

ANSFISA - Il ruolo dell'Agenzia nell'ambito dell'evoluzione dei sistemi di trazione ferroviaria



ANSFISA

Relatore: Ing. Pasquale Saienni
Dirigente Settore 5 Autorizzazioni e Certificazioni

Convegno AICQ – Firenze 12 Ottobre 2023
L'evoluzione dei sistemi di trazione ferroviaria per un
trasporto più efficiente e sostenibile

Agenda



- A. Sostenibilità ambientale**
- B. Politiche a sostegno della sostenibilità**
- C. Sviluppi tecnologici nell'ambito della trazione ferroviaria**
- D. Ruolo dell'Agenzia**
- E. Casi di studio**
- F. Conclusioni**

A. Sostenibilità



Sostenibilità

«soddisfare i bisogni del presente, senza compromettere la possibilità alle generazioni future di vedere le proprie esigenze rispettate.»

Sostenibilità ambientale

«si indica quell'insieme di meccanismi in grado di coniugare lo sviluppo di beni e servizi con la tutela dell'ambiente.»

B. Politica a sostegno della sostenibilità ambientale: trasporti



La sostenibilità ambientale è stata implementata nelle politiche europee e nelle corrispettive politiche degli Stati Membri attraverso il concetto della «*transizione ecologica*» e quindi all' «*European Green Deal*» sostenuta da finanziamenti anche nell'ambito del recovery plan (in Italia PNRR).

B. Politica a sostegno della sostenibilità: trasporti ferroviari



La quota di emissioni della modalità del trasporto ferroviario è meno dell'1%, il 92% delle emissioni sono attribuite alla modalità di trasporto stradale.

E' chiaro che gli obiettivi più sfidanti riguardano il settore stradale, tuttavia è necessario che la tecnologia ferroviaria sia pronta ad affrontare la sfida al fine di contribuire alla decarbonizzazione del continente europeo.

Tra gli obiettivi del «*Green Deal*» è previsto un consistente shift modale verso la modalità di trasporto ferroviario.

La ferrovia per raccogliere la sfida e garantire che gli obiettivi del «*Green Deal*» siano raggiunti, ha necessariamente bisogno di **sperimentare nuove tecnologie**.

C. Sviluppo tecnologici nell'ambito della trazione ferroviaria



Nell'ambito del sistema di trasporto ferroviario l'Agenzia è stata coinvolta in tre differenti progetti che rispondono all'esigenza di avere più opzioni di tecnologia «*green*»:

- a) veicoli con sistema di alimentazione a gnl (Aln 668-LNG);
- b) veicoli con sistema di alimentazione a batteria litio (HTR 412);
- c) veicoli con sistema di alimentazione ad idrogeno (es: FNM-HMU 214, SRHe),

Di fatto si tratta di veicoli che non sono innovativi dal punto di vista del sistema di propulsione, che rimane elettrico o a combustione interna, ma l'innovazione è apportata al sistema di trazione dal sistema di alimentazione che utilizza differenti fonti di energia.

D. Ruolo dell'Agenzia



Il ruolo dell'Agenzia su questi progetti ha riguardato e riguarderà anche in futuro, allo stesso tempo, l'ambito autorizzativo e l'ambito normativo.

Questo significa che poiché si tratta di progetti innovativi per i quali non sono fissati né i procedimenti autorizzativi né i requisiti e le norme da applicare, è necessario che questi elementi vadano studiati ed implementati nell'ambito dei progetti in una ottica sperimentale applicata al caso in studio.

L' Agenzia, per supportare con successo la realizzazione dei progetti ha, pertanto, approfondito e specializzato alcuni ambiti peculiari inerenti la propria attività:

- a) quadro normativo di riferimento;
- b) approccio di sistema alle valutazioni del rischio;
- c) accordi, studi, confronti con altri Enti italiani ed internazionali;
- d) elementi procedurali sperimentali per l'autorizzazione di tipi di veicolo.

D. Il ruolo dell'Agenzia



Ad ANSFISA è stata assegnato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti anche l'obiettivo della *“effettuazione di attività di studio, ricerca e sperimentazione sull'uso dell'Idrogeno in ambito ferroviario e stradale, con particolare riguardo alle linee e infrastrutture individuate dal PNRR e dal PNC, e dai decreti ministeriali di attuazione.”*

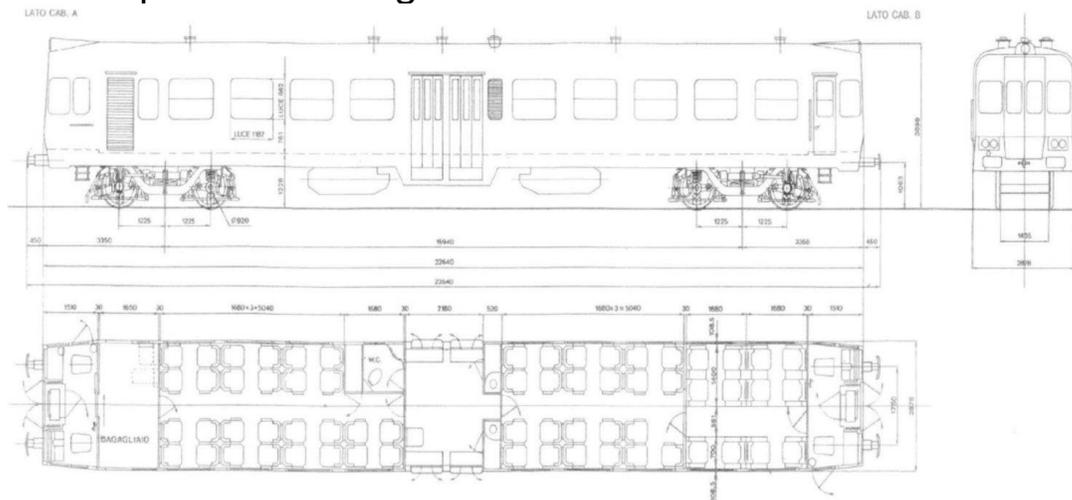
L'obiettivo generale è stato pertanto suddiviso in due obiettivi specifici:

