



# Il Contributo Della Standardizzazione nella Transizione Digitale del Trasporto Ferroviario

**Ing. Daniele Bozzolo**  
ANIE/ASSIFER Technical Advisor  
IEC TC 9 Chair  
IEC SyC SET Vice Chair  
CEI CT 326 Chair

## Convegno AICQ

Firenze, 27 Marzo 2025



## La transizione digitale nelle ferrovie

- Mai come oggi ci troviamo di fronte ad una «rivoluzione» del mondo in cui viviamo grazie alla transizione digitale del contesto che ci circonda.
- In particolare, la transizione digitale nelle ferrovie riguarda quindi l'introduzione e l'adozione di tecnologie digitali avanzate per migliorare l'efficienza, la sicurezza e l'affidabilità del sistema ferroviario.
- Essa include una serie di innovazioni che vanno quindi dalla digitalizzazione dei processi operativi alla gestione intelligente delle infrastrutture, fino all'introduzione di sistemi di controllo e monitoraggio avanzati.
- Queste nuove ed emergenti tecnologie trovano praticamente applicazione in tutti i settori ferroviari.

## La transizione digitale nelle ferrovie

- Sembra quindi scontato che in un mondo in così rapida evoluzione, gli organi di standardizzazione a noi vicini, quali ISO/IEC e CEN/CENELEC, faticino ad identificare facilmente e velocemente gli use case più significativi e bisognosi di standardizzazione.
- Interessante notare come molte di queste nuove tecnologie vengano usate assieme per raggiungere gli obiettivi finali. Esempio la raccolta dati dal campo con IoT, trasmissione con FRMCS dei Big Data raccolti, la gestione dei dati con AI per accelerarne la loro elaborazione con computer di proprietà o in affitto (Cloud Computing)
- Certamente non aiutano anche i tempi classici per la preparazione di uno standard, tipicamente 4-5 anni, durante i quali la tecnologia si è ulteriormente evoluta rendendo probabilmente lo standard finale già obsoleto prima di essere pubblicato.



## La transizione digitale nelle ferrovie

- E' diffusa convinzione che, per particolari tecnologie in continua e rapida evoluzione, gli stessi SDO dovranno adeguare le loro tempistiche, e quindi regole interne da seguire, per preparare i relativi standard.
- Come ulteriore punto di confronto, queste nuove tecnologie stanno anche mettendo in difficoltà le, fino ad ora utilizzate, classiche divisioni di settori di responsabilità tra ISO/IEC/ITU e tra CEN/CENELEC/ETSI, indirizzandoli quindi ad una sempre più stretta collaborazione (JTC) nella preparazione degli standard.
- IEC si sta sempre di più indirizzando verso la creazione di nuovi System Committee (SyC), 8 al momento, quali il Sustainable Electrified Transport, Smart City, Smart Energy, Smart Manufacturing etc.

## Attività SDO nella Cybersecurity

- IEC TC 9 e Cenelec TC 9X sono estremamente impegnati ed attenti sulle problematiche relative alla Cybersecurity nel mondo ferroviario.
- Nel 2023 il TC 9X ha pubblicato la TS 50701 - Railway applications – CyberSecurity.
- Nel 2022 il TC 9 ha creato un Project Team dedicato alla preparazione della IS 63452 - Railway applications – CyberSecurity, che ha poi usato la TS 50701 come input attraverso l'accordo di Francoforte in forza tra IEC TC 9 e Cenelec TC 9X.
- Scopo della IS 63452 rispetto alla TS50701 è quello di:
  - Identificazione formale di clausole normative e raccomandazioni, che consentano di eseguire l'accettazione e/o le certificazioni
  - Interfaccia del processo di sicurezza con RAMS generico IEC ciclo di vita 62278
  - Requisiti operativi, di manutenzione e di smaltimento
  - Mantenere la sicurezza (gestione delle vulnerabilità e delle patch, protezione dei dati sensibili) e gestire/amministrare la sicurezza.



