



INNOVHUB
STAZIONI SPERIMENTALI
PER L'INDUSTRIA

innovazione e ricerca

Specifiche europee ed internazionali relative all'H₂ uso autotrazione

Paola Comotti

Innovhub SSI

Milano 3 dicembre 2024



L'idrogeno riveste un ruolo importante nel processo di decarbonizzazione delle fonti energetiche in atto in Europa



Tutta la filiera che riguarda l'idrogeno (sia puro che in blending) è interessata da una grande attività di innovazione per adattare o sviluppare ex novo procedure e/o processi per supportare la transizione energetica di decarbonizzazione delle fonti



Questa evoluzione può essere affrontata o mediante un approccio ingegneristico oppure appoggiandosi alla normativa tecnica ove già esistente

Fino al 2016 vi era un solo Comitato Tecnico Internazionale e nessun Comitato Tecnico Europeo che si occupava esclusivamente di idrogeno



ISO/TC 197 "Hydrogen Technologies" costituito nel 1990



Mancava una «cabina di regia» europea per la normativa tecnica dell'Idrogeno e questo poteva portare al rischio di avere duplicazioni, contrapposizioni e/o sovrapposizioni di lavori in quanto l'idrogeno è un tema trasversale a molte normative tecniche con forti interconnessioni a livello sia europeo che internazionale



In ambito CEN/CLC/SFEM viene fatta un'indagine/mappatura delle "attività" normative e/o prenormative riguardanti l'idrogeno





Mappa Europea ed internazionale delle "attività" normative e/o prenormative (maggio 2016)

innovazione e ricerca

Mappa Europea ed internazionale delle "attività" normative e/o prenormative (maggio 2016) afferenti all'area H2 e H2/NG