- *“7.a Predisposizione della disciplina tecnica e procedurale per la sicurezza del trasporto ferroviario con treni alimentati ad idrogeno”*
- *“7.c Supporto tecnico al Ministero, svolto anche in collaborazione con il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, sullo sviluppo dell'idrogeno in ambito ferroviario, stradale e autostradale”.*

E. Casi di studio

a) Aln 668-LNG Inquadramento del procedimento

- TRENITALIA in qualità di «richiedente» ha avanzato in data 23/09/2021 per il tramite dell'OSS la richiesta di «nuova autorizzazione» per l'immissione sul mercato per il veicolo denominato «Aln 668-LNG».
- Il veicolo oggetto della richiesta è ottenuto dalla modifica del tipo di veicolo Aln 668 costruito negli anni '80 già in circolazione e autorizzato con la cosiddetta "procedura Cimoli".
- L'oggetto della modifica è stato il cambio del sistema di alimentazione da motore ciclo Diesel, alimentato a gasolio, a motore ciclo Otto, alimentato a gas naturale liquefatto (GNL).
- Benché il settore di impiego della nuova autorizzazione sia stato identificato nell'intera infrastruttura gestita da RFI, in fase di prima applicazione, il veicolo sarà utilizzato da «Fondazione FS» per servizio commerciale ad uso turistico sulla sola linea Sulmona-Carpinone nella regione abruzzese.



ANSFIS

AUTOMOTRICE FS Aln 668. 3300	
Automotrice	
	
Anni di costruzione	1982-1983
Costruttore	FIAT Ferroviaria Savigliano
ALN 668. 3301-3340	
LUNGHEZZA	25540 mm
LARGHEZZA	2878 mm
CAPACITÀ	68 posti
SCARTAMENTO	1435 mm
INTERPERNO	15940 mm
PASSO DEI CARRELLI	2450 mm
MASSA ADERENTE	19300 kg
MASSA A VUOTO	37 000 kg
RODIGGIO	(1A)(A1)
DIMENSIONE RUOTE	920 mm
TIPO DI TRASMISSIONE	giunto idraulico, frizione bidisco, cambio meccanico FIAT a 5 marce
RAPPORTI DI TRASMISSIONE	2,64 (al ponte)
POTENZA INSTALLATA	2x 206 kW
POTENZA DI TARATURA	2x170 kW
VELOCITÀ MASSIMA OMOLOGATA	110 km/h
ALIMENTAZIONE	LNG
AUTONOMIA	circa 600 km
TIPO DI MOTORE	2 motori LNG IVECO 8217.32

E. Casi di studio

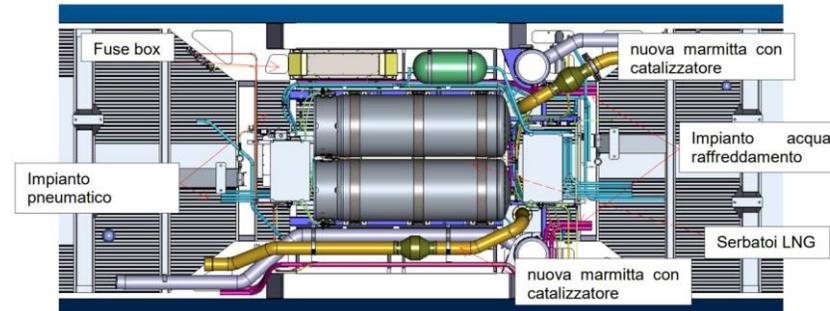
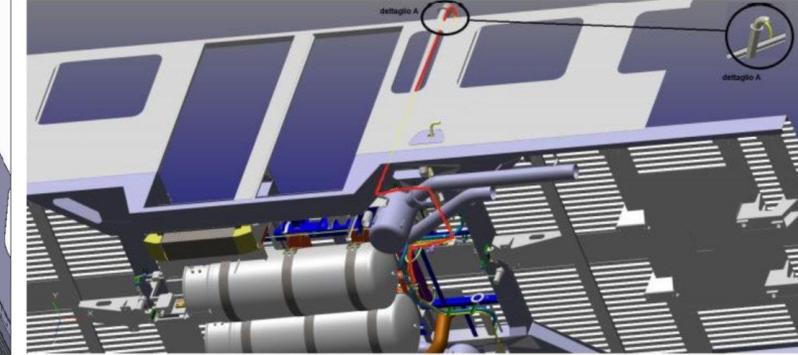
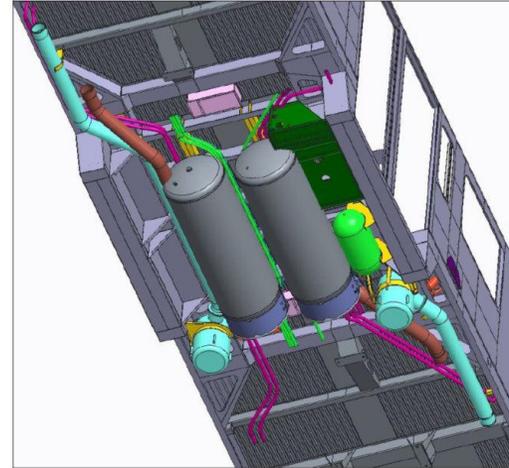
a) Aln 668-LNG: descrizione della modifica del tipo esistente



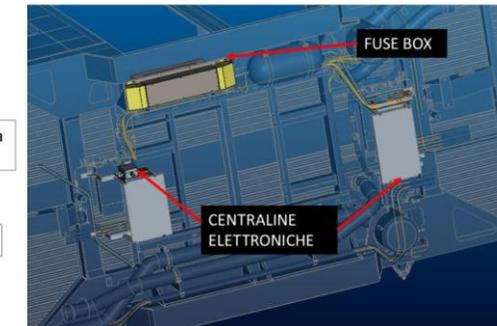
ANSFISA

La modifica ha comportato i seguenti interventi:

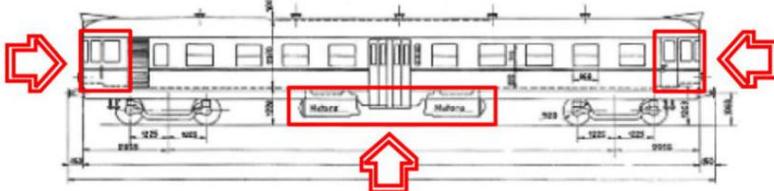
- ✓ Modifica del motore da ciclo Diesel a ciclo Otto;
- ✓ Eliminazione del serbatoio diesel e installazione nel sottocassa di 2 serbatoi criogenici per LNG a 6-8 bar con centralina di controllo del motore;
- ✓ Installazione di centraline per il controllo serbatoi, il controllo motori e la diagnostica;
- ✓ Modifica del circuito di raffreddamento dei motori;
- ✓ Modifica del circuito di alimentazione dei motori e del rifornimento;
- ✓ Realizzazione degli sfiati per boil-off o sovrappressioni all'interno dei serbatoi canalizzati verso l'imperiale;
- ✓ Installazione strumentazione di controllo e diagnostica del sistema di alimentazione LNG a lato del banco di manovra.
- ✓ Installazione serbatoi Criogenici



Particolare Tubo Boil-off

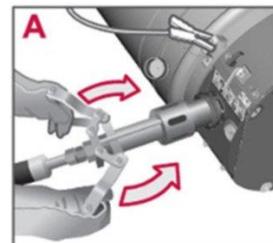


- ✓ Capacità massima di LNG stoccabile a bordo è di circa 319 kg per un totale di circa 774 lt da comparare con i 600 litri di diesel.
- ✓ 2 serbatoi con una capacità «lorda» di 450l ciascuno
- ✓ Percorrenza di 300km sono necessari circa 253kg di LNG
- ✓ Temperatura stoccaggio LNG: -160 °C

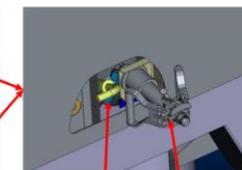


Aree oggetto della Modifica

FS-ALN-668-LNG-MRD-3-A-002



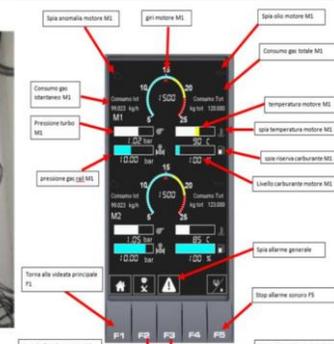
Circuito rifornimento LNG



BOCCHETTONE VENT



parte del monitor diagnostico



E. Casi di studio

a) Aln 668-LNG: definizione del quadro normativo



ANSFIS

Relativamente al sistema di alimentazione GNL sono stati presi a **riferimento codici e norme proprie di settori diversi dal sistema ferroviario**, in particolare:

- **Regolamento ECE R10 2017** - Disposizioni uniformi relative all'omologazione di veicoli riguardo alla loro compatibilità elettromagnetica [2017/260];
- ➔ • **Regolamento ECE 110:2011** - Prescrizioni uniformi relative all'omologazione di componenti specifici dei veicoli che utilizzano gas naturale compresso (GNC) per il sistema di propulsione;
- **Direttiva 2010/35/UE (TPED)** - Attrezzature a pressione trasportabili;
- ➔ • **UNI EN 1251-1-2-3**: Relativa ai Requisiti fondamentali, di funzionamento, Progettazione, Controlli e Fabbricazione dei recipienti trasportabili isolati e sotto vuoto, di volume non maggiore di 1 000 litri;
- **UNI EN ISO 16924:2018** - Stazioni di rifornimento per gas naturale - Stazioni a GNL per il rifornimento dei veicoli;
- **UNI EN 1160:1998** - Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto - Caratteristiche generali del gas naturale liquefatto;
- **UNI EN 13645:2006** - Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progetto di installazioni di terra a capacità di stoccaggio fra 5t e 200t;
- **UNI EN 1473:2016** - Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto - Progettazione delle installazioni a terra
- **UNI EN 1532:1999** (sostituita da UNI EN ISO 28460:2011) - Industrie del petrolio e del gas naturale - Installazione ed equipaggiamento per il gas naturale liquefatto interfaccia terra-nave e operazioni portuali;
- **Norme redatte dal Ministero dell'Interno** - Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile - Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica relative:
 - Depositi in serbatoi fissi di Gas Naturale Liquefatto (GNL);
 - Testo coordinato della Nota 18 maggio 2015 n° 5870;
 - Guida tecnica ed atti di indirizzo per la redazione dei progetti di prevenzione incendi relativi ad impianti di alimentazione di gas naturale liquefatto (GNL) con serbatoio criogenico fisso a servizio di impianti di utilizzazione diversi dall'autotrazione;
- **Decreto del 30 giugno 2021.** del Ministero dell'interno relativo all'approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti di distribuzione di tipo L-GNL, L-GNC e L-GNC/GNL per autotrazione alimentati da serbatoi fissi di gas naturale liquefatto.



ANSFIS

E. Casi di studio

a) Aln 668-LNG: analisi dei rischi

- E' stata sviluppata una analisi di sicurezza del sistema che ha coinvolto tutti gli attori interessati all'introduzione di questa nuova tecnologia nel sistema ferroviario;
- In particolare è' stato analizzato il rischio di incendio negli ambienti confinati, con riferimento alle gallerie ferroviarie;
- Dall'analisi dei rischi è emersa una particolarità tipica del GNL, vale a dire il fenomeno del **boil-off** (perdita fisiologica di gas per equilibrio termico):
 - ✓ *su tale fenomeno è stata posta particolare attenzione specie durante il transito/fermo in galleria o comunque in ambiente confinato quale il deposito,*
 - ✓ *dallo studio è emerso che in ambiente confinato il veicolo può sostare fino a 5 gg senza che il fenomeno di boil-off possa dar luogo all'emissione di gas naturale in quantità tali da innescare potenzialmente fenomeni di incendi/esplosioni.*

• .