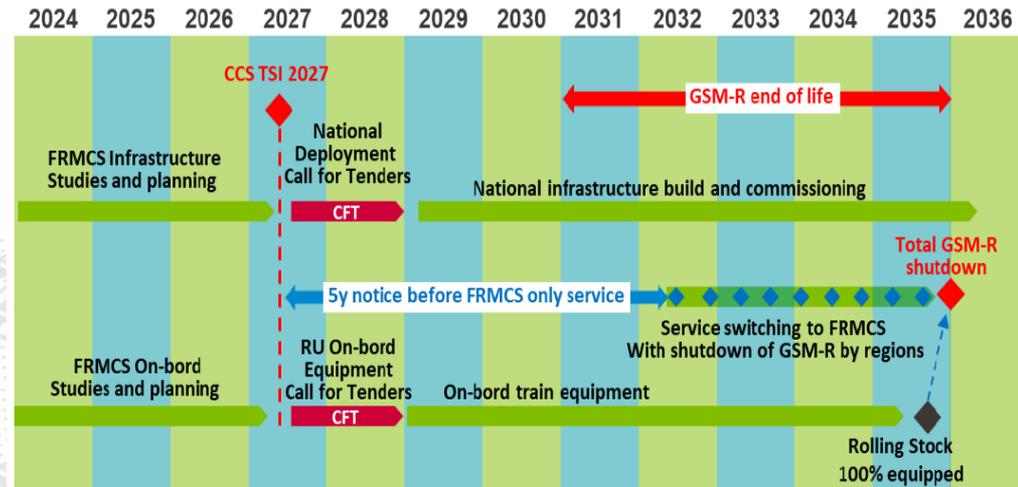
## Attività SDO nella Cybersecurity – IS 63452

- Oltre 140 esperti da 4 continenti sono registrati a questo PT.
- L'attuale versione CDV del documento conta già oltre 330 pagine.
- Si prevede il completamento della FDIS entro fine '25 e sua pubblicazione entro metà '26.
- In parallelo il TC 9X ha anche riattivato nel Maggio 2024 il WG 26 "IT-Security / Cybersecurity in the railway sector" al fine di analizzare il contenuto della recente edizione della Cyber Resilience Act (CRA).
- La CRA rappresenta un'iniziativa legislativa dell'Unione Europea finalizzata a stabilire un quadro normativo uniforme per migliorare la sicurezza dei prodotti e dei servizi digitali.



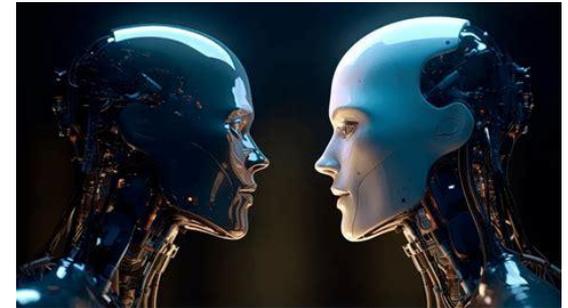
## Futura attività SDO nella Cybersecurity nel nuovo FRMCS

- Come noto il Sistema di telecomunicazione GSM-R, basato sul 2G, si stà avviando al completamento del suo ciclo di vita.
- Le previsioni attuali vedono una totale e completa dismissione del GSM-R entro il 2035.
- Il Future Railway Mobility Communication System (FRMCS) basato sul 5G e predisposto per successive versioni (6G) sarà il suo sostituto.
- UIC stà completando le specifiche V2 previste per Giugno '25 (Dic. '25?).
- Al completamento dei test di funzionamento e di interoperabilità in campo di Morane 2, entro il 2027 verrà completata la preparazione della versione definitiva V3 e usata nella nuova versione di TSI CCS.
- **Molto probabilmente l'adozione di questa nuova tecnologia 5G richiederà un aggiornamento della futura IS 63452.**