F. De Jong
JRC Workshop
"Power-to-Hydrogen:
key challenges and next steps"

May 2016 Brussels

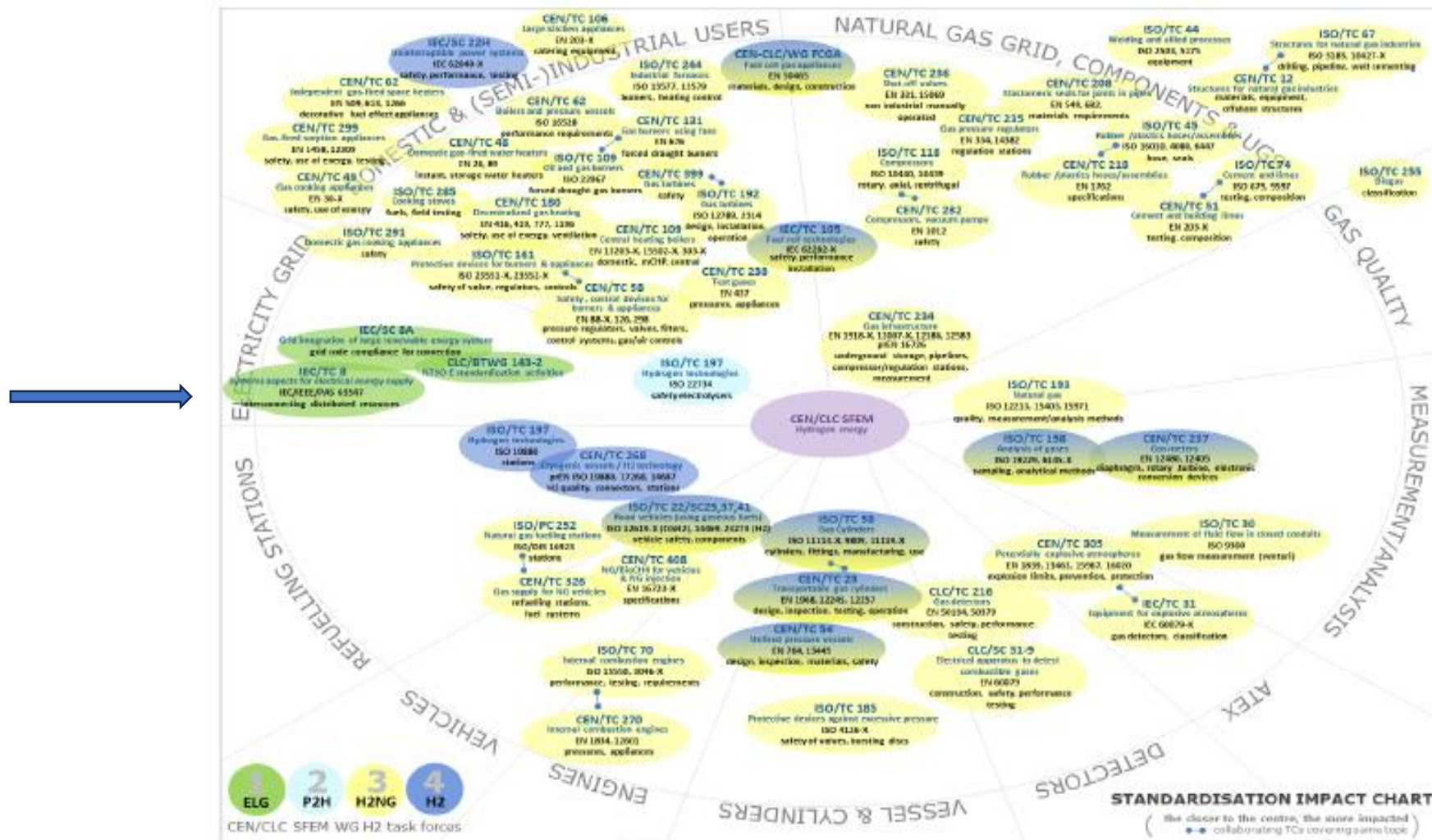


Figure 2 Mapping of international and European standardization activities in the area of hydrogen and H2NG.



Nel 2016 viene costituito il Comitato Tecnico Europeo
CEN/CLC/JTC6 «Hydrogen in Energy Systems»
che si occupa dei temi trasversali dell'H₂

In parallelo molti Comitati Tecnici CEN e CENELEC, ISO e IEC
già da tempo si stanno occupando, ciascuno in **maniera
separata e all'interno del loro scopo**, di alcuni aspetti
riguardanti l'**idrogeno**



Dal 2016 si è quindi lavorato su più fronti paralleli



- ISO/TC 197 e CEN/CLC/JTC6 hanno iniziato a stabilire e/o ad intensificare una fitta serie di Liaison con altri TC CEN, ISO, CENELEC e IEC nonché con Enti ed Associazioni interessate all'Idrogeno al fine di non duplicare i lavori
- Parallelamente in ambito europeo (input tecnico partito da CEN CENELEC poi estesa agli stakeholder dei vari settori interessati all'idrogeno) è iniziata una mappatura delle esigenze di normativa tecnica legate al tema idrogeno per far emergere
 - ✓ le lacune normative e i bisogni di adeguamento/aggiornamento di norme già esistenti
 - ✓ stabilire una priorità di sviluppo delle normative tecniche
 - ✓ individuare i TC esistenti a cui assegnare le attività e/o valutare se creare nuovi TC o JTC a cui assegnare le attività necessarie

In questi anni è emerso quanto l'idrogeno sia un tema trasversale la cui filiera va ad impattare sulle competenze di molti TC già esistenti e quindi in futuro sarà sempre più necessario che più TC lavorino in sinergia e/o a stretto contatto come JTC

