alcune velocità significative**

N. rec	Stato condotta PdM	Percorrenza metrica (m)	v PdM (km/h)	Vodometro DIS (km/h)	t (sec)	Distanza al punto di arresto (m)
1535	C	291920	74	70	32,48	214
1536	F	291928	73	70	32,88	206
1537	F	291934	71	70	32,98	200
1538	F	291940	70	70	33,28	194
1548	F	292003	60	58	36,68	131
1549	F	292003	60	56	36,78	131
1559	F	292048	50	44	39,38	86
1560	F	292048	50	42	39,48	86
1565	F	292063	40	38	40,78	71
1577	F	292091	30	29	43,48	43
1578	F	292093	30	28	43,78	41
1593	F	292115	20	19	46,78	19
1594	F	292115	20	18	47,18	19
1625	F	292134	0	0	53,58	0

**Note:**

C = Coast = folle; F = Frenatura; l'ultima colonna "distanza dal punto di arresto" è stata aggiunta dagli scriventi CCTT.

Il treno al centro del presente procedimento penale è deragliato mentre viaggiava alla velocità di 94 km/h. Quando i macchinisti si sono resi conto dell'evento ed azionano

il freno di emergenza, il treno viaggia alla velocità di 70 - 73 km/h.<sup>10</sup> Da quel momento il treno si arresta in 206 -214 metri.<sup>11</sup>

Nella seguente Tabella 8.2 si sono messi a confronto gli spazi di arresto del treno 50325 non deragliato (ricavati dai grafici di Pedelucq) con gli spazi di arresto del treno 50325 deragliato a Viareggio, ricavati dal DIS (Driver Information System).

Come intuibile il treno deragliato si arresta più rapidamente perché disperde enormi quantità della sua energia cinetica nel lavoro di deformazione e spostamento degli ostacoli che incontra (traversine, binari, cordoli dei marciapiedi, ghiaia della massicciata) e nella deformazione dei suoi stessi componenti (carrelli, telai, assali, lamiere,...).

**Tabella 8.2 – Spazi di arresto del treno 50325 in diverse condizioni**

Velocità (km/h)	Spazio di arresto del treno 50325 (m)	
	Treno frenato, non deragliato (*)	Treno frenato, deragliato (**)
100	730	-
90	520	-
80	410	-
70	320	<b>206-214</b>
60	230	<b>131</b>
50	160	<b>86</b>
40	100	<b>71</b>
30	-	<b>43 – 41</b>

<sup>10</sup> La differenza dipende dai due diversi sistemi di registrazione dei dati.

<sup>11</sup> La incertezza tra la distanza di 206 e 214 metri - corrispondente a meno di mezzo secondo - dipende dalla frequenza di registrazione dei dati nel DIS.



Dalla Tabella 8.2, nel range di velocità 70 – 40 km/h per il quale ci sono dati confrontabili, si ricava l'accelerazione media del treno 50325, in entrambe le condizioni.

$$\text{Accelerazione (m/s}^2\text{)} = (V_1^2 - V_2^2) / 2 * L$$

Dove:

$V_1$  = velocità iniziale (m/s)

$V_2$  = velocità finale (m/s)

L = distanza di arresto (m)

