

Idrogeno

a cura di Paolo Santato - Attività Normative UNI



Per un chimico o per un fisico, lo studio degli orbitali molecolari dell'idrogeno è affascinante, ma cinque o sei decenni fa quello stesso chimico o fisico non avrebbe immaginato che arrivati all'inizio del XXI secolo ci sarebbe stato un così grande interesse per l'idrogeno come vettore energetico; eppure, sono proprio quelle particolarità uniche insite nella struttura primaria stessa dell'idrogeno che lo rendono unico, una sorta di anello di congiunzione tra il "mondo elettrico" e il "mondo chimico delle molecole".

L'interesse per l'idrogeno come vettore energetico ormai non è più solo di tipo accademico o di settori di ricerca d'avanguardia, ma è qualcosa destinato in tempi relativamente brevi a far parte della quotidianità di ciascuno di noi: l'Europa infatti ha dato un chiaro segnale in questa direzione, individuando nell'utilizzo dell'idrogeno una delle strategie per combattere il cambiamento climatico e ridurre le emissioni di gas serra. E anche l'Italia nel piano PNRR ha assegnato all'idrogeno un ruolo rilevante, in quanto a livello nazionale, in linea con la strategia europea, si intende promuovere la produzione e l'utilizzo di idrogeno supportando ricerca e sviluppo, e completando tutte le riforme e regolamenti necessari a consentire l'utilizzo, il trasporto e la distribuzione di idrogeno.

È chiaro che in una situazione in così rapida evoluzione, per uno sviluppo equilibrato e in sicurezza del settore idrogeno in sinergia e armonia con il resto del settore energetico, non solo è importante costruire e/o rimodulare l'assetto le-

gislativo e regolatorio, ma anche avere un solido e coerente impianto di normativa tecnica che raccolga e organizzi in maniera ordinata lo stato dell'arte del settore, perché come diceva Alessandro Manzoni, "L'operar senza regole è il più faticoso e difficile mestiere di questo mondo". Quindi il poter contare su un sistema normativo nazionale e internazionale, che si faccia carico di tenere sempre aggiornato lo stato dell'arte dei molteplici aspetti e settori in cui l'idrogeno svolge o potrà svolgere un ruolo attivo e di primaria importanza, rappresenta uno strumento non solo prezioso, ma indispensabile per fare in modo che le aziende e le professioni possano competere a livello mondiale. A dire il vero esistono da tempo Comitati tecnici e Gruppi di lavoro ISO, IEC, CEN e CENELEC in cui una parte della loro attività riguarda anche l'idrogeno, quello che mancava invece, soprattutto a livello europeo, ed è in via di costituzione in questi ultimi anni, è una regia comune, cioè un interfacciamento completo e reticolato in maniera sistematica tra tutte le entità normative che, in qualche aspetto della loro attività si occupano anche di idrogeno. Dal 2016 questo compito è stato affidato al CEN/CLC/JTC 6 "Hydrogen in Energy Systems" divenuto il "focal point" a livello europeo delle tematiche normative trasversali riguardanti l'idrogeno, ai cui lavori l'Italia partecipa tramite la Commissione UNI/CT 56 "Idrogeno". Lo sviluppo dell'impiego dell'idrogeno ci pone davanti alla prospettiva di un cambiamento significativo, alla prospettiva di un cammino che ci vedrà utilizzare l'idrogeno sia per usare in manie-

ra nuova e innovativa infrastrutture e quanto già esistente (soprattutto nel breve-medio periodo), sia per implementare nuove soluzioni *ad hoc*. Dobbiamo tuttavia avere la consapevolezza che, per effettuare una equilibrata transizione ecologica, non va sottovalutato che il processo di trasformazione/transizione deve essere realizzato mantenendo, in ogni momento e per ogni aspetto, un adeguato livello di attenzione alla sicurezza.

Va ricordato, inoltre, che è di estrema importanza effettuare un'attenta e puntuale informazione anche al grande pubblico, il cosiddetto "cittadino della strada", monitorando che l'informazione sia fatta in termini semplici, ma sempre e comunque rigorosa dal punto di vista scientifico.

Il dossier che è stato scritto non vuole essere esaustivo di tutti i temi normativi che stanno partendo in questi giorni e di tutti i settori in cui esiste o potrà svilupparsi l'utilizzo dell'idrogeno quale vettore energetico, ma vuole iniziare a dare un'idea della molteplicità, dell'interlacciamento e della rapidità delle iniziative normative che stanno prendendo forma non dico ogni mese, ma ogni settimana e ogni ora, tale è la rapidità di evoluzione di questo argomento in questo periodo.

Agli auguri di una buona lettura si uniscono fin da ora le scuse se qualche parte di questo dossier verrà rapidamente sorpassata dai fatti in quanto l'aggiornamento normativo (e non solo) in questo settore è talmente rapido che dal momento in cui viene dato alla stampa un testo, a quando viene pubblicato, potrebbero già esserci state delle evoluzioni.

L'idrogeno nella normazione

È la sostanza più diffusa nell'universo, l'elemento chimico più leggero e semplice esistente in natura, l'ultima frontiera dell'energia pulita: è l'idrogeno.

Nel panorama mondiale delle risorse alternative emergono negli ultimi anni le enormi potenzialità dell'idrogeno come combustibile e carburante. Infatti, da quando è aumentata la consapevolezza sull'esauribilità dei combustibili fossili e della loro considerevole incidenza sull'incremento dell'inquinamento, la ricerca su energie alternative e rinnovabili ha compiuto enormi progressi.

Oltre alle già note e diffuse applicazioni fotovoltaiche, eoliche e geotermiche, esiste un'altra possibilità per il futuro: ricavare energia dall'idrogeno. L'idrogeno infatti è incolore, inodore e non tossico, non genera emissioni nocive quando viene impiegato per produrre energia e ha ottime prestazioni. Pertanto, viste le enormi potenzialità dell'idrogeno in molteplici settori, a livello nazionale, si decide nel 2017 di creare la Commissione tecnica UNI/CT 056 "Idrogeno" che da allora vede come Presidente Paola Comotti.

La Commissione, al momento, opera principalmente come interfaccia nazionale dell'attività condotta a livello EN, ISO e IEC. Il campo d'attività della Commissione è focalizzato sui sistemi, dispositivi e connessioni per la produzione, lo stoccaggio, il trasporto, la distribuzione, la misurazione e l'uso dell'idrogeno, da fonti di energia rinnovabili e altre

fonti. Sono escluse dal campo di attività lo stoccaggio e il trasporto di idrogeno liquido, lo stoccaggio e il trasporto di idrogeno compresso, le infrastrutture trattate nel Mandato M/533 *Alternative fuels infrastructures*, l'iniezione dell'idrogeno e le miscele di idrogeno con gas naturale (H2NG) nelle infrastrutture gas, l'uso delle miscele di gas naturale con l'idrogeno.

La Commissione è composta da rappresentanti di Innovhub SSI, Federchimica, CTI, CEI, CIG, CUNA, Tenaris, Ord. Ing. Viterbo, Faber Industrie, Rina Services. A livello CEN l'attività normativa viene svolta da CEN/CLC/JTC 6 "Hydrogen in energy systems", il cui obiettivo è sviluppare norme nel campo dei sistemi, dei dispositivi e delle connessioni per la produzione, lo stoccaggio, il trasporto e la distribuzione, la misurazione e l'uso dell'idrogeno. Lo scopo include tematiche trasversali come: la terminologia, la garanzia di origine, le interfacce, la gestione operativa, i problemi rilevanti di sicurezza dell'idrogeno, la formazione e l'educazione. L'attività è ancora a uno stadio iniziale, i lavori stanno iniziando a prendere forma anche se al momento non vi è ancora un progetto registrato ufficialmente sulle banche dati.

A livello ISO troviamo invece l'ISO/TC 197 "Hydrogen technologies" che, attualmente, si occupa principalmente dell'elaborazione di norme nel campo di sistemi e dispositivi per la produzione, lo stoccaggio, il trasporto, la misurazione e l'uso dell'idrogeno.