## Attività SDO nella Intelligenza Artificiale (AI)

- Questa emergente tecnologia certamente molto attuale e già ampiamente utilizzata nel settore ferroviario non ha ancora trovato una sua relativa standardizzazione da parte delle SDO competenti.
- IEC TC 9 non ha ancora identificato settori/applicazioni in cui normalizzarla e non ha attualmente in corso alcuna attività specifica.
- Cenelec TC 9X ha creato il Survey Group 28 allo scopo di valutare l'impatto della IA nel campo ferroviario e precisamente:
  - Fare la mappatura degli use case (attività in corso)
  - Analizzare potenziali "high risk" use cases (attività in corso)
  - Individuare eventuali sue applicazioni richiedenti attività di standardizzazione
  - Seguire le attività del CEN/CLC **JTC1/SC42** "Artificial Intelligence".



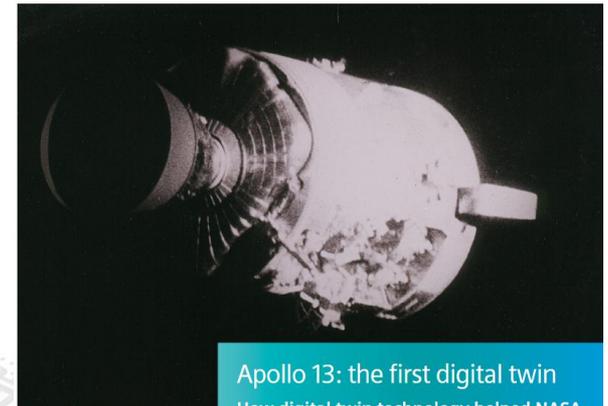
## Digital Twins

- I Digital twin sono modelli virtuali 3D che replicano fedelmente le infrastrutture ferroviarie/materiale rotabile esistenti, permettendo il monitoraggio continuo e le simulazioni avanzate grazie ai dati ricevuti in tempo reale.
- I vantaggi del loro impiego sono notevoli, dal miglioramento della manutenzione preventiva, riduzione dei costi operativi, ottimizzazione della progettazione, all'aumento dell'efficienza operativa e della sicurezza.
- Nel contesto delle ferrovie, un digital twin può riguardare quindi diversi componenti del sistema ferroviario, come i treni, le stazioni, le linee ferroviarie, o addirittura l'intero sistema di rete ferroviaria.



## Digital Twins

- Come curiosità su questa tecnologia che sembra essere di recente sviluppo, il primo Digital Twins della storia viene considerato il modello fatto dalla NASA del APOLLO 13 agli inizi anni '70.
- Dietro le quinte della NASA c'erano 15 simulatori che venivano utilizzati per addestrare astronauti e controllori di missione in ogni aspetto della missione, inclusi diversi scenari di failure (alcuni dei quali si sono rivelati utili per evitare il disastro per l'Apollo 13).
- "Alcune delle tecnologie più complesse dell'intero programma spaziale: le uniche cose reali nell'addestramento di simulazione erano l'equipaggio, la cabina di pilotaggio e le console di controllo della missione, tutto il resto era finzione creata da un mucchio di computer, un sacco di formule e tecnici qualificati"



This view of the severely damaged Apollo 13 Service Module was photographed from the Lunar Module/Command Module following the jettison of the Service Module. As seen