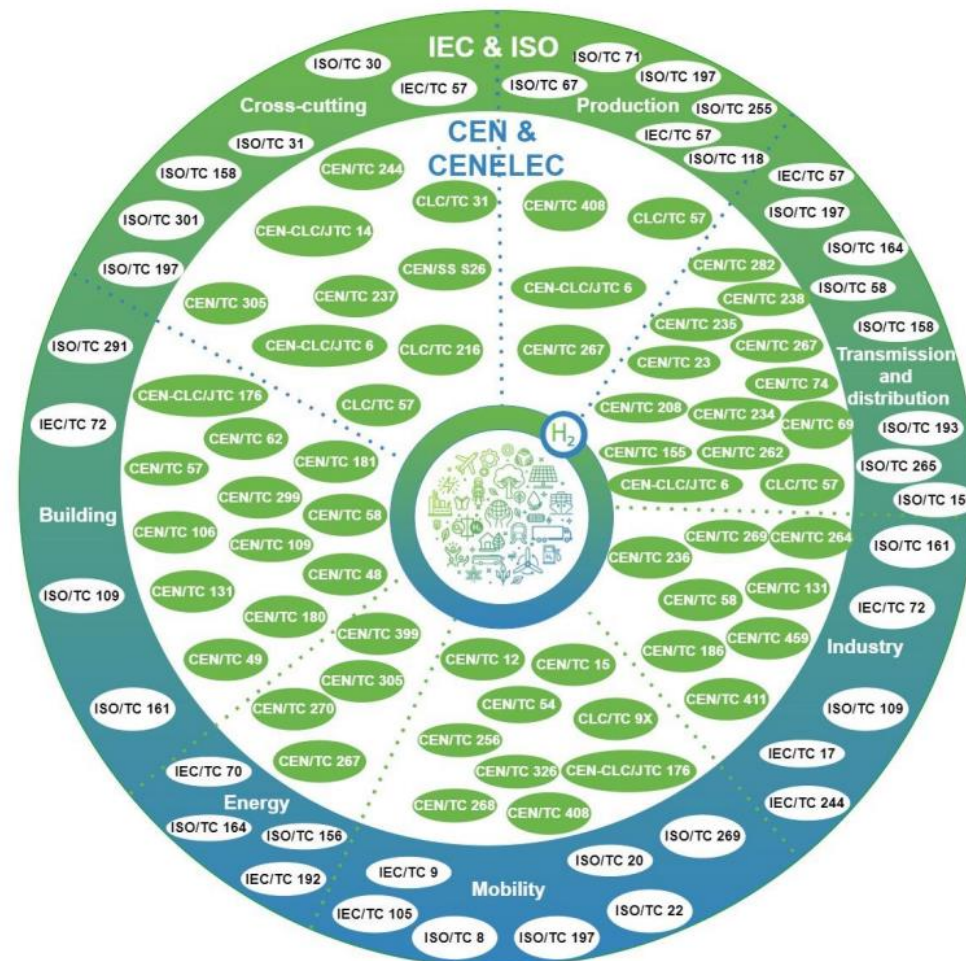
ROADMAP ON HYDROGEN STANDARDISATION

European Clean Alliance

March 2023

- Hydrogen production
- Hydrogen infrastructure (transport, storage, delivery) - transmission and distribution (T&D)
- Industrial applications
- Mobility
- Energy - sector integration including the power generation sector
- Building - residential applications
- Cross-cutting

20230301 ech2a roadmaphydrogenstandardisation.pdf (cencenelec.eu)



SECT/CG H2 "CEN-CENELEC Coordination Group on Hydrogen(CEN-CLC/COG H2)"



Inizia a riunirsi nel 2024 è formato da:

- Coordinatori e segreterie dei TC europei coinvolti a vario titolo nello sviluppo di normative correlate all'H₂
- Associazioni europee dell'H₂
- rappresentanti degli Enti di normazione nazionali

Ha il compito di proporre l'ordine di priorità di sviluppo di normative da inserire in eventuali Mandate europei riguardanti il tema Idrogeno



Parallelamente alle attività di normativa tecnica europea ed internazionale riguardanti l'idrogeno, anche in Italia molti comitati tecnici nazionali già da tempo si occupavano, ciascuno in maniera separata e all'interno del loro scopo, di alcuni aspetti riguardanti l'idrogeno, ma solo nel 2017 viene costituita la **Commissione UNI/CT 056 "Idrogeno"** che si occupa esclusivamente di idrogeno ed è mirror nazionale di:

- Comitato Tecnico Internazionale ISO TC 197 «Hydrogen Technologies»
- Comitato Tecnico Europeo CEN/CLC/JTC6 «Hydrogen in Energy Systems»

La Commissione UNI CT 56 partecipa direttamente ai lavori normativi di ISO/TC197 e CEN/CLC/JTC6 ed elabora la posizione nazionale italiana per le normative tecniche sviluppate dai Comitati Tecnici europei ed internazionali di diretta competenza

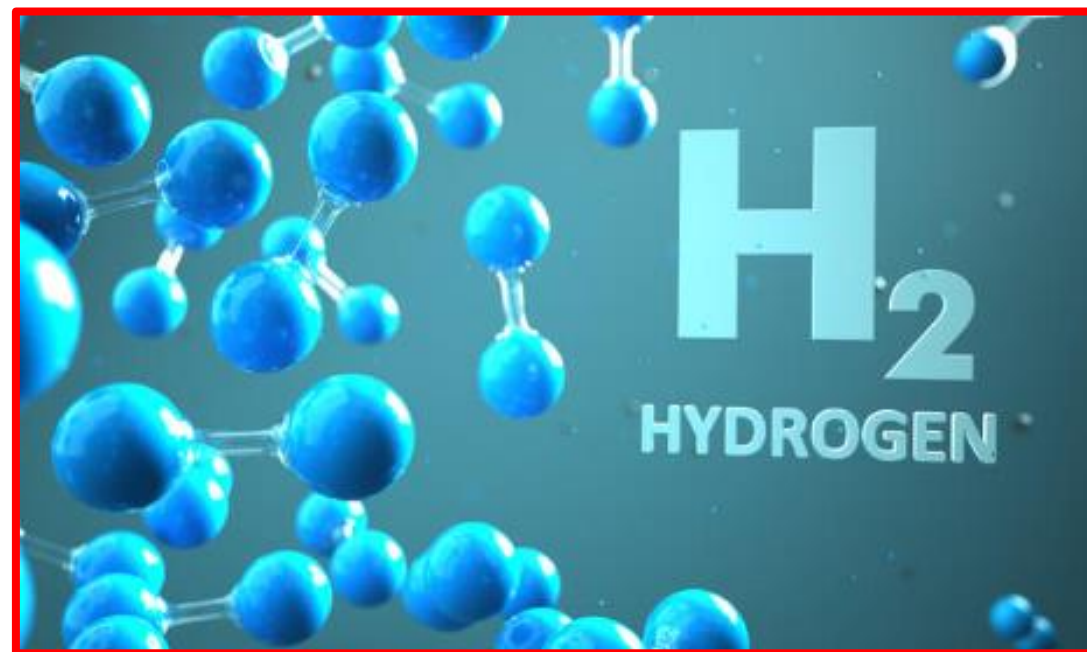




Attualmente oltre al lavoro svolto dalla Commissione UNI CT 56, il Sistema UNI-Enti Federati sta lavorando come mirror a tanti altri temi di interesse per l'idrogeno sia puro che in blending con gas naturale che spaziano dalla Garanzia di Origine a normative tecniche dedicate ad aspetti tecnici di singoli segmenti/componenti della filiera

A livello internazionale **ISO** la normativa riguardante il 100% H₂ (stazioni di rifornimento, sicurezza.....) viene sviluppata in ambito **ISO/TC 197**

A livello europeo **CEN** i temi trasversali correlati al 100% H₂ vengono sviluppati da **CEN/CLC/JTC6** dal cui scopo è espressamente **escluso ciò che fa riferimento al mandato M533** (stoccaggio e trasporto di H₂ liquido e gassoso, stazioni di rifornimento.....) che viene affrontato in altri CEN/TC





La norma **ISO 14687:2019** recepita in Italia come UNI ISO 14687:2020 ed elaborata da **ISO/TC197*** specifica le caratteristiche minime di qualità del combustibile a idrogeno per una serie di applicazioni, **per quanto riguarda l'utilizzo in automotive fa riferimento all'H₂ da utilizzare nelle celle a combustibile PEM** che richiedono l'utilizzo di idrogeno molto puro H₂>99,97%