Di seguito viene riportato il programma di lavoro dell'ISO/TC 197 presente nelle banche dati (in ordine di stadio raggiunto):



Inoltre la Commissione UNI/CT 056, attraverso i rappresentanti CEI, segue i lavori del Comitato tecnico IEC/TC 105 "Fuel cell technologies" che ha l'obiettivo di preparare norme internazionali riguardanti le tecnologie delle celle a combustibile e le varie applicazioni associate, quali i sistemi per i trasporti, come i sistemi di propulsione, gli amplificatori, le unità ausiliarie, i sistemi portatili, i sistemi di alimentazione a corrente inversa e sistemi di flusso elettrochimici generali.

RIFERIMENTO	TITOLO	GRUPPO DI LAVORO
ISO/PWI 24078	<i>Hydrogen in energy systems - Vocabulary</i>	ISO/TC 197
ISO/PWI 24077	<i>Safe use of LH2 in non-industrial settings</i>	ISO/TC 197
ISO/PWI 19880-7	<i>Gaseous hydrogen -Fuelling stations - Part 7: O-rings</i>	ISO/TC 197
ISO/NP 19885	<i>Gaseous hydrogen - Fuelling protocols for hydrogen-fuelled vehicles</i>	ISO/TC 197/WG 24
ISO/WD 19884	<i>Gaseous hydrogen - Cylinders and tubes for stationary storage</i>	ISO/TC 197/WG 15
ISO/WD TR 15916	<i>Basic considerations for the safety of hydrogen systems</i>	ISO/TC 197/WG 29
ISO/AWI 19887	<i>Gaseous Hydrogen - Fuel system components for hydrogen fuelled vehicles</i>	ISO/TC 197/WG 30
ISO/AWI TR 22734-2	<i>Hydrogen generators using water electrolysis - Part 2: Testing guidance for performing electricity grid service</i>	ISO/TC 197/WG 32
ISO/CD 19880-6	<i>Gaseous hydrogen - Fueling stations - Part 6: Fittings</i>	ISO/TC 197/WG 23
ISO 19880-8:2019/DAMd 1	<i>Gaseous hydrogen - Fuelling stations - Part 8: Fuel quality control - Amendment 1</i>	ISO/TC 197/WG 28
ISO 22734:2019	<i>Hydrogen generators using water electrolysis - Industrial, commercial, and residential applications</i>	ISO/TC 197
ISO 19880-3:2018	<i>Gaseous hydrogen - Fuelling stations - Part 3: Valves</i>	ISO/TC 197
ISO 17268:2020	<i>Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices</i>	ISO/TC 197/WG 5
ISO 19882:2018	<i>Gaseous hydrogen - Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers</i>	ISO/TC 197/WG 18
ISO 19881:2018	<i>Gaseous hydrogen - Land vehicle fuel containers</i>	ISO/TC 197/WG 18
ISO 19880-5:2019	<i>Gaseous hydrogen - Fuelling stations - Part 5: Dispenser hoses and hose assemblies</i>	ISO/TC 197/WG 22
ISO 19880-1:2020	<i>Gaseous hydrogen - Fuelling stations - Part 1: General requirements</i>	ISO/TC 197/WG 24
ISO 16111:2018	<i>Transportable gas storage devices - Hydrogen absorbed in reversible metal hydride</i>	ISO/TC 197/WG 25
ISO 14687:2019	<i>Hydrogen fuel quality - Product specification</i>	ISO/TC 197/WG 27
ISO 19880-8:2019	<i>Gaseous hydrogen -Fuelling stations - Part 8: Fuel quality control</i>	ISO/TC 197/WG 28
ISO 26142:2010	<i>Hydrogen detection apparatus - Stationary applications</i>	ISO/TC 197
ISO/TS 19883:2017	<i>Safety of pressure swing adsorption systems for hydrogen separation and purification</i>	ISO/TC 197
ISO 16110-2:2010	<i>Hydrogen generators using fuel processing technologies - Part 2: Test methods for performance</i>	ISO/TC 197
ISO 13985:2006	<i>Liquid hydrogen - Land vehicle fuel tanks</i>	ISO/TC 197
ISO 13984:1999	<i>Liquid hydrogen - Land vehicle fuelling system interface</i>	ISO/TC 197
ISO/TR 15916:2015	<i>Basic considerations for the safety of hydrogen systems</i>	ISO/TC 197/WG 29
ISO 16110-1:2007	<i>Hydrogen generators using fuel processing technologies - Part 1: Safety</i>	ISO/TC 197

RIFERIMENTO	TITOLO	GRUPPO DI LAVORO
PNW 105-824 ED1	<i>Fuel cell Technologies – Part 8-301 Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Power to methane energy systems based on solid oxide cell including reversible operation - Performance test methods</i>	
IEC 62282-3-201/AMD1 ED2	<i>Amendment 1 - Fuel cell technologies - Part 3-201: Stationary fuel cell power systems - Performance test methods for small fuel cell power systems</i>	WG 4
IEC 62282-4-101 ED2	<i>Fuel cell technologies – Part 4-101: Fuel cell power systems for propulsion other than road vehicles and auxiliary power units (APU) – Fuel cell power systems for electrically powered industrial trucks – Safety</i>	WG 6
IEC 62282-4-202 ED1	<i>Fuel cell technologies - Part 4-202: Fuel Cell Power Systems for unmanned aircraft systems - Performance test methods</i>	WG 17
IEC 62282-4-600 ED1	<i>Part 4-600: Fuel cell power systems for propulsion other than road vehicles and auxiliary power units (APU) - Fuel cell and battery hybrid power pack systems performance test methods for excavators</i>	WG 16
IEC 62282-6-101 ED1	<i>Fuel cell technologies - Part 6-101: Micro fuel cell power systems - Safety - General requirements</i>	WG 8
IEC 62282-6-106 ED1	<i>Fuel cell technologies – Part 6-106: Micro fuel cell power systems – Safety – Indirect Class 8 (corrosive) compounds</i>	WG 8
IEC 62282-6-107 ED1	<i>Fuel cell technologies - Part 6-107: Micro fuel cell power systems – Safety – Indirect water-reactive (Division 4.3) compounds</i>	WG 8
IEC 62282-7-2 ED1	<i>Fuel cell technologies - Part 7-2: Test methods - Single cell and stack performance tests for solid oxide fuel cells (SOFC)</i>	WG 11
IEC TS 62282-9-102 ED1	<i>Fuel cell technologies – Part 9-102: Product category rules for environmental product declarations of stationary fuel cell power systems and alternative systems for residential applications</i>	WG 14

Inoltre, al momento, vi sono anche tre norme riguardanti l'idrogeno pubblicate a livello nazionale direttamente in carico alla Commissione UNI/CT 56:

- UNI ISO 19880-1:2020 Idrogeno gassoso - Stazioni di rifornimento - Parte 1: Requisiti generali;
- UNI ISO 14687:2020 Qualità del combustibile a

idrogeno - Specifiche di prodotto;

- UNI ISO/TR 15916:2018 Considerazioni di base per la sicurezza dei sistemi a idrogeno.