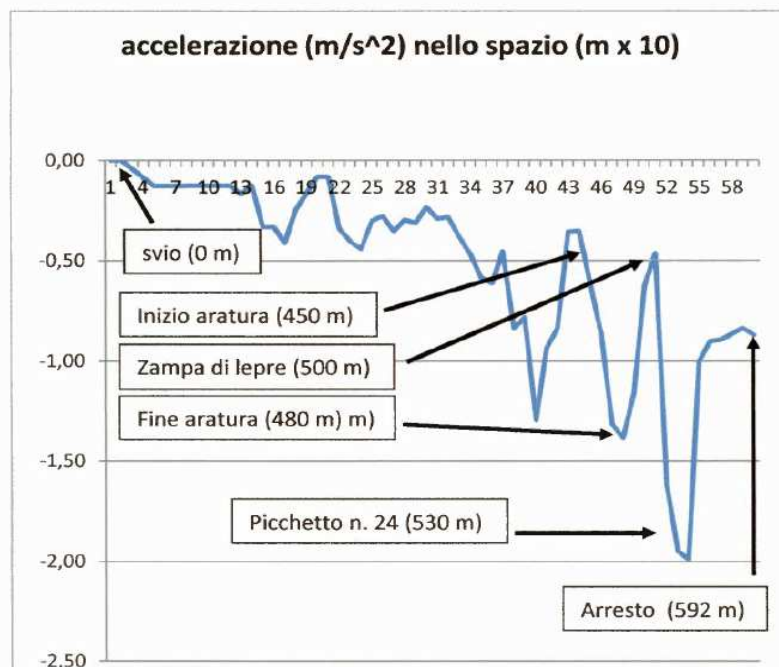
Risulta:

- Accelerazione media del treno non deragliato = **- 0,6 m/s<sup>2</sup>**
- Accelerazione media del treno deragliato = **- 1,26 m/s<sup>2</sup>** (si tratta di un valore medio perché il locomotore subisce una serie di strattoni a seconda degli urti dei carri contro gli ostacoli).

Come è ovvio il treno deragliato disperde più rapidamente la sua energia cinetica ed è soggetto ad una decelerazione (= accelerazione negativa) maggiore.

Le variazioni nella accelerazione del treno deragliato dovute agli urti dei carri deragliati sono ben evidenziate nel grafico seguente, tratto Consulenza Tecnica di Ufficio del 11.10.2011 del Prof. Ing. Paolo Toni, che riproduciamo nella Figura 8.13 che segue.

**Figura 8.13 – Accelerazione del treno 50325 deragliato** (fonte: Relazione del C.T. Prof. Ing. Toni, 11.10.2011, pag. 105)



Sempre dai dati della Tabella 8.2 si può ottenere:

- L'accelerazione media del treno non deragliato (range velocità da 70 a 0 km/h) = **- 0,6  $m/s^2$**
- L'accelerazione media del treno deragliato (range velocità da 70 a 0 km/h) = **- 0,99  $m/s^2$**
- L'accelerazione media del treno non deragliato (range velocità da 100 a 0 km/h) = **- 0,53  $m/s^2$**

**Cosa sarebbe successo se la velocità del treno fosse stata minore, ad esempio 50 km/h?**

Dalla Tabella 8.2 sappiamo che la distanza di arresto del treno 50325, viaggiante a 50 km/h, deragliato e frenato, sarebbe di 86 metri.