* (Mirror nazionale italiano UNI/CT56)



NORMA
ITALIANA

Qualità del combustibile a idrogeno - Specifiche di prodotto

UNI ISO 14687

SETTEMBRE 2020

Versione italiana
del luglio 2021

Hydrogen fuel quality - Product specification

La norma specifica le caratteristiche minime di qualità del combustibile a idrogeno così come distribuito per l'utilizzo in applicazioni veicolari e stazionarie. È applicabile alle applicazioni di rifornimento di idrogeno, elencate nel prospetto 1.

Nella norma ISO 14687 il combustibile a idrogeno viene classificato secondo il tipo e la designazione di grado:

- a) Tipo I (gradi A, B, C, D ed E): idrogeno gassoso e combustibile a base di idrogeno;
- b) Tipo II (gradi C e D): idrogeno liquido;
- c) Tipo III: idrogeno alta densità.

La norma ISO 14687 individua le applicazioni rappresentative per ogni tipo e grado di combustibile a idrogeno

L'applicazione rappresentativa individuata per il **Grado D tipo I** (H₂ gassoso) e **Grado D Tipo II** (H₂ liquido) è l'utilizzo nelle **celle a combustibile PEM per veicoli stradali**





La norma ISO 14687 suddivide i componenti presenti nel **combustibile per l'applicazione a veicoli stradali a celle a combustibile PEM** in costituenti e contaminanti

Costituente: Componente (o composto) trovato all'interno di una miscela di combustibile a idrogeno



Costituenti per il Grado D (Tipo I, Tipo II)

Indice di combustibile a idrogeno (frazione molare minima)

99,97 %

Gas non idrogeno complessivi (valore massimo)

300 $\mu\text{mol/mol}$



Contaminante: Impurità che influisce in modo avverso sui componenti all'interno del *sistema a celle a combustibile*, il *sistema di potenza a celle a combustibile* oppure il sistema di stoccaggio dell'idrogeno

Nota Un effetto avverso può essere reversibile o irreversibile



Concentrazione massima di contaminanti individuali per il Grado D (Tipo I, Tipo II)

.Acqua (H ₂ O)	5	μmol/mol
.Idrocarburi complessivi eccetto il metano	2	μmol/mol (C1 equivalente)
.Metano (CH ₄)	100	μmol/mol
Ossigeno (O ₂)	5	μmol/mol
Elio (He)	300	μmol/mol
Azoto (N ₂)	300	μmol/mol
Argon (Ar)	300	μmol/mol
.Anidride carbonica (CO ₂)	2	μmol/mol
.Monossido di carbonio (CO)	0,2	μmol/mol
.Composti sulfurici complessivi	0,004	μmol/mol (S1 equivalente)
Formaldeide (HCHO)	0,2	μmol/mol
Acido formico (HCOOH)	0,2	μmol/mol
.Ammoniaca (NH ₃)	0,1	μmol/mol
Composti alogenati	0,05	μmol/mol (Ione alogeno equivalente)
.Concentrazione di particolato massima	1	mg/kg



La qualità dell'idrogeno all'ugello diffusore per idrogeno di grado D deve essere conforme ai requisiti riportati nella norma UNI ISO 14687

Le specifiche di combustibile non sono dipendenti dal processo o specifiche della materia prima

La norma non fornisce garanzie che i contaminanti non elencati siano benigni

I metodi analitici per misurare i costituenti devono essere conformi ai requisiti della ISO 21087

Una guida sui metodi di campionamento dell'idrogeno per stazioni di combustibile di idrogeno gassoso è disponibile nella ISO 19880-1