E. Casi di studio

a) Aln 668-LNG: analisi dei rischi



Poiché il LNG è comunque infiammabile, sono state adottate delle misure atte a **rilevare un incendio nel sottocassa**.

- ✓ **I serbatoi in acciaio, sono conformi alla ECE R110 che prevede tra le prove di tipo, oltre quella per urto da caduta da 9 mt, anche quella di resistenza la fuoco; in presenza di fiamma non presentano quindi rischio di incendio.**
- ✓ **Eventuali sfiati di gas per sovrappressione serbatoi dovuta alla alta temperatura, sono veicolati verso l'imperiale per la dispersione in atmosfera.**
- ✓ **Per bloccare l'erogazione del LNG verso la zona interessata dal fuoco, è stato introdotto un sistema di rilevazione di incendio costituito da due cavi termosensibili (con intervento a 180°C).**
- ✓ **In caso di intervento del cavo termosensibile è inviato al macchinista un allarme visivo e sonoro, interrompendo in automatico l'erogazione del LNG.**
- ✓ **Per minimizzare il rischio di incendio durante il rifornimento, la procedura per il riempimento del serbatoio è stata sottoposta ad approvazione dei VVFF e prevede il recupero dei gas di sfiato per evitare sovrappressioni all'interno del serbatoio evitandone la dispersione nell'atmosfera.**

L'analisi dei rischi redatta quindi dal costruttore, IF, compresa la parte sviluppata dal GI è stata valutata da ITALCERTIFER in qualità di OVR;

E. Casi di studio

b) HTR 312 - HTR 412: Il sistema «Batterie LTO»



Contesto, configurazione, prestazioni



Architettura di veicolo innovativa che offre **n.4 modalità di funzionamento**:

- ✓ **Electric (EMU)** – Alimentazione da catenaria 3kVdc (predisposizione per 25kVac 50Hz // 15kVac 16 $\frac{2}{3}$ Hz)
- ✓ **Diesel-Electric (DEMU)** – Alimentazione da Motore Diesel di Bordo
- ✓ **Hybrid (HMU)** – Alimentazione da Motore Diesel di Bordo e Batterie di Trazione
- ✓ **Battery (BEMU)** – Alimentazione da Batterie di Trazione

COMPOSIZIONE A (3 CASSE)	EMU	DEMU	HMU
Lunghezza [mm]	68.880		
Larghezza [mm]	2.800		
Sagoma	G1		
Posti a sedere	219		
Potenza max [kW]	1.680	780	1.170
Vmax [km/h]	160	160	160
Accelerazione [m/s ²]	1,05	0,83	0,83
Max. formazione	2 trainsets		

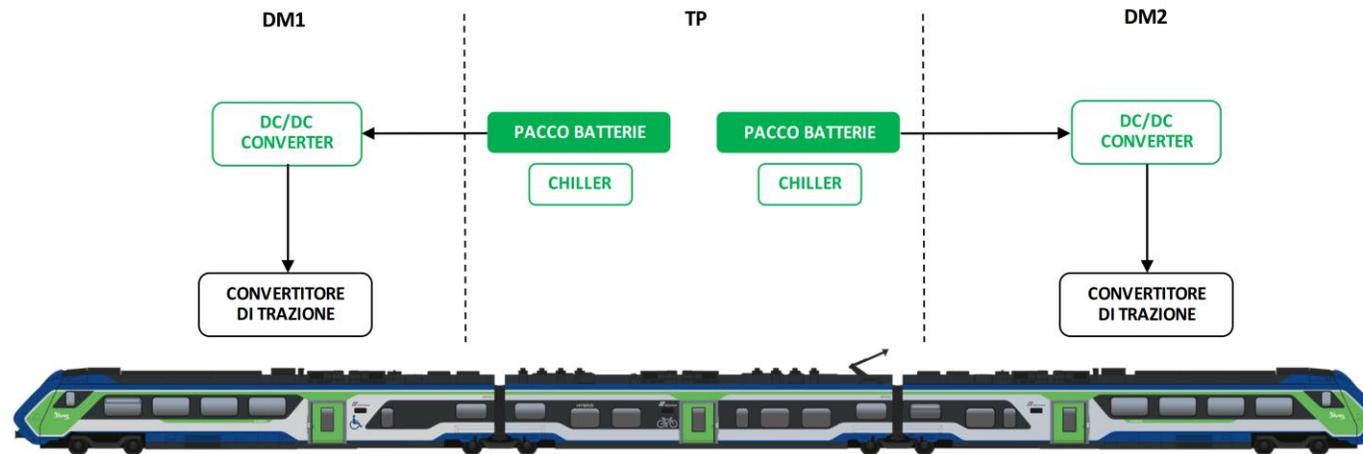
COMPOSIZIONE B (4 CASSE)	EMU	DEMU	HMU
Lunghezza [mm]	86.080		
Larghezza [mm]	2.800		
Sagoma	G1		
Posti a sedere	300		
Potenza max [kW]	1.910	890	1.330
Vmax [km/h]	160	160	160
Accelerazione [m/s ²]	1,08	0,78	0,78
Max. formazione	2 trainsets		

E. Casi di studio

b) HTR 312 – HTR 412: la novità



- Prima applicazione in Italia di Treni Ibridi trimodali (EMU/DEMU/HMU), che consente di percorrere anche tratte completamente a batteria (BEMU), con conseguente **abbattimento delle emissioni di rumore e CO₂ in prossimità dei centri abitati**



- Configurazione ridondata composta da **n.2 pacchi batteria di capacità flessibile e scalabile**, installati sull'imperiale della cassa intermedia TP, insieme ai relativi sistemi di raffreddamento (chiller).
- **Celle agli ioni di Litio**, raffreddate a liquido e disposte in moduli batteria scalabili, soluzione *best in class* in termini di sicurezza intrinseca, lifecycle, performance di temperatura ed efficienza di carica/scarica.
- **Battery Management System (BMS)** composto da due unità principali che consentono:
 - ✓ l'interfacciamento con il bus di veicolo tramite CAN Open
 - ✓ Il monitoraggio di temperatura e voltaggio delle celle, oltre che di assicurarne un corretto bilanciamento
- **Sistema di raffreddamento a liquido** che garantisce il mantenimento di una distribuzione di temperatura uniforme tra moduli e celle, nonché il corretto sfruttamento di quest'ultime.