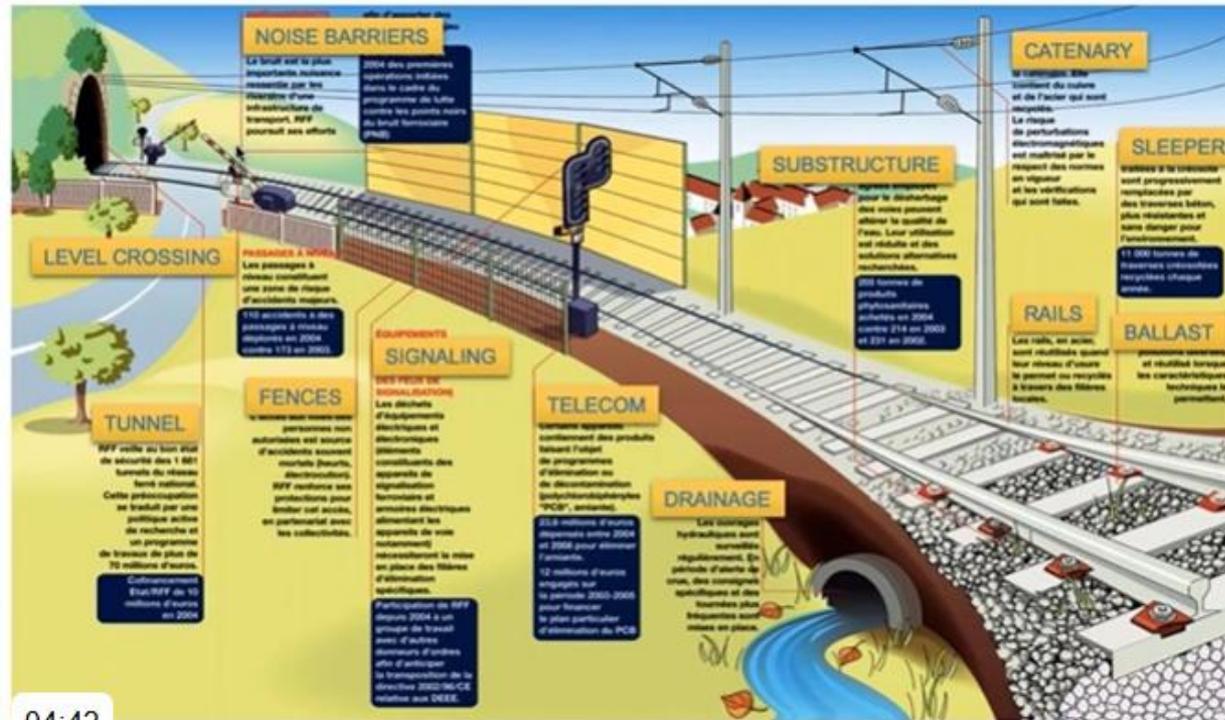
Apollo 13: the first digital twin  
How digital twin technology helped NASA enact the greatest rescue mission in history

## Standard Utilizzati nei Digital Twins

- L'adozione degli standard internazionali IFC (Industry Foundation Classes), e in particolare dell'estensione IFC Rail, garantisce l'interoperabilità e la coerenza dei dati tra le diverse fasi del ciclo di vita delle infrastrutture ferroviarie.
- L'IFC fornisce l'interpretabilità automatica delle informazioni e quindi consente l'automazione dei flussi di lavoro. È indipendente dal fornitore e disponibile per tutti.
- L'IFC Rail rappresenta uno standard aperto e internazionale concepito per il trasferimento e la gestione dei modelli BIM (Building Information Modeling) specificamente nel settore ferroviario.
- La ISO 16739 è lo standard internazionale che definisce le caratteristiche del formato IFC per la condivisione dei dati in un processo BIM.
- IFC 4.3.2 è la più recente versione di questo standard.



## Stakeholders coinvolti nel IFC Rail



- IFC Rail P... implementer
- UIC, CEN
- IFC Rail si occupa solo di Infrastruttura e quindi i Rolling Stock non sono inclusi in questo progetto.

## Standards Utilizzati nei Digital Twins

- Schema IfcRailDomain: questo schema è stato sviluppato per affrontare le specificità del settore ferroviario, descrivendo in modo dettagliato e standardizzato componenti chiave come binari, deviatori e traversine.
- L'Integrazione BIM (Building Infrastructure Modeling), GIS (Geographic Information System) e digital twin consente una gestione avanzata delle infrastrutture ferroviarie, migliorando la progettazione, la manutenzione e l'operatività complessiva.
- L'utilizzo infine, della realtà virtuale immersiva (VRI) offre un'esperienza realistica della ferrovia e permette di simulare diversi scenari operativi.
- ISO/IEC hanno creato un **JTC1/SC 41 Internet of things and digital twin** per collaborare su questo argomento.