Santato Paolo

Attività normative UNI

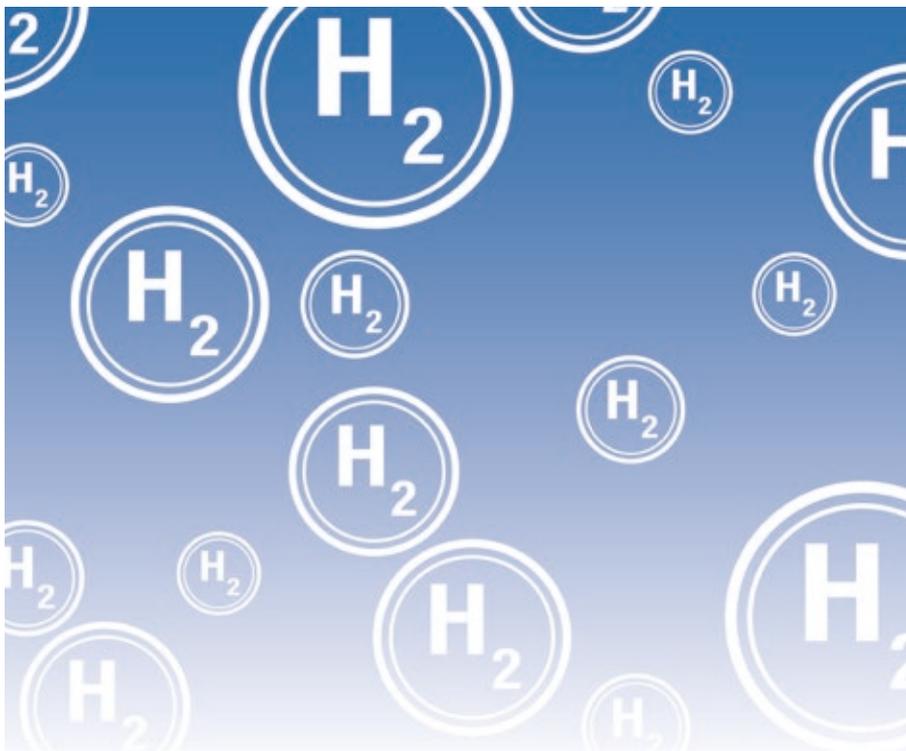


Il mercato dell'idrogeno: opportunità e progetti

Viviamo una stagione di grande interesse verso i temi ambientali, che, sebbene siano sempre stati una costante della politica comunitaria, sono più che mai all'ordine del giorno nell'agenda delle istituzioni. La sfera dell'industria è attore protagonista di questa *transizione ecologica*, e non può essere altrimenti: il processo di rinnovamento necessariamente passa attraverso un'innovazione e un rinnovamento dei prodotti e dei processi, e il progresso tecnologico è *conditio sine qua non* per consentirci di raggiungere il nostro scopo.

Le istituzioni europee hanno indicato obiettivi ambiziosi, come la neutralità carbonica al 2050, e in parte anche con che mezzi vorrebbero fossero raggiunti. L'idrogeno è indicato come uno dei vettori energetici fondamentali in un'ottica di superamento del gas naturale, e dovrà entrare secondo questi scenari in misura sempre maggiore nei settori più disparati, dalla grande acciaieria al fornello di casa.

L'idrogeno resta però un mezzo per raggiungere un risultato, e non il fine ultimo. Esso va accompagnato allo sviluppo di altri vettori, all'efficienza energetica e all'elettrificazione, al progresso tecnologico degli impianti e al loro rinnovo. Questo concetto è fondamentale per il mondo industriale, che oggi non può permettersi che questa opportunità si trasformi in una bolla. Per fare questo le istituzioni devono concentrarsi sia su obiettivi immediati, sia su quelli di lungo periodo. Così come le imprese devono sia guardare al mercato di oggi, sia investire per quello di domani. Questo modo di operare, che è indispensabile se si vuole costruire la visione delle istituzioni comunitarie, può essere competitivo solo se tutto il contesto spinge nella stessa direzione. La transizione ecologica e l'idrogeno richiedono uno sforzo collettivo, che spingerà anche le imprese a ragionare come filiera e non più come singola entità. Il mondo dell'impresa conosce già da tempo questo vettore, che viene usato in vari settori già oggi in modo esteso (dalla chimica ai trasporti), e oggi, partendo da queste esperienze, investimenti e sperimentazioni cercano di ampliare questo perimetro. Questi progetti, che vedono sia finanziamenti pubblici nazionali e comunitari, sia le risorse dei privati, sono a oggi ancora in una fase iniziale, e tranne rari casi sono ancora operazioni che difficilmente possono ripagarsi da sole, se considerate sul piano puramente economico. Tuttavia sono indispensabili perché il futuro dell'idrogeno nasca da fondamenta solide, e fin dall'inizio sia costruito il corretto contesto legislativo e normativo necessario allo sviluppo del mercato. Questo processo è già più avanzato in altri dei nostri *partner* europei, ed è importante che iniziative virtuose in Italia (come quella di ENEA al Centro Studi della Casaccia, o la collaborazione tra SNAM ed HERA) diventino dei poli di attrazione per il mondo dell'impresa italiana. Oggi le aziende della meccanica italiana, rappresentate da ANIMA Confindustria, partecipano già a molti di questi progetti, sia in Italia sia in Europa, con una fortissima spinta verso progetti di filiera, consapevoli che solo uno sforzo comune ci consentirà di restare competitivi. Sebbene l'idrogeno possa apparire come una novità, in realtà è ben conosciuto dal mondo produttivo, e la maggior



parte dei progetti che, nei diversi settori della meccanica, coinvolgono la transizione all'idrogeno, sono frutto di idee maturate da anni di esperienza. Spesso, però, il vero ostacolo è renderlo economicamente sostenibile.

Produzione e trasporto di idrogeno

La produzione è una delle sfide fondamentali da vincere se vogliamo creare un mercato dell'idrogeno in Italia che possa avere un perimetro ampio, e non sia limitato a iniziative puramente dimostrative. Anche le istituzioni hanno riconosciuto come centrale questo tema, e si sta sviluppando una grande attività del mondo normativo per adeguare le regole al nuovo vettore. Se si vogliono integrare le energie rinnovabili con l'idrogeno, in aggiunta agli obiettivi già ambiziosi per le prime, si chiederà un grande sforzo all'industria italiana. Questo sforzo, però, contribuirà alla nostra indipendenza energetica dall'estero, obiettivo da sempre al centro della nostra politica energetica. L'industria meccanica italiana opera lungo tutta la filiera della produzione e del trasporto. È importante ricordare che l'Italia possiede una delle infrastrutture del gas più estese e capillari di tutta Europa. Una risorsa nata con il contributo di centinaia di aziende italiane grandi e piccole, dalle stazioni di iniezione, ai tubi, alla piccola valvola. Tutto questo mondo è oggi in fermento per l'introduzione dell'idrogeno, e c'è grandissimo interesse delle imprese a partecipare a sperimentazioni, sia per capire cosa serve di nuovo, sia per preservare quanto già fatto prima. Oggi in Italia nascono imprese per la produzione di elettrolizzatori (il cardine di un'economia dell'idrogeno cosiddetto "verde", a zero emissioni). Mentre molte aziende operano già da decenni in questo settore (dall'acqua agli impianti e al supporto alla progettazione), oggi molti si avvicinano con progetti innovativi e nuove realtà, spesso frutto di consorzi e accordi.

Logistica riguardante l'idrogeno

Il mondo della logistica è uno dei settori più maturi, e si è passati ormai da una fase di sperimenta-

zione a quella che è ormai una soluzione provata da numerosi progetti di successo in tutta Europa. I carrelli elevatori a idrogeno presentano innumerevoli vantaggi sia rispetto alla soluzione endotermica (*in primis* l'uso in ambienti chiusi), sia a quella dell'elettrificazione (rapidità di ricarica). Al tempo stesso il loro costo non è ancora completamente competitivo, e restano, soprattutto in Italia, una serie di problemi legati alla mancanza di un quadro autorizzativo chiaro. Ad ogni modo, molte fra le aziende associate ad ANIMA Confindustria vedono grandissimo interesse dei loro clienti sul tema, e una sempre maggiore sensibilità alle questioni ecologiche, che spesso possono portare a mettere in secondo piano anche la mera convenienza economica immediata. Un quadro che sarebbe stato impensabile fino a pochi anni fa, frutto di una maturità di tutta la società sul tema, dove diventa possibile pensare di spendere di più in cambio di un servizio che lungo tutta la catena non ha impronta carbonica.