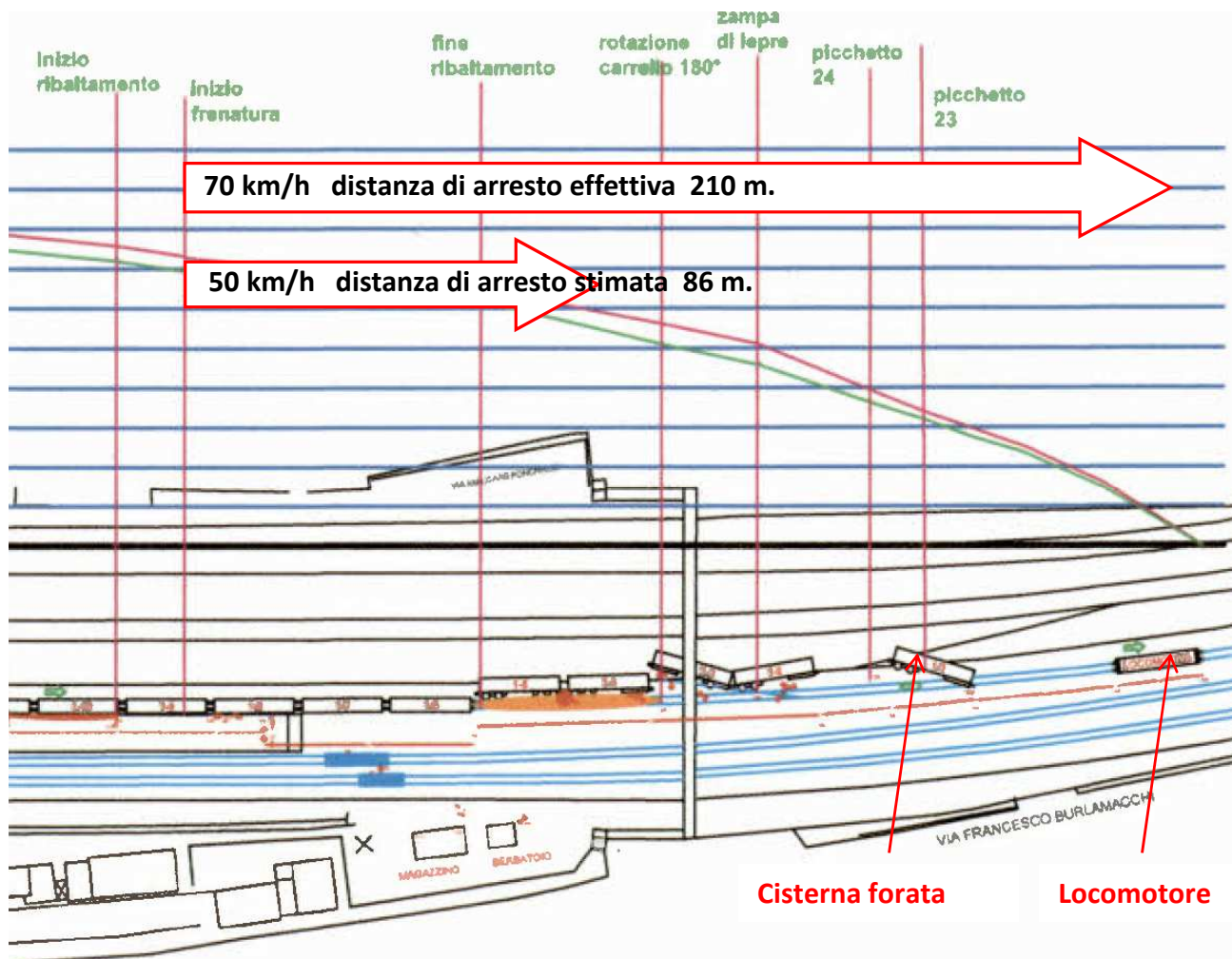
Su una planimetria del luogo (tratta dalla relazione 01.10.2011 del CT dei P.M. Prof. Ing. Toni, pagg. tra 273 e 274) abbiamo riportato, a partire dal punto di inizio della frenatura, due frecce indicanti rispettivamente la distanza di arresto effettiva (210 metri) <sup>12</sup> e la distanza di arresto stimata se lo stesso treno viaggiante avesse avuto una velocità di 50 km/h (86 m) (vedi Figura 8.14).

Come si può rilevare dalla predetta Figura 8.14, se il treno in questione avesse avuto una velocità di 50 km/h si sarebbe arrestato molto prima degli ostacoli costituiti dalla cosiddetta *zampa di lepre*, nonché dai **picchetti 24 e 23** e, conseguentemente, la rottura (lo “squarcio”) della cisterna causata dall’ostacolo, il c.d. picchetto, non si sarebbe verificata.

---

<sup>12</sup> Per semplicità si è considerato il valore medio tra 206 e 214.

**Figura 8.14 – Planimetria (tratta dalla relazione del C.T. Prof. Ing. Paolo Toni del 11.10.2011, pagina tra 273 e 274) con indicazione degli ostacoli e degli spazi di arresto del treno 50325 per le diverse velocità**



In proposito, si può obiettare che con una velocità minore sarebbe stata diversa tutta la dinamica dell'evento disastroso avvenuto il 29.06.2009 presso la stazione F.S. di Viareggio, e diversi sarebbero stati gli ostacoli incontrati dai carri cisterna nel loro percorso dopo il deragliamento, e quindi diverse sarebbero state le forze e gli attriti che avrebbero contribuito ad arrestare il treno.