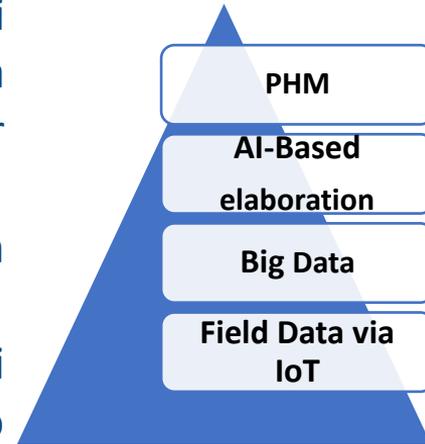
## Alcuni Recenti Standards Emessi sui Digital Twins

- **ISO/IEC** hanno, anche recentemente, emesso diversi standard/technical report su questo argomento:
  - ISO/IEC 30173 Digital Twin — Concepts and terminology (2023)
  - ISO/IEC TR 30172 Internet of things (IoT) — Digital Twin — Use cases (2023)
  - ISO/IEC 30194 Internet of things (IoT) and Digital Twin — Best practices for use case projects (2024)
  - ISO/IEC 20924 Internet of Things (IoT) and Digital Twin — Vocabulary (2024)

Oltre 24 standard/TR sono disponibili sul sito ISO relativi ai Digital Twins

## Big Data e Internet of Things (IoT)

- Il termine inglese *big data* ("grandi [masse di] dati") o talvolta il termine italiano *megadati* indica genericamente una raccolta di dati informatici così estesa in termini di volume, velocità e varietà da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per l'estrazione di valore o conoscenza.
- Big Data sovente viene collegato alla gestione della sensoristica in campo o a bordo treno fatta con l'Internet of Things (IoT).
- Questa sensoristica raccoglie e trasmette una notevole quantità di dati diagnostici la cui memorizzazione ed elaborazione richiedono ingenti risorse informatiche e di banda.
- Proprio per questa ragione tecnologie come BigData ed IoT collaborano con l'AI, quest'ultimo è unico strumento in grado di elaborare questa enorme massa di dati in un tempo ragionevole per poter trarne i vantaggi desiderati.

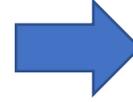


# IoT - Big Data – AI Applicati alle Railway

FRMCS (5G)



HW  
Proprietario

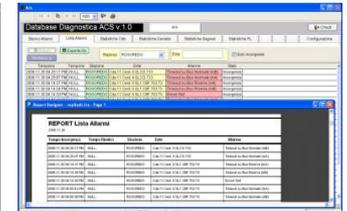
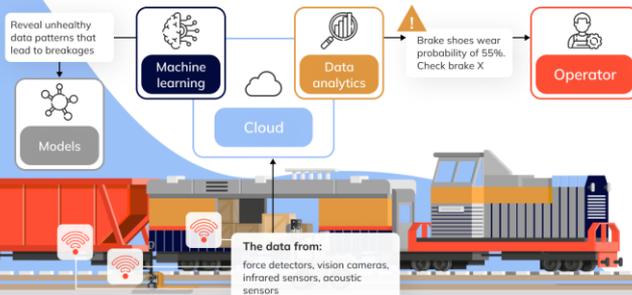


Diagnostica basata sulle informazioni del campo ricevute ed elaborate in tempo reale (PHM)



**Intellisoft**

IoT Predictive Maintenance in the Railway Sector



## Cloud Computing

- Il cloud computing è la distribuzione di servizi di calcolo, come server, risorse di archiviazione, database, rete, software, analisi e intelligence, tramite Internet ("il cloud"), per offrire la possibilità di innovare rapidamente, risorse flessibili ed economie di scala.
- I servizi cloud sono costituiti da infrastrutture, piattaforme o software in hosting presso provider esterni, che vengono messi a disposizione degli utenti attraverso Internet.
- Il cloud computing consente l'accesso on-demand a un pool condiviso di risorse di calcolo configurabili attraverso internet.