Combustione di idrogeno

Nella visione delle istituzioni europee, il gas naturale sarà da qui al 2050 sostituito dall'idrogeno e da altri gas "verdi" nella visione delle istituzioni europee, e questo richiederà di modificare molti degli impianti che ne fanno uso direttamente come combustibile. Oggi ci si concentra molto su alcuni di questi settori, difficilmente elettrificabili, come quello della siderurgia (si pensi al progetto dell'"acciaio verde" a Taranto). Tuttavia, in modo più generale, il mondo della combustione è interessato a questa transizione, sebbene per altri settori esistano anche soluzioni alternative come l'elettrificazione. La produzione di idrogeno programmata, nel breve periodo, non sarà tale da garantirne la disponibilità per tutte le applicazioni. Si dovrà fare una scelta per poter raggiungere gli obiettivi futuri. Un esempio interessante è quello della generazione di vapore, utilizzo di complessa elettrificazione, che può vedere l'uso dell'idrogeno per le caldaie e gli impianti. Così come l'utilizzo nel settore alimen-

tare, che spesso ha un forte interesse a soluzioni "verdi", e ha una filiera molto estesa e vicina al territorio. La generazione di energia elettrica è un altro ambito di interesse, visti i grandi consumi di gas naturale. In ambito energetico, oltre alle turbine, sono attive numerose sperimentazioni che riguardano sistemi cogenerativi e di riutilizzo dei rifiuti come fonte energetica. La principale controindicazione, ad oggi, se consideriamo l'intero processo in tutti i suoi passaggi, dai parchi rinnovabili alla riconversione dell'idrogeno da elettrolisi in energia elettrica, è la scarsa efficienza.

Componenti per l'idrogeno

Ogni singolo componente richiede una revisione della sua progettazione nell'ottica del passaggio all'idrogeno. Dietro ognuno di questi ci sono aziende che rappresentano un'eccellenza per quel prodotto, a volte grandi ma spesso di medie o piccole dimensioni; peculiarità e punto di forza del nostro sistema produttivo.

Tra queste realtà si fanno strada sempre più soluzioni di prodotto pronte per sempre più elevate concentrazioni di idrogeno. Importante per loro sarà il contributo della normazione, che da sempre riveste un ruolo fondamentale per la progettazione, e lavora in stretto contatto con le realtà produttive. Anche se oggi molti clienti, in particolare all'estero, già iniziano a chiedere prodotti che siano pronti per l'idrogeno alle nostre aziende, non esiste ancora un mercato che possa dare sicurezza agli investimenti dei costruttori. Questo non ha fermato, però, i molti che già stanno scommettendo sul futuro dell'idrogeno, che hanno bisogno ora di supporto per tradurre questi progetti nella realtà, partendo da dei piloti che possano essere una rappresentazione dell'Italia di domani. Ci sarà un mercato maturo dell'idrogeno in Italia nei prossimi anni, sia per gli utilizzatori che per i produttori di tecnologie? Difficile dirlo, e difficile capire quale sarà l'orizzonte temporale. Se oggi vediamo una spinta delle istituzioni e dell'opinione pubblica, in passato il mondo dell'impresa ha visto altre stagioni altrettanto promettenti non arrivare a portare i frutti sperati. Serve ricordare che questa transizione energetica sarà un processo lungo molti anni, e non una rivoluzione immediata. Comporterà la ricostruzione di una società che, ad oggi, è ancora fortemente legata ai combustibili fossili, e ricostruire tutta la filiera della tecnologia, fortunatamente già più avanti di quanto si possa pensare. Ma sarà importante che lo sforzo sia comune, e che tutte le forze del Paese convergano verso questo obiettivo comune, e questo per tutti gli anni che saranno necessari a raggiungerlo. Per le aziende significa ragionare in un'ottica di filiera, e costruire progetti complessi che abbraccino interi settori, in tutte le sfaccettature che la tecnologia assume in questi. Abbiamo già visto però che il successo dipende da una stretta collaborazione tra le istituzioni, industria, e mondo scientifico, e sono esistiti esempi virtuosi in passato. I tavoli normativi sono sempre stati il luogo in cui questi mondi si incontrano, e possono operare insieme per costruire le fondamenta della società di domani.

Andrea Gusmaroli

Referente Idrogeno Area Tecnica ANIMA

Commissione UNI/CT56 "Idrogeno": una commissione tecnica italiana dedicata

La costituzione della Commissione UNI/CT 56 "Idrogeno" (Commissione Mista UNI CEI) è relativamente recente ed è avvenuta nel 2017 pressoché in concomitanza con la formazione a livello europeo del Comitato tecnico CEN/CLC/JTC 6 "Hydrogen in Energy Systems", di cui la Commissione è *Mirror* nazionale; la Commissione è inoltre *Mirror* del Comitato tecnico Internazionale ISO/TC 197 "Hydrogen Technologies" per il quale fino al 2017 il ruolo di *Mirror* nazionale è stato svolto da CTI (Comitato Termotecnico Italiano), Ente Federato di UNI.

La Commissione UNI/CT 56, a Segreteria UNI, nasce come commissione mista UNI CEI (specchio dell'analogo Comitato tecnico Europeo misto CEN CENELEC), proprio per avere un ambito nazionale univoco in cui i temi generali e trasversali di normazione tecnica riguardanti l'idrogeno, siano essi legati alla sfera elettrotecnica piuttosto che non elettrotecnica, possano essere presentati, discussi e valutati in un ambiente che abbia maturato una consuetudine a un confronto paritario su temi e aspetti solitamente (ancora oggi) approfonditi in una pluralità di ambiti nettamente distinti tra di loro, che svolgono i lavori in maniera spesso parallela: questa modalità di impostazione dei lavori è stata perseguita a partire dalla nascita della Commissione, già prima del grande ed esponenziale interesse per l'idrogeno di quest'ultimo biennio. La Commissione UNI/CT 56 rappresenta un punto di riferimento per la discussione e il confronto a livello nazionale della normativa tecnica riguardante l'idrogeno nel suo complesso ed è preposta a elaborare la posizione di voto nazionale italiana per le normative tecniche sviluppate dai Comitati tecnici europei e internazionali di diretta competenza, cioè CEN/CLC/TC 6 e ISO/TC 197. All'interno della Commissione UNI/CT 56, non solo sono presenti i rappresentanti di Industrie, Enti di ricerca, Università, Innovhub SSI, ma anche i rappresentanti di CEI e degli Enti di Normazione Federati a UNI quali CIG, CTI, CUNA

al fine di assicurare la circolazione e lo scambio anche delle principali informazioni riguardanti l'idrogeno afferenti alle normative elaborate dai Comitati tecnici europei e internazionali di loro diretta competenza. Tutto il processo di standardizzazione riguardante l'idrogeno svolto in ambito ISO/TC 197 e CEN/CLC/JTC6 viene monitorato durante le varie fasi e inoltre i lavori di ISO/TC197, di parte dei WG afferenti a ISO/TC 197 nonché di CEN/CLC/JTC 6 e dei suoi WG, vengono seguiti da componenti della Commissione UNI/CT 56 con la partecipazione attiva ai lavori direttamente ai tavoli europei e internazionali. La Commissione UNI/CT 56 inoltre è presente come osservatore ai lavori della Commissione UNI/CT 57 "Economia circolare". Gli argomenti oggetto di attenzione da parte della Commissione rispecchiano quanto viene sviluppato da ISO/TC 197 e CEN/CLC/JTC 6 e cioè la qualità dell'idrogeno e le tecnologie legate alla sua produzione e utilizzo, nonché gli aspetti generali e i temi trasversali quali la sicurezza, l'omogenizzazione dei termini tecnici utilizzati quando ci si riferisce all'idrogeno nei vari ambiti di interesse. Per il dettaglio delle attività attualmente in corso nei Comitati tecnici ISO/TC 197 e CEN/CLC/JTC 6 si rimanda alle sezioni dedicate nel presente dossier. Non viene escluso che aspetti riguardanti l'idrogeno che vengano ritenuti rilevanti da parte di industrie, associazioni o altri organismi e che già non siano oggetto di trattazione in altre Commissioni nazionali o internazionali possano essere sviluppate nei prossimi mesi dalla Commissione UNI/CT 56. La Commissione UNI/CT 56, subito dopo la sua costituzione, ha preso in esame tutte le norme fino ad allora pubblicate dal Comitato tecnico ISO/TC 197 come norme ISO e ha ritenuto di adottare e inserire direttamente nel corpo normativo nazionale le seguenti norme:

- UNI ISO 19880-1:2020 "Idrogeno gassoso - Stazioni di rifornimento - Parte 1: Requisiti generali"
- UNI ISO 14687:2020 "Qualità del combustibile a idrogeno - Specifiche di prodotto"
- UNI ISO/TR 15916:2018 "Considerazioni di base per la sicurezza dei sistemi a idrogeno".