E. Casi di studio

b) HTR 312 - HTR 412: definizione del quadro normativo



6 LIST OF APPLICABLE STANDARDS

The following railway standards have been taken into consideration as far as they are relevant for the ESS, its application and intended use.

Standard	Description
IEC 62928	Railway applications - Rolling stock equipment – On-board lithium-ion traction batteries
IEC 62864-1	Railway applications – Rolling stock – Power supply with onboard energy storage system – Part 1: Series hybrid system
EN 50155	Railway applications – Electronic equipment used on rolling stock
EN 61373	Railway applications – Rolling stock equipment - Shock and vibration tests
EN 50124-1	Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment.
EN 50153	Railway applications – Rolling stock – Protective provisions relating to electrical hazards
EN 50121-3-2	Railway applications – Electromagnetic compatibility – Rolling stock – Part 3-2: Rolling stock apparatus
EN 15085	Railway applications – Welding of railway vehicles and components
EN 45545-5	Railway applications – Fire protection on railway vehicles - Part 5 Fire safety requirements for electrical equipment
EN 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
IEC 62498-1	Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock
UN 38.3	Transport of dangerous goods – Manual of tests and criteria (for lithium ion batteries)

Remarks: In general, the latest published edition of the standard applies, unless otherwise specified by ABB

Table 3: List of Applicable Standards



ANSFISA

E. Casi di studio

b) HTR 312 – HTR 412: analisi dei rischi

Elenco dei pericoli identificati (peculiari per l'introduzione delle Batterie)

ID Pericoli : B_03: Esplosione di batterie

ID Pericoli : M_02: Esposizione personale a sostanze infiammabili

Focus sulla presenza di fluoro nelle batterie:

Il Fluoro è presente nell'elettrolita non come sostanza «stand alone» ma come elemento dei composti Litio-Fluoro costituenti il package batteria e quest'ultimi non sono soggetti a restrizioni REACH, né sono annoverati tra le sostanze estremamente pericolose (SVHC – Substances of Very High Concern).

La soluzione progettuale implementata consente di non alterare le condizioni di sicurezza dei passeggeri anche in presenza di sviluppo di un incendio che potrebbe generarsi all'interno dei cassoni delle batterie e provocare il rilascio di sostanze potenzialmente tossiche, pur alterando il comportamento nominale del sistema.

E. Casi di studio

c) FNM-HMU 214: «Power Car» e catena di trazione ad idrogeno



ANSFIS

Le caratteristiche principali di ogni FCPP sono le seguenti:

- Potenza operativa massima 215kW;
- Potenza operativa minima 50kW;
- Tensione di lavoro da 242V a 329V;
- Tempo di salita da Pmin a Pmax < 15s;
- Tempo di riduzione da Pmax a Pmin < 1s.

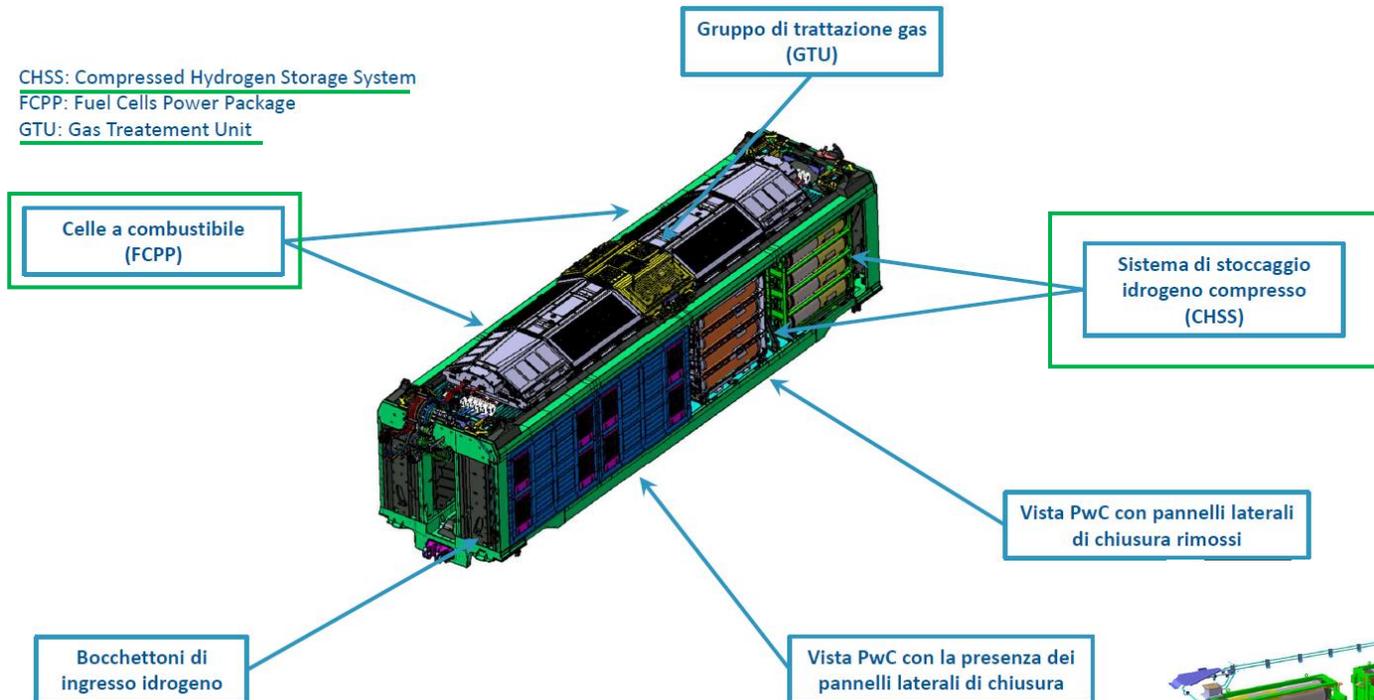
Ha la funzione di abbassare la pressione da 350bar in uscita dai serbatoi a 10bar in ingresso alle Fuel Cells