Comunque, il reale effetto della frenatura determinato il 29.06.2009 da alcuni ostacoli è ben visibile nel grafico di Figura 8.13.

Viceversa se il **treno 50325** fosse viaggiato ad una velocità di 50 km/h, non deragliato, si sarebbe arrestato in uno spazio di 160 metri dal punto di inizio della frenatura come si legge nella **Tabella 8.2**.

Va comunque sottolineato che il treno frenato e parzialmente deragliato ha una decelerazione maggiore e si arresta in uno spazio minore. Pertanto, con plausibile certezza si può affermare che se il treno fosse viaggiato a 50 km/h il locomotore si sarebbe sicuramente arrestato entro 160 metri dal punto di inizio della frenatura (e il primo carro cisterna si sarebbe comunque arrestato prima dei picchetto 24 e 23).

Infatti, con una decelerazione media pari a  $-0,99 \text{ m/s}^2$  il treno si sarebbe arrestato in

$$s = (V_1^2 - V_2^2) / 2 * a = \underline{\underline{97 \text{ metri dall'inizio della frenatura.}}}$$

## **8.7 - CONCLUSIVAMENTE SUI TEMI AFFRONTATI NEL PRESENTE CAPITOLO**

Se possibile, dopo la terrificante strage di Viareggio del 29.06.2009, è ancor più urgente affermare il sacrosanto principio di precauzione per garantire la massima sicurezza ai/alle lavoratori/trici, ai viaggiatori ed alle popolazioni interessate dal transito dei rotabili ferroviari (segnatamente i carichi che trasportano materiali pericolosi), pertanto è indispensabile che le società (italiane e straniere, gruppo F.S. ed altre) adibite a tali trasporti adottino da subito tutti i suddetti sistemi di prevenzione dei rischi, assieme ad idonei sistemi organizzativi di gestione per la rigorosa esecuzione delle relative tecniche di manutenzione e di controllo attraverso idonea strumentazione - (con registrazione e tracciabilità di ogni intervento effettuato sui vettori ferroviari e relativi componenti) – per monitorare costantemente lo stato dei rotabili e dei loro componenti al fine di prevenire (evitare!) rotture a fatica, e,

comunque, per impedire i deragliamenti dei treni (cargo nel caso che ci occupa) ed i rilasci nell'ambiente di sostanze pericolose, con i conseguenti inquinamenti e danni alle persone, nonché ai beni immobili e mobili.

Le aziende che gestivano il trasporto di merci pericolose che attraversa(va)no la stazione di Viareggio avevano a disposizione vari mezzi per eliminare o quanto meno ridurre il rischio. Ricordiamo:

- Un sistema di controllo più rigoroso sulla manutenzione dei carri e sulle verifiche periodiche di controllo, con idonee procedure e strumentazione, segnatamente degli assili, nonché dei rotabili e loro componenti;
- Utilizzo di carri con dispositivi di rivelazione del deragliamenti (scelta questa fatta, per esempio, da circa 10 anni dalle ferrovie svizzere che hanno applicato questo dispositivo su oltre mille carri);
- L'attuazione di un sistema permanente di informazione, formazione e addestramento dei lavoratori e delle lavoratrici sui rischi specifici cui sono esposti e come prevenire gli stessi nello svolgimento delle mansioni lavorative, nonché piani di emergenza specifici per la tutela dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione residente nelle zone limitrofe;
- La realizzazione di muri e barriere appropriate di contenimento, in grado di bloccare a lato dei binari, la dispersione di sostanze tossiche e pericolose al di fuori della linea ferroviaria in caso di deragliamenti o incidenti;
- La riduzione appropriata della velocità nei centri abitati e nelle stazioni, soprattutto per i treni che trasportano sostanze tossiche e pericolose.