Le ha ritenute di particolare rilevanza per l'Italia, in quanto trattano concetti-base per l'utilizzo o la gestione dell'idrogeno, oppure sono di immediato interesse per il mercato nazionale: quindi tali norme ISO hanno assunto la denominazione di norme UNI ISO. Nel box viene riportata una breve descrizione del contenuto delle singole norme. Per quanto riguarda il Comitato tecnico CEN/CLC/JTC 6, essendo di recente costituzione, non ha ancora pubblicato norme tecniche e, in ogni caso, le norme tecniche EN da esso elaborate, una volta pubblicate, verranno recepite automaticamente a livello nazionale, senza ulteriori valutazioni da parte della Commissione UNI/CT 56, in quanto norme elaborate in ambito europeo. Da ciò risulta evidente che è molto importante il presidio attivo dei tavoli normativi europei e internazionali facenti capo alla Commissione UNI/CT 56, al fine di partecipare attivamente alla stesura delle norme prima che esse vengano pubblicate portando il punto di vista e l'esperienza italiana sui vari aspetti riguardanti l'idrogeno: questo lavoro è strategico anche per evitare che a seguito di accordi internazionali (*Vienna Agreement*) avvengano recepimenti automatici a livello europeo e, di conseguenza, a livello nazionale senza che ci sia un costante presidio nazionale. È inoltre compito della Commissione UNI/CT 56 decidere la posizione normativa nazionale da portare sui tavoli normativi europei e internazionali sulle tematiche riguardanti l'idrogeno, e definire la posizione di voto nazionale alla fine di ciascun percorso formale di ogni singola norma. Attualmente la Commissione UNI/CT 56 sta seguendo direttamente con i suoi membri i lavori del CEN/CLC/JTC 6 a partire dalla riunione iniziale del giugno 2016, oltre che i lavori di CEN/CLC/JTC6/WG 1 "Terms and Definitions" e CEN/CLC/JTC 6/WG 3 "Safety". Per quanto riguarda il presidio dell'ISO/TC 197, Comitato tecnico recentemente passato alla competenza diretta della Commissione UNI/CT 56, è in corso la copertura dei presidi ai vari gruppi attivi di pertinenza.

Paola Comotti

Presidente Commissione UNI/CT 56 "Idrogeno" Innovhub SSI

NORME ISO DIRETTAMENTE RECEPITE NEL CORPO NORMATIVO NAZIONALE COME NORME/RAPPORTO TECNICO UNI/ISO

UNI ISO/TR 15916:2018 "Considerazioni di base per la sicurezza dei sistemi a idrogeno"

Il Rapporto Tecnico UNI ISO/TR 15916:2018 "Considerazioni di base per la sicurezza dei sistemi a idrogeno" adotta il Rapporto Tecnico ISO/TR 15916:2015 "Basic considerations for the safety of hydrogen systems" fornendo linee guida per l'uso dell'idrogeno nelle sue forme gassose e liquide, il rapporto si occupa inoltre anche dello stoccaggio dell'idrogeno in una di queste forme o in altre (idruri). Il documento identifica i concetti di base di sicurezza, i pericoli e i rischi di base riguardanti la sicurezza e descrive le proprietà dell'idrogeno rilevanti per la sicurezza. I requisiti di sicurezza dettagliati associati a specifiche applicazioni dell'idrogeno vengono invece trattati in *standard* internazionali separati. Nel rapporto Tecnico UNI/TR 15916/2019 il termine "idrogeno" identifica e viene associato esclusivamente all'idrogeno normale (1H₂) e quindi non prende in considerazione gli isotopi quali il deuterio (2H₂) o il trizio (3H₂).

UNI ISO 14687:2020 "Qualità del combustibile a idrogeno - Specifiche di prodotto"

La norma UNI ISO 14687:2020 "Qualità del combustibile a idrogeno - Specifiche di prodotto" adotta la norma ISO 14687:2019 "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 ed è applicabile a particolari applicazioni di rifornimento di idrogeno per celle a combustibile PEM. Questo documento è la combinazione di tre precedenti *standard*, ISO 14687-1, ISO 14687-2 e ISO 14687-3, (ora ritirati) che riguardavano le specifiche del combustibile a idrogeno e ne rappresenta la revisione allo stato dell'arte attuale.

UNI ISO 19880-1:2020 "Idrogeno gassoso - Stazioni di rifornimento - Parte 1: Requisiti generali"

La norma UNI ISO 19880-1:2020 "Idrogeno gassoso - Stazioni di rifornimento - Parte 1: Requisiti generali" adotta la norma ISO 19880-1:2020 "Gaseous hydrogen - Fuelling stations General requirements".

La norma definisce i requisiti minimi di progettazione, installazione, messa in servizio, funzionamento, ispezione e manutenzione, per la sicurezza e, se del caso, per le prestazioni, di stazioni di rifornimento pubbliche e non pubbliche che erogano idrogeno gassoso a veicoli stradali leggeri (ad es. veicoli elettrici a celle combustibili).

Comitato tecnico CEN/CLC/JTC 6 "Hydrogen in Energy Systems": il riferimento europeo per la normativa tecnica trasversale riguardante l'idrogeno

Il Comitato tecnico europeo CEN/CLC/JTC 6 "Hydrogen in Energy Systems" con segreteria olandese NEN effettua la sua prima riunione nel giugno del 2016 ed è il primo Comitato tecnico europeo a occuparsi esclusivamente di idrogeno; infatti, fino a quel momento, a livello di normativa tecnica non esisteva un Comitato tecnico univoco di riferimento che potesse avere una visione d'insieme degli aspetti correlabili al "tema idrogeno" in Europa, anche se molti Comitati tecnici CEN e CENELEC già da tempo avevano, all'interno del loro scopo, alcuni aspetti riguardanti l'idrogeno. Questa situazione rappresentava un limite, in quanto mancava un punto di riferimento europeo per la normativa tecnica dell'idrogeno nel suo complesso con il rischio di avere duplicazioni, contrapposizioni e/o sovrapposizioni di lavori. È dunque in questo contesto generale che è stato costituito il Comitato tecnico europeo CEN/CLC/JTC 6 "Hydrogen in Energy Systems" con l'incarico di promuovere e/o recepire la normativa tecnica di tutti gli argomenti trasversali e comuni ai vari ambiti riguardanti l'idrogeno, siano essi elettrotecnici che non-elettrotecnici (es. termini e definizioni, sicurezza, accettabilità sociale, garanzia di origine, interfacce...), oltre che le tematiche coinvolgenti l'idrogeno non già coperte da altri Comitati tecnici a livello europeo. Il CEN/CLC/JTC 6 già dalla sua costituzione ha impostato i suoi lavori nell'ottica di evitare la duplicazione dei lavori, portando avanti piuttosto una fitta rete di *liaison* con vari organismi normativi per lavorare in sinergia, sia stabilendo modalità di lavoro in stretta collaborazione, sia sfruttando gli accordi internazionali già in essere (Vienna Agree-

ment), che permettono di lavorare in ambito internazionale e adottare direttamente in ambito europeo le normative sviluppate, portando avanti il lavoro in forma collaborativa ed effettuando i dovuti passaggi formali di valutazione finale del lavoro stesso.