## Cloud Computing

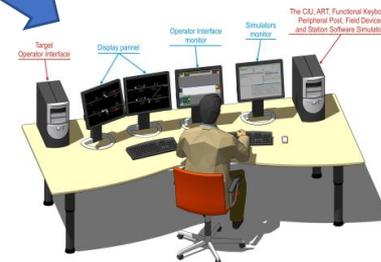
- È possibile archiviare e accedere a dati e programmi su Internet, invece che sul proprio computer locale.
- Il Cloud Computing è l'erogazione di servizi attraverso la rete Internet e quindi accessibili on-demand e in modalità self-service.
- ISO e IEC hanno creato un JTC1/SC38 - Cloud Computing and Distributed Architecture
- Essendo questo un puro servizio IT, nessuno standard né attività di standardizzazione specifica alla ferrovie è nota.



# IoT - Big Data – AI e Cloud Computing Applicati alle Railway

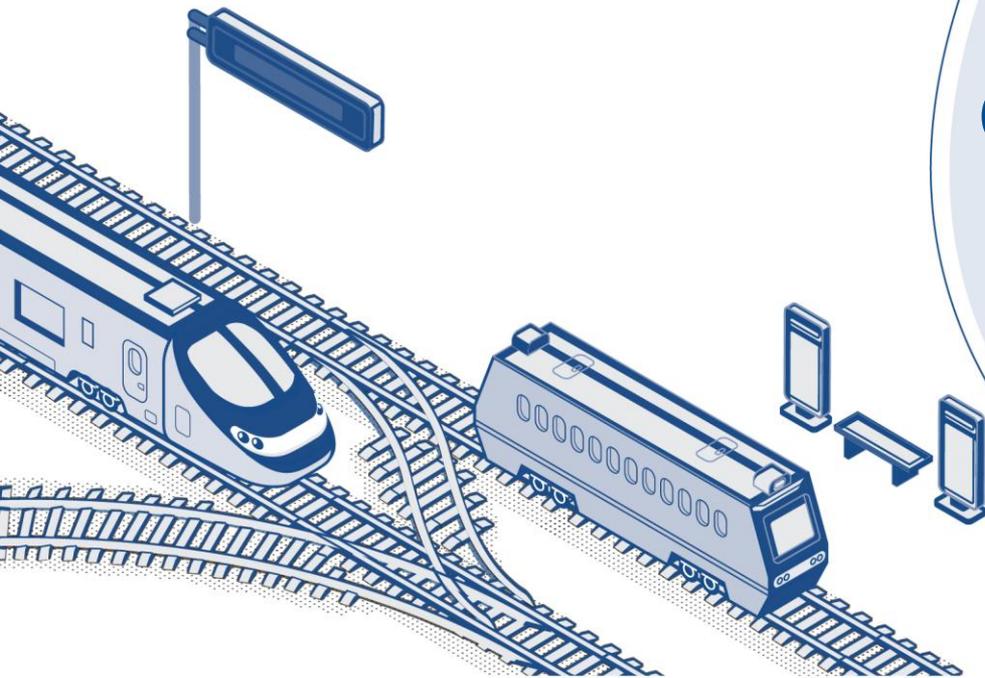


FRMCS (5G)



Diagnostica basata sulle informazioni del campo ricevute ed elaborate in tempo reale (PHM)





# Grazie per l'attenzione!

---

ANIE ASSIFER  
[assifer@anie.it](mailto:assifer@anie.it)  
T. 02 3264303/249  
[assifer.anie.it](http://assifer.anie.it)