Gruppo regolatore di pressione (GTU)



Gruppo (7) serbatoi (CHSS)



Le caratteristiche principali dei serbatoi contenenti idrogeno sono le seguenti:

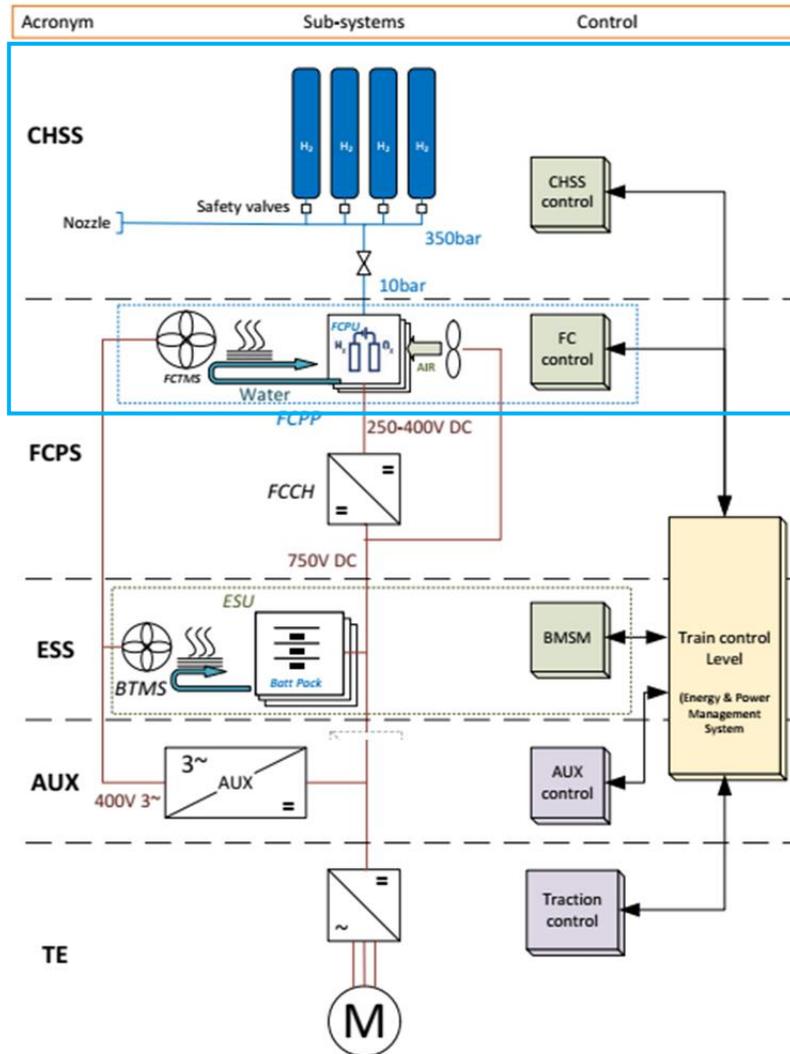
- Conformità alla Direttiva PED 2014/68/UE;
- Realizzati in materiale composito in fibra di carbonio e resina;
- P di lavoro: 35MPa;
- Pmax ammissibile: 43.8MPa;
- Capacità: 241 l (nom);
- Peso: 90.1kg;
- Range di T ammissibile: da -40°C a +85°C.

E. Casi di studio

c) FNM-HMU 214: «Power Car» e catena di trazione ad idrogeno



ANSFIS

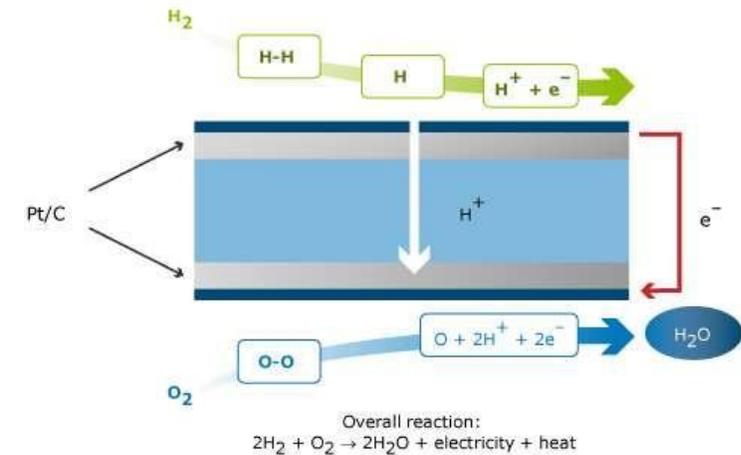


CHSS Compressed Hydrogen Storage System
ESS Energy Storage System
ESU Energy Storage Unit
BTMS Battery Thermal Management System
BMSM Battery Management System Module

FCPS FC Power System
FCPP Fuel Cells Power Pack
FCCH Chopper for Fuel Cells
FCPU FC Power Unit
FCTMS FC Thermal Management System

DCCH DC Link Chopper

AUX Auxiliaries
TE Traction Equipment



La parte all'interno del riquadro blu rappresenta l'innovazione rispetto alla classica catena di trazione elettrica.