Il controllo della qualità dell'idrogeno fa riferimento alla norma ISO 19880-8



innovazione e ricerca

La norma **EN 17124** recepita in Italia come UNI EN 17124 è stata elaborata da **CEN/TC268** "Cryogenic vessels and specific hydrogen technologies applications" nell'ambito del Mandato M/533 e specifica le caratteristiche di qualità del combustibile idrogeno erogato nelle stazioni di rifornimento di idrogeno per l'utilizzo in sistemi per veicoli stradali a celle a combustibile con membrana a scambio protonico (PEM) nonché le corrispondenti considerazioni di garanzia della qualità per assicurare l'uniformità del combustibile idrogeno

*(Mirror nazionale italiano UNI/CT31)

Nota: celle a combustibile con membrana a scambio protonico (PEM) che richiedono l'utilizzo di idrogeno molto puro $H_2 > 99,97\%$



**NORMA
EUROPEA**

Combustibile a idrogeno - Specifiche di prodotto e garanzia della qualità per i punti di rifornimento di idrogeno che erogano idrogeno gassoso - Applicazioni di celle a combustibile con membrana a scambio protonico (PEM) per veicoli stradali

UNI EN 17124

MAGGIO 2022

Versione italiana
dell'ottobre 2023

Hydrogen fuel - Product specification and quality assurance for hydrogen refuelling points dispensing gaseous hydrogen - Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for vehicles

La norma specifica le caratteristiche di qualità del combustibile idrogeno erogato nelle stazioni di rifornimento di idrogeno per l'utilizzo in sistemi per veicoli stradali a celle a combustibile con membrana a scambio protonico (PEM) e le corrispondenti considerazioni di garanzia della qualità per assicurare l'uniformità del combustibile idrogeno.

- I requisiti di qualità del combustibile all'ugello dell'erogatore devono soddisfare i requisiti riportati nella norma
- La specifica del combustibile non è una specifica del processo o della materia prima
- La norma non fornisce garanzie che i contaminanti non elencati siano benigni





Specifiche di qualità del combustibile per le applicazioni su veicoli stradali con celle a combustibile PEM

Costituenti

Indice di combustibile a idrogeno (frazione molare minima) b)	99,97	%
Gas totali non idrogeno (valore massimo)	300	μmol/mol

Concentrazione massima di contaminanti individuali per il Grado D (Tipo I, Tipo II)

Acqua (H ₂ O)	5	μmol/mol
Idrocarburi complessivi eccetto il metano	2	μmol/mol (C1 equivalente)
Metano (CH ₄)	100	μmol/mol
Ossigeno (O ₂)	5	μmol/mol
Elio (He)	300	μmol/mol
Azoto (N ₂)	300	μmol/mol
Argon (Ar)	300	μmol/mol
Anidride carbonica (CO ₂)	2	μmol/mol
Monossido di carbonio (CO)	0,2	μmol/mol
Composti sulfurici complessivi	0,004	μmol/mol (S1 equivalente)
Formaldeide (HCHO)	0,2	μmol/mol
Acido formico (HCOOH)	0,2	μmol/mol
Ammoniaca (NH ₃)	0,1	μmol/mol
Composti alogenati	0,05	μmol/mol (lone alogeno equivalente)
Concentrazione di particolato massima	1	mg/kg

La norma UNI EN 17124 inserisce direttamente nel testo indicazioni generali riguardanti il campionamento e la misura dell'H₂ senza rimandare, nel testo, direttamente a norme ISO; in alternativa viene descritta una metodologia di valutazione del rischio per l'assicurazione della qualità dell'H₂



Dove per rischio si intende la possibilità di avere effetti o danno alla prestazione del veicolo elettrico con celle a combustibile e la possibilità che si verifichino presenza di uno o più contaminanti dell'H₂ sopra la soglia





innovazione e ricerca

Classe di occorrenza	Nome della classe	Occorrenza o frequenza	Occorrenza o frequenza (esempio) ^{a)}
0	Molto improbabile (praticamente impossibile)	Contaminante sopra la soglia mai osservato per questa fonte/catena di fornitura/stazione	1 rifornimento su 10000000
1	Improbabile	Si è verificato almeno una volta per questa fonte/catena di fornitura/stazione	1 rifornimento su 1000000
2	Possibile	Si è verificato una volta all'anno per questa fonte/catena di fornitura/stazione	1 rifornimento su 100000
3	Probabile	Si è verificato almeno più di una volta all'anno per questa fonte/catena di fornitura/stazione	1 rifornimento su 10000
4	Molto probabile	Si verifica regolarmente per questa fonte/catena di fornitura/stazione	Più di 1 rifornimento su 1000