In questi anni il Comitato tecnico CEN/CLC/JTC 6 ha effettuato un notevole lavoro organizzativo per stabilire i giusti contatti con le innumerevoli entità di interesse per sviluppare la normativa tecnica europea riguardante l'idrogeno: a questo scopo sono state attivate o sono in corso di attivazione *liaisons* con i Comitati tecnici che fanno capo a ISO, CEN, IEC, CENELEC, nonché con le principali Associazioni Europee e Internazionali che si occupano di idrogeno nei vari ambiti settoriali. È chiaro che, sebbene l'interlocutore primario del Comitato tecnico CEN/CLC/JTC 6 per la normativa riguardante l'idrogeno sia l'ISO/TC197 (vedere sezione dedicata nel presente dossier), tuttavia vi sono innumerevoli altri Comitati tecnici europei e internazionali che, in parte, trattano anche il tema idrogeno.

Basta visionare (Fig. 1) lo schema redatto nel 2016 dallo CEN/CLC/SFEM alla vigilia della costituzione di CEN/CLC/JTC 6 per rendersi conto della molteplicità dei Comitati tecnici e dei Gruppi di lavoro già esistenti, che in qualche loro normativa hanno trattato o trattano l'idrogeno, anche se in maniera non esclusiva, già da prima della costituzione del Comitato tecnico CEN/CLC/JTC 6.

Fino a oggi (2021) il CEN/CLC/JTC 6 ha attivato 3 Gruppi di lavoro:

- CEN/CLC/JTC 6/WG 1 "Terms and Definitions";
- CEN/CLC/JTC 6/WG 2 "Guarantees of Origin" che lavora in "Mode 4" con CEN/CLC/JTC 14/WG 5 "Guarantees of Origin related to energy";
- CEN/CLC/JTC 6/WG 3 "Safety".

Quasi contemporaneamente alla costituzione del Comitato tecnico CEN/CLC/JTC 6, è

partita l'attività del Gruppo di lavoro CEN/CLC/JTC 6/WG 1 "Terms and definitions", che si occupa di armonizzare i termini e le definizioni correlate in quanto stanno alla base della comunicazione riguardante l'idrogeno, e dovranno essere usate in modo univoco sia nel campo elettrotecnico che non elettrotecnico, per non dare luogo a fraintendimenti. Il Gruppo di lavoro è coordinato da una rappresentante del JRC (Joint Research Centre) della Direzione Generale della Commissione europea. Il CEN/CLC/JTC 6/WG 1 ha iniziato i lavori stilando un indice secondo il quale raggruppare i vari termini e definizioni già presenti nelle normative tecniche internazionali ed elencare i termini per i quali non è già presente una definizione nelle norme tecniche esistenti. In caso di definizioni multiple già esistenti, andrà individuata una definizione prevalente, oppure formulata una nuova definizione di compromesso, mentre quando non esistono definizioni già presenti nelle normative è stata definita una scala di priorità della documentazione a cui fare riferimento per definire il termine.

Uno degli scopi principali è uniformare il linguaggio tra l'ambito elettrotecnico e quello non elettrotecnico in quanto, a volte, in ambiti differenti a uno stesso termine vengono attribuiti significati leggermente differenti, oppure perimetri di applicazione non sempre coincidenti.

Il Gruppo di lavoro è composto da esperti che provengono da esperienze differenti, sia di tipo elettrotecnico che non elettrotecnico, il lavoro è svolto in modo sinergico, paritario e in equilibrio tra i vari ambiti. Anche da parte nostra, come Italia partecipiamo ai lavori in modo paritario con un rappresentante di estrazione CEI e una rappresentante di estrazione UNI facenti parte della Commissione UNI/CT56.

Il Gruppo di lavoro CEN/CLC/JTC 6/WG 2 "Guarantees of Origin" aveva iniziato i lavori per stendere la normativa riguardante la Garanzia di Origine dell'idrogeno, successivamente è stato deciso a livello Governance europea di redigere un unico documento comune riguardante la Garanzia di Origine per idrogeno, biometano ed elettricità e la competenza è quindi passata a CEN/CLC/JTC 14/WG 5 "Guarantees of Origin related to energy" (vedere articolo dedicato in questo Dossier) ragione per cui, da quel momento, CEN/CLC/JTC 6/WG 2 ha collaborato ai lavori apportando contributi di natura tecnica per il settore di competenza. Il Gruppo di lavoro CEN/CLC/JTC 6/WG 3 "Safety" ha iniziato i lavori in tempi successivi e da poco ha redatto il NWIP riguardante la stesura di una norma che ha come *focus* la sicurezza negli spazi confinati "costruiti", cioè negli spazi confinati costruiti dall'uomo (tunnel, garage, sottopassi...). Il dibattito è alle battute iniziali, ma è chiaro che dovrà toccare molti aspetti legati alla sicurezza e, quasi certamente, la parte iniziale del lavoro riguarderà l'individuazione della scala di priorità degli argomenti da affrontare e discutere: anche in questo gruppo è presente una rappresentanza italiana facente capo alla Commissione UNI/CT56.

Paola Comotti
Presidente Commissione UNI/CT56 "Idrogeno"
Innovhub SSI

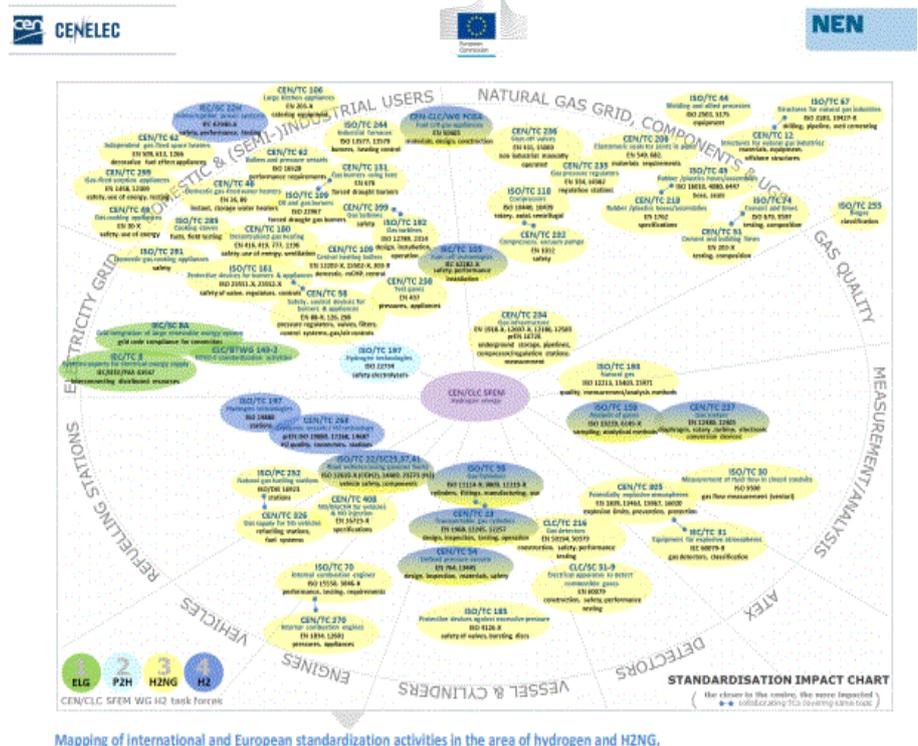


Figura 1

Comitato tecnico ISO/TC 197 "Hydrogen technologies": il primo Comitato tecnico normativo internazionale a occuparsi esclusivamente di idrogeno

ISO/TC 197 "Hydrogen technologies" è il Comitato tecnico di ISO, con Segreteria Canadese SCC, costituito nel 1990 per occuparsi della standardizzazione nel campo dei sistemi e dei dispositivi per la produzione, lo stoccaggio, il trasporto, la misura e l'uso dell'idrogeno. Il Comitato tecnico ISO/TC 197 era stato inizialmente creato per promuovere l'uso sicuro dell'idrogeno come vettore energetico e accompagnare lo sviluppo delle nuove tecnologie, va ricordato che 30 anni fa l'utilizzo dell'idrogeno nel campo energetico aveva un unico caso di uso significativo ed era quello in campo aerospaziale. Attualmente gli *standard* e/o i progetti sotto la diretta responsabilità dell'ISO/TC 197 sono numerosi e decisamente importanti, e la sua struttura articolata in una serie di *Working Group*:

- ISO/TC 197/AHG 1 *Permanent editing committee*
- ISO/TC 197/TAB 1 *Technical Advisory Board*
- ISO/TC 197/WG 5 *Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices*
- ISO/TC 197/WG 15 *Cylinders and tubes for stationary storage*
- ISO/TC 197/WG 18 *Gaseous hydrogen land vehicle fuel tanks and TPRDs*
- ISO/TC 197/WG 19 *Gaseous hydrogen fueling station dispensers*
- ISO/TC 197/WG 21 *Gaseous hydrogen fueling station compressors*
- ISO/TC 197/WG 22 *Gaseous hydrogen fueling station hoses*
- ISO/TC 197/WG 23 *Gaseous hydrogen fueling station fittings*

- ISO/TC 197/WG 24 *Gaseous hydrogen - Fuelling protocols for hydrogen-fuelled vehicles*
- ISO/TC 197/WG 27 *Hydrogen fuel quality*
- ISO/TC 197/WG 28 *Hydrogen quality control*
- ISO/TC 197/WG 29 *Basic considerations for the safety of hydrogen systems*
- ISO/TC 197/WG 31 *O-rings*
- ISO/TC 197/WG 32 *Hydrogen generators using water electrolysis*
- ISO/TC 197/WG 33 *Sampling for fuel quality analysis*.

Oltre ai Gruppi di lavoro sopraelencati, sono stati inoltre recentemente costituiti a dicembre 2020 due JWG (Gruppi di lavoro trasversali a due differenti Comitati tecnici) tra ISO/TC 197 e ISO/TC 22/SC 41, quest'ultimo è il Comitato tecnico che si occupa degli aspetti dei carburanti di specifico interesse per il settore dei veicoli stradali. I JWG di recente creazione sono:

- ISO/TC 197/JWG 30 *Joint ISO/TC 197 - ISO/TC 22/SC 41 WG: "Gaseous hydrogen land vehicle fuel system components"* con Segreteria di ISO/TC197;
- ISO/TC 22/SC 41/JWG5 *ISO/TC 22/SC 41 WG - Joint ISO/TC 197 WG: "Fuel system components and refuelling connector for vehicles propelled by blends of natural gas and hydrogen"* con segreteria di ISO/TC 22/SC 41.

Fin dalla sua costituzione, ISO/TC 197 si occupa dei temi-base riguardanti l'idrogeno, quali la qualità dell'idrogeno da utilizzare nelle *fuel cell*, piuttosto che i concetti basilari di sicurezza, compresa quella riguardante i contenitori di stoccaggio per l'idrogeno.

In un secondo tempo, e per un lungo periodo, il Comitato ha incentrato i suoi lavori sul tema delle stazioni per il rifornimento di idrogeno per i veico-

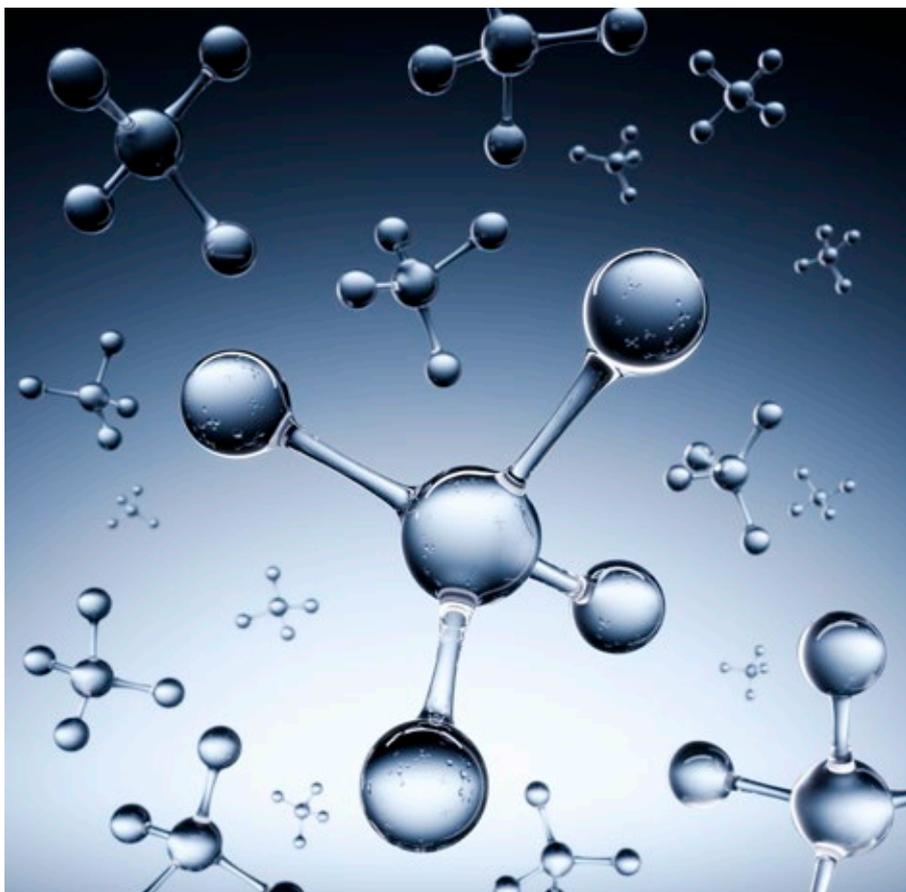
li di terra, normando tutti i segmenti di interesse (progettazione, installazione, manutenzione).

Tuttavia, il crescente interesse per l'idrogeno come vettore energetico e la conseguente necessità di poter disporre in tempi brevi di norme tecniche riguardanti l'idrogeno che abbraccino anche aspetti o settori che vanno al di là delle tecnologie correlate all'uso dell'idrogeno, hanno portato il Comitato tecnico ISO/TC 197 a decidere, durante l'ultima *Plenary* dello scorso dicembre 2020, di proporre in seno a ISO/TC 197, a partire dal 1 gennaio 2022, l'istituzione di un sottocomitato SC 1.

La nuova ipotesi organizzativa prevede che il Comitato tecnico ISO/TC 197 continuerà a occuparsi dei requisiti fondamentali per l'idrogeno, delle tecnologie, dello stoccaggio, della movimentazione, dei veicoli stradali e della loro infrastruttura per il rifornimento di idrogeno "puro" oltreché dei temi tradizionalmente associati alle tecnologie per l'idrogeno, quali ad esempio gli elettrolizzatori. Il sottocomitato ISO/TC 197/SC 1 dovrà invece focalizzare la sua attenzione sulle applicazioni e i requisiti delle tecnologie riguardanti l'idrogeno, in quei casi in cui l'idrogeno gioca un ruolo centrale/significativo, oppure dove l'idrogeno si mescola con altri combustibili per i quali sono necessarie competenze e approcci più allargati e diversificati, in quanto coinvolgono anche altre numerose e differenti normative tecniche internazionali. Il sottocomitato ISO/TC 197/SC 1 dovrà occuparsi del trasporto pesante su strada che utilizza idrogeno, oltre che del trasporto navale, ferroviario, aereo nonché dell'utilizzo dell'idrogeno in nuovi mezzi quali ad esempio i droni. ISO/TC 197/SC 1 dovrà dedicarsi anche della standardizzazione riguardante la produzione e l'utilizzo di idrogeno, quindi di *power to hydrogen*, ma anche di *power to methane* e *power to chemicals*, processi che in maniera generica possono essere indicati come *power to gas*, in cui il primo *step* è rappresentato dalla produzione di idrogeno. Nel corso del 2020 sono stati costituiti nuovi WG e JWG all'interno di ISO/TC 197, a testimonianza del fatto che c'è una crescente e impellente necessità di avere procedure di valutazione/misura condivise: a titolo di esempio, ricordo la costituzione di ISO/TC197/WG 31 "O Ring" a guida giapponese, che approfondisce il tema della tenuta degli elastomeri in relazione all'idrogeno, piuttosto che l'ISO/TC197/WG33 "Sampling for fuel quality analysis" che vuole gettare le basi per una procedura standardizzata per il campionamento dell'idrogeno, per poi effettuare le determinazioni di tipo analitico e chimico-fisico. È stato inoltre costituito l'ISO/TC 197/WG 32 "Hydrogen generators using water electrolysis", che dovrà occuparsi di aggiornare la normativa allo stato dell'arte attuale per il settore degli elettrolizzatori che rappresentano ormai un argomento "classico" per la produzione di idrogeno. L'Italia, con membri della Commissione UNI/CT 56, partecipa direttamente ai lavori di ISO/TC 197 e segue direttamente i Gruppi di lavoro ISO/TC 197/WG 15 "Cylinders and tubes for stationary storage" e ISO/TC197/WG 29 "Basic considerations for the safety of hydrogen systems" (per i WG vedere articolo dedicato).