E. Casi di studio

c) Studio del quadro normativo



La certificazione e la successiva autorizzazione di un veicolo alimentato ad idrogeno con l'individuazione di un quadro normativo specifico e pertinente sono due processi non ancora consolidati all'interno del panorama ferroviario. Al fine di individuare e proporre un quadro normativo corretto, le normative applicabili per quanto riguarda specificamente la parte ad idrogeno sono state categorizzate in più gruppi:

- **Norme che sono pienamente applicabili a veicoli con propulsione ad idrogeno.** Sono previste anche le IEC/WD 63341-1, IEC/WD 63341-2, IEC/WD 63341-3, IEC/WD 63341-4 e IEC/NP 63341-4 che sono ancora in fase di definizione ed oggetto di discussione nei vari gruppi di lavoro istituiti a tal proposito in ambito IEC;
- **Norme di applicazione ferroviaria che trattano di funzioni direttamente impattate da una propulsione ad idrogeno.** Per queste norme viene proposta un'estrapolazione dei requisiti. Tra questo gruppo di norme figurano ad esempio la norma UNI 11565 - "Veicoli ferroviari - Progettazione, installazione, validazione e manutenzione di sistemi di rilevazione ed estinzioni incendi destinati ai veicoli ferroviari - Principi generali" ed il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28/10/2005 sulla "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie";
- **Norme che sono applicabili ad altri settori (veicoli elettrici a celle a combustibile, atmosfera esplosiva in impianti fissi,...) e che riguardano la propulsione ad idrogeno.** Queste norme non possono essere applicate completamente all'applicazione ferroviaria ma sono parzialmente utilizzate per la progettazione e la convalida del progetto. Tra questo gruppo di norme figurano, ad esempio, la norma IEC 60079-10-1 - "Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres - Edition 3.0" e la norma ISO/TR 15916 - "Basic considerations for the safety of hydrogen systems".

E. Casi di studio

c) Utilizzo dell'analisi dei rischi di sistema

Attività in corso e attori coinvolti

- GI, IF e Richiedente stanno sviluppando una serie di attività di progetto finalizzate alla validazione dell'intero sistema, in modo da dimostrare la capacità di espletare il servizio commerciale garantendo gli standard di sicurezza come sottolineato e richiesto da ANSFISA.
- A partire da febbraio 2022 è attivo **un tavolo periodico** con tutti gli attori coinvolti il cui scopo è:
 - ✓ **Approfondire gli aspetti di sicurezza e identificare tutti i possibili scenari di rischio derivanti dall'introduzione del treno a idrogeno;**
 - ✓ **Creare uno strumento condiviso (Hazard Log di progetto, sottoposto ad analisi e aggiornamento periodico) focalizzato sulle sole componenti innovative del treno a idrogeno, il quale è uno strumento aggiuntivo e non sostituisce i processi normativi standard seguiti da ciascun soggetto;**
 - ✓ **Analizzare le singole Indicazioni di Sicurezza individuate dalle singole analisi da parte dei relativi destinatari;**
 - ✓ **Individuare le misure di mitigazione da implementare al fine di garantire gli standard di sicurezza.**
- Dallo stesso periodo è attivo anche un tavolo con ANSFISA, CNR e MIT, a cui partecipa anche il Comando Centrale dei Vigili del Fuoco di Roma, in merito alle analisi del rischio e il processo autorizzativo ai fini della introduzione dei convogli a idrogeno FNM-HMU su rete Ferrovienord.



Gruppo di lavoro



E. Casi di studio

c) Risultati preliminari dell'analisi dei rischi veicolo



Principali misure/mitigazioni individuate a livello di veicolo (applicazione codici di buona pratica, soluzioni ingegneristiche)

- CHSS conforme al regolamento n. UN ECE R134 & certificato PED;
- CHSS, Fuel Cell e batterie di trazione conformi a IEC61373;
- Fuel Cell progettata in accordo a EN50125-1 classe T3;
- ➡ • Sistema di rilevazione incendio (LHD) interno ai vani tecnici CHSS, Fuel Cell e batteria di trazione e conseguente allarme incendio al macchinista (UNI 11565); **cbp**
- ➡ • Sistema di rilevazione ed estinzione incendio all'interno del corridoio PwC e conseguente allarme incendio al macchinista (UNI 11565); **cbp**
- ➡ • In caso di rilevamento incendio interruzione automatica dell'alimentazione di H2; **soluzione ingegneristica**
- ➡ • I vani tecnici CHSS, Fuel Cell e batteria di trazione conformi a EN 45545-2; **cbp**
 - Le batterie di trazione conformi alla IEC 60068-2;
- ➡ • Interruzione alimentazione batteria al rilevamento di sovratensione / sovratemperatura da BMS (a livello di batteria); **soluzione ingegneristica**
 - Batteria di trazione conforme alla IEC62619 e alla DOE - SAND2005 - 3123;
 - Resistenza agli urti secondo la norma EN 15227;
 - Struttura Power Car secondo EN12663;
 - PwC progettata in modo da creare ventilazione naturale per ridurre accumuli di idrogeno;
 - Sistema di rilevazione perdite H2 e conseguente allarme al macchinista;
- ➡ • Sistema di cut-off automatico dell'idrogeno in caso di urto/deragliamento (sensore accelerometrico);
- ➡ • Sistema di cut-off H2 manuale da parte del macchinista (pulsante a fungo di cabina dedicato); **soluzione ingegneristica**
- ➡ • Sistema cut-off H2 manuale esterno (carrozze A2 e A3) attivabile dai soccorritori (VVFF);
 - Presenza di due TPRD per ogni serbatoio per evitare l'esplosione in caso di incendio esterno in accordo a Regolamento n. 134;
 - Conformità del materiale rotabile alla EN 50153.