^{a)} Sulla base di una stazione di rifornimento che eroga 100000 rifornimenti all'anno



Classi di occorrenza per un'impurità

Classi di gravità per un'impurità



Classe di gravità	Effetti di gravità per impurità del veicolo elettrico con celle a combustibile (FCEV)	Categoria di effetti		
		Effetti sulla prestazione	Effetti temporanei sull'hardware	Effetti permanenti sull'hardware
0	Nessun effetto	NO	NO	NO
1	- Effetti minori - Perdita temporanea di potenza - Nessun effetto sull'hardware - L'auto è ancora in funzione	SI	NO	NO
2	- Danno reversibile - Richiede una specifica procedura di manutenzione leggera - L'auto è ancora in funzione	SI o NO	SI	NO
3	- Danno reversibile - Richiede una specifica procedura di manutenzione immediata. Perdita di potenza graduale che non compromette la sicurezza	SI	SI	NO
4 ^{a)}	- Danno irreversibile - Richiede una riparazione importante (es sostituzione dello stack). Perdita di potenza o arresto dell'auto che compromette la sicurezza	SI	SI	SI o NO

Tutti i danni, permanenti o non permanenti, che compromettono la sicurezza sono classificati come 4, mentre i danni non permanenti sono classificati come 1,2 o 3



Prospetto di accettabilità



		Gravità				
		0	1	2	3	4
Occorrenza come probabilità combinate di occorrenza lungo l'intera catena di fornitura	4					
	3					
	2					
	1					
	0					
Legenda	Area di rischio accettabile Controlli esistenti accettabili		Sono necessarie ulteriori indagini per garantire che i rischi siano ridotti al livello più basso ragionevolmente praticabile		Rischio inaccettabile, sono richiesti ulteriori controlli o barriere	



Nelle appendici informative di EN 17124 vengono date informazioni riguardo a:

- Effetti delle impurità quali: Ar, N₂, O₂, CO₂, CO, CH₄, H₂O, composti contenenti S, NH₃, Idrocarburi totali, Formaldeide, Acido Formico, Composti alogenati, He, Particolato solido e liquido (aerosol)
- Esempio di valutazione della catena di fornitura con riferimento alle potenziali fonti di impurità (da produzione, da trasporto, da stazione di rifornimento di H₂)
- Esempio di valutazione del rischio – produzione centralizzata, trasporto in condotti

Lo standard Draft FDIS ISO 14687:2024 introduce una nuova **Appendice F a carattere informativo** e non normativo in cui vengono introdotte considerazioni e valori limite per H₂ (e relative impurezze) **da usare in motori a combustione interna**



Il Grado F prevede un contenuto di H₂ > 98% e impurezze < 2% e, a sua volta, viene distinto in Grado F-1 per veicoli con motore a combustione interna e F-2 per motori a combustione interna per usi stazionari



Per limitare il rischio di disallineamenti ISO/TC 197/WG 27 durante l'ultima riunione ha previsto in futuro l'eventualità di coordinarsi con CEN/TC 268 per sviluppare la revisione della norma ISO 14687 tenendo in conto EN 17124 prevedendo di riaprire i lavori di revisione della norma ISO 14687 subito dopo la pubblicazione come norma del Draft FDIS ISO 14687:2024 che è attualmente sottoposto a voto



*Graxie per
l'attenzione*



Paola Comotti



paolacomotti.@mi.camcom.it



+39 02 85153513

www.innovhub-ssi.it



INNOVHUB
STAZIONI SPERIMENTALI
PER L'INDUSTRIA

Innovare è la nostra tradizione

innovazione e ricerca