In questo orizzonte finalizzato a garantire la massima sicurezza nella sua più ampia accezione, non vi è chi non veda che una elementare misura di sicurezza che, da sempre, le aziende che gestivano il trasporto delle merci pericolose avrebbero dovuto e potuto applicare, in modo del tutto indipendente dalla normativa europea e nazionale, è costituita dalla riduzione della velocità dei treni, segnatamente, nell'attraversamento delle stazioni e dei centri abitati. Pertanto, come sopra abbiamo puntualmente documentato ed illustrato, la velocità di marcia dei treni (cargo nel caso che ci occupa)

costituisce una rilevante causa degli “incidenti”/disastri nel trasporto ferroviario di sostanze pericolose, come purtroppo sta lì a ricordarci anche l’immane strage avvenuta il 29.06.2009 a Viareggio.

Infatti, si sottolinea, con l’aumento della velocità:

- **Aumenta** il numero dei carri deragliati, aumentando così anche la probabilità che i carri del treno con sostanze pericolose deraglino;
- **Aumenta** la probabilità di rilascio della sostanza pericolosa dal carro;
- **Aumenta** la quantità di sostanza pericolosa rilasciata.

In conclusione, come è stato documentato dagli studi che sopra abbiamo richiamato, e, in particolare, da quello condotto da Christopher P.L. Barkan et al., che analizza i dati della Federal Railways Agency relativi a **839 deragliamenti** su linee principali, nell’intervallo di 10 anni dal 1992 al 2001, ove si dimostra che la velocità alla quale procede il convoglio ferroviario al momento del deragliamento è linearmente associata, in modo positivo, alla gravità dell’incidente stesso (cfr. grafico di Figura 8.4); inoltre, che la gravità è dipendente dal numero di carri deragliati e dalla percentuale di carri che rilasciano il contenuto pericoloso, con il conseguente rischio di inquinamento della zona e di danni alle persone (cfr. i grafici delle Figure 8.5 e 8.6).

Nel caso specifico, come dimostrato precedentemente, se il **treno 50321** fosse avanzato ad una velocità non superiore a 50km/h, il primo carro cisterna si sarebbe arrestato prima di urtare gli ostacoli (i picchetti 23 e 24) e non avrebbe subito lo squarcio.

Soprattutto, preliminarmente, i datori di lavoro delle aziende interessate avrebbero dovuto scegliere e adottare le misure di prevenzione più idonee, in coordinamento tra loro e dopo aver fatto la valutazione dei rischi, così come previsto dalla Legge 81/2008 - Testo unico sulla sicurezza.

La valutazione dei rischi e la programmazione delle misure di sicurezza avrebbero dovuto prevedere il rischio di deragliamento e fuoriuscita di sostanze pericolose [(visto che solo in Europa si contano centinaia di deragliamenti ogni anno!); cfr. slides 6.2, 6.3 e 6.4 allegate al Capitolo 6], la informazione e formazione dei lavoratori e delle lavoratrici

(sia del personale viaggiante che del personale di terra) e la partecipazione degli stessi, almeno tramite la consultazione dei Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza. Nulla di questo è stato fatto.

Anzi, l'amministratore delegato del gruppo F.S Moretti (ora passato a Finmeccanica) non solo non ha informato i lavoratori e le lavoratrici ma, come risulta anche dalle testimonianze, ha ripetutamente minacciato e licenziato quei lavoratori che segnalavano i problemi relativi alla sicurezza.

## **9.- OSSERVAZIONI FINALI**

Per i fatti evidenziati, per la documentazione agli atti e per quella tecnico-scientifica esaminata e qui richiamata, per le risultanze focalizzate nella presente relazione tecnica, a parere di questi CC.TT. risultano fondati i capi di imputazione formulati dai Pubblici Ministeri Dr. Giuseppe Amodeo e Dr. Salvatore Giannino con la richiesta di rinvio a giudizio degli imputati nel presente procedimento penale.

In proposito, si danno qui per integralmente richiamati i temi affrontati nella presente Relazione Tecnica e nelle slides ad essa allegate concernenti i Capitoli 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 8.

Con Osservanza.

Ing. Roberto CARRARA

Dr. Luigi MARA

Ing. Bruno THIEME

Busto Arsizio//Milano/Lucca, 16 Giugno 2015