E. Casi di studio

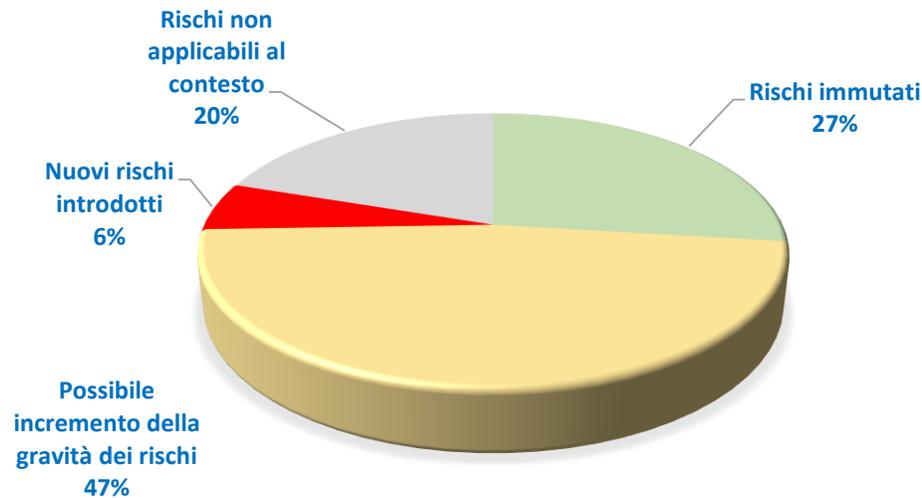


ANSFIS

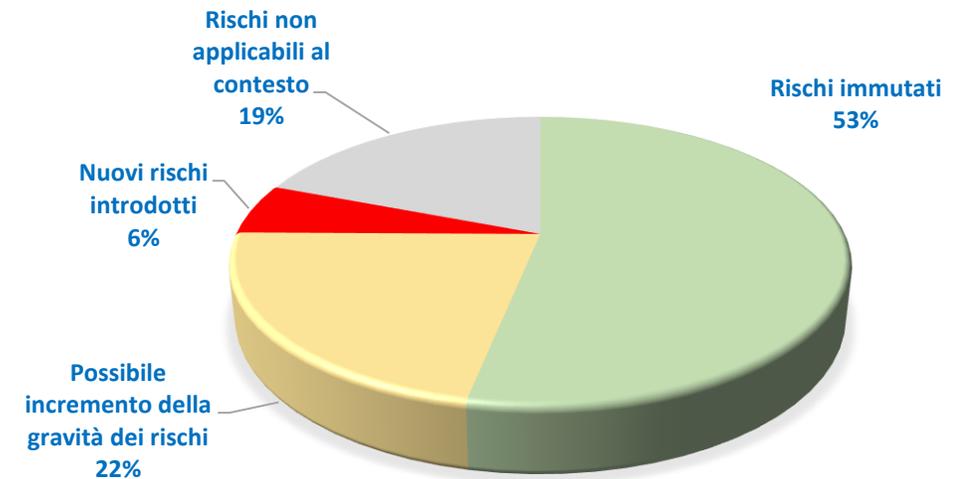
c) Risultati preliminari dell'analisi dei rischi gestore dell'infrastruttura

- Dalle valutazioni in corso su tutti i settori del Registro degli Eventi Pericolosi è emerso:

Valutazione a febbraio 2022



Valutazione a settembre 2023



Stato dei rischi	N. rischi
Rischi immutati	75
Possibile incremento della gravità dei rischi	31
Nuovi rischi introdotti	8
Rischi non applicabili al contesto	27
Totale:	141

E. Casi di studio

c) Risultati preliminari dell'analisi dei rischi gestore dell'infrastruttura



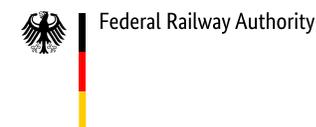
Misure mitigative

- ✓ Sia per i nuovi eventi pericolosi individuati sia per quelli già presenti per cui è stato valutato un possibile impatto sono state valutate le misure mitigative ritenute maggiormente efficaci.
- ✓ In generale sono state ipotizzate misure mitigative sia di tipo tecnico, sia di tipo operativo sia di tipo organizzativo, anche in combinazione tra loro.
- ✓ Le principali misure mitigative che comportano anche lavori infrastrutturali sono in corso di realizzazione (es. rimozione dei picchetti a spezzone di rotaia lungo il tracciato) oppure in fase di avanzata progettazione (es. rifacimento secondo la normativa ATEX degli impianti elettrici per l'illuminazione delle gallerie). Per nessuno di questi interventi si è reso necessario attivare richieste per l'ottenimento di nuove AMIS.
- ✓ Le altre misure mitigative sono in fase di perfezionamento contestualmente al proseguo delle valutazioni di dettaglio degli eventi pericolosi.

E. Casi di studio

Accordi e collaborazioni con altri Enti

INCONTRI E ACCORDI NELL'AMBITO DELL'APPLICAZIONE DELL'IDROGENO NEL TRASPORTO FERROVIARIO
Evento
Incontro tra ANSFISA ed EPSF sul tema dei treni alimentati ad idrogeno e sul relativo procedimento di autorizzazione
Accordo di collaborazione tra ANSFISA, CNR -STEMS e CNR – ITAE
Sopralluogo in Germania al treno Coradia iLint autorizzato da EBA
Accordo di collaborazione tra ANSFISA e ENEA
Partecipazione al corso organizzato dal CEI "Idrogeno e celle a combustibile"
Partecipazione al Workshop " <i>Safety standards for hydrogen in the rail sector</i> " Università di Birmingham
Sopralluogo al sito di rifornimento Linde di H ₂ in Germania
Incontro tra ANSFISA ed EPSF sugli sviluppi legati al tema dei treni alimentati ad idrogeno e sul relativo procedimento di autorizzazione
Incontro tra ANSFISA ed AESF sullo stato dell'arte degli standard tecnici per i treni alimentati ad H ₂



F. Conclusioni



I casi di studio trattati sono veicoli destinati al trasporto passeggeri in ambito regionale sia per linee interconnesse.

Nel futuro avremo altre applicazioni che interesseranno sempre veicoli per il trasporto regionale anche circolanti sulle ferrovie isolate, ed anche applicazioni per attività di manovra.

Si tratta pertanto di applicazioni che al momento interessano solo una parte limitata del sistema ferroviario ma rappresentano un punto di partenza per lo sviluppo di una massa critica per rendere il mercato di questi mezzi competitivo.

Il tema dello sviluppo di queste tecnologie su più ampia scala però rappresenterà una nuova sfida per il sistema del trasporto ferroviario in tutte le sue componenti.

Grazie per la cortese attenzione

Ing. Pasquale Saienni

Dirigente Settore Autorizzazioni e Certificazioni

Email: pasquale.saienni@ansfisa.gov.it