Paola Comotti

Presidente Commissione UNI CT 56 "Idrogeno" Innovhub SSI



Gaseous hydrogen - Cylinders and tubes for stationary storage

La Commissione tecnica ISO/TC 197 ha in carico la standardizzazione nel campo dei sistemi di produzione, stoccaggio, trasporto e uso di idrogeno. In particolare, il Gruppo di lavoro ISO/TC 197 /WG 15 si occupa dello sviluppo di una norma *ad hoc* (ISO 19884) per la progettazione e fabbricazione di recipienti destinati allo stoccaggio di idrogeno in forma gassosa. La Commissione UNI/CT056 segue attivamente i lavori attraverso esperti provenienti da industrie nazionali di provata esperienza nel campo della costruzione di recipienti in pressione. Il Gruppo di lavoro comprende esperti nominati dai principali Paesi europei, oltre da Nord America e da Paesi asiatici, quali Cina e Giappone. Dopo un periodo di stasi le attività del Gruppo di lavoro sono ripartite nel Dicembre 2020 con il primo *meeting* tenutosi in modalità virtuale, dopo che il documento di lavoro precedente non aveva superato il voto finale di approvazione nel corso dell'anno 2019. La discussione si è incentrata sulla definizione dello scopo della norma, per meglio definire l'ambito di lavoro e, in particolare, estendere lo scopo anche alle tecnologie del saldato e del composito Tipo 5. I lavori avranno una durata di circa 48 mesi e la pubblicazione della norma è prevista nel 2023.

Paolo Bortot
Membro ISO/TC197/15
Tenaris

Alberto Agnoletti
Membro ISO/TC197/15
Faber

Basic considerations for the safety of hydrogen systems

Il Gruppo di lavoro ISO/TC197/WG29 ha in carico la revisione del *Report* Tecnico ISO/TR 15916:2015, dove sono contenute linee guida e indicazioni per l'uso in sicurezza di idrogeno in forma liquida o gassosa. In particolare, il documento descrive rischi e pericoli dell'utilizzo in presenza di idrogeno e fornisce approcci per la riduzione dei rischi e pericoli associati. Il Gruppo di lavoro comprende esperti nominati dai principali Paesi europei, oltre che da Nord America e da paesi asiatici, quali Cina, Corea e Giappone.

Le attività del Gruppo di lavoro sono partite nel dicembre 2020 con il primo *meeting* tenutosi in modalità virtuale, presentando le finalità della revisione del documento che si concentrerà su due temi specifici:

- la revisione, alla luce dei recenti studi e pubblicazioni in materia, delle informazioni attualmente presenti in appendice C, che definiscono le compatibilità e le linee guida per la scelta dei materiali a contatto con idrogeno;
- l'introduzione nel documento di un capitolo dedicato all'idrogeno liquido, per il quale si prevede di creare una *task force* ristretta di esperti dedicati.

I lavori avranno una durata di circa 24 mesi e la pubblicazione del nuovo documento è prevista entro la fine del 2022.

Paolo Bortot
Membro ISO/TC 197/29
Tenaris

L'idrogeno in rete: la normativa tecnica di supporto

L'idrogeno è un vettore energetico sul quale sono riposte ampie aspettative dalla comunità internazionale: ci si aspetta, infatti, che avrà un ruolo chiave per il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi di decarbonizzazione dell'economia europea. Di seguito tratteremo il tema dell'idrogeno in forma gassosa, veicolato attraverso la rete esistente del gas naturale nell'ottica del *sector coupling* con il vettore elettrico. L'Italia occupa infatti una posizione di primo piano in Europa con una rete nazionale di circa 300.000 km (comprendendo il trasporto e la distribuzione), che risulta essere uno strumento essenziale per una diffusione rapida ed efficiente dell'idrogeno attraverso la sua miscelazione con il gas naturale. La normazione tecnica è un fattore abilitante per questo passaggio epocale, definendo regole certe e omogenee per gli operatori sul mercato e a supporto delle decisioni del legislatore¹. Il Comitato Italiano Gas, attraverso le sue Commissioni e Gruppi di lavoro si occupa specificatamente di queste tematiche, contribuendo all'elaborazione delle norme europee e definendo, ove necessario, norme nazionali. Tra i Comitati più rilevanti per l'industria europea del gas è certamente da annoverare il CEN/TC 234 "Infrastrutture del Gas". Questo Comitato, attivo sin dal 1990, ha prodotto numerose norme ancora oggi citate nei principali riferimenti legislativi italiani² e ha recentemente aggiornato il suo scopo:

1. normazione dei requisiti funzionali nel settore delle infrastrutture del gas* dall'ingresso del gas nella rete di trasporto nazionale fino all'apparecchio di utilizzo (questo escluso);



PROSPETTO 1 - ORGANIZZAZIONE DEI GRUPPI DI LAVORO DEL CEN/TC 234

Working group	Descrizione
CEN/TC 234/WG 1	Gas installations
CEN/TC 234/WG 2	Gas supply systems up to and including 16 bar and pressure testing
CEN/TC 234/WG 3	Gas Transportation
CEN/TC 234/WG 4	Gas underground storage
CEN/TC 234/WG 5	Gas measuring
CEN/TC 234/WG 6	Gas pressure regulation
CEN/TC 234/WG 7	Gas compression
CEN/TC 234/WG 8	Industrial piping
CEN/TC 234/WG 10	Service Lines
CEN/TC 234/WG 11	Gas Quality
CEN/TC 234/WG 12	Safety and Integrity management
CEN/TC 234/WG 13	PNR H2NG/H2 in NG systems
CEN/TC 234/WG 14	Methane emissions

- II. determinazione e coordinamento degli aspetti legati alle infrastrutture del gas nell'ambito dei lavori normativi svolti presso altri Comitati tecnici e altri organismi, siano essi in relazione o meno con il *Sector Forum* infrastrutture Gas;
- III. agire come focus per la normazione nel settore delle infrastrutture del gas.
*inclusi trasmissione, distribuzione, stoccaggio, compressione, regolazione e misura, installazione impianti interni, immissione di gas non convenzionali, qualità del gas e altro.

Vista l'ampiezza e l'articolazione dei temi da trattare, il Comitato si è organizzato in Gruppi di lavoro (vedere prospetto 1).

Sulla base di quest'organizzazione, il Comitato tecnico sta operando su diversi livelli:

- a) stesura di un documento di carattere generale sull'impatto dell'idrogeno in rete;
- b) prima revisione delle norme specifiche per ogni settore per tener conto delle diverse miscele di idrogeno/gas naturale, in base alle conoscenze disponibili;
- c) stesura di nuove norme per tener conto dei nuovi (*green*) gas da immettere nella rete del gas naturale;
- d) partecipazione a progetti di ricerca prenormativi.
- a) È in fase avanzata di stesura il progetto di CEN/TR *Gas infrastructure - Consequences of hydrogen in the gas infrastructure and identification of related standardisation need in the scope of CEN/TC 234*.
Il documento è elaborato in previsione di una successiva produzione normativa e fornisce una linea guida sull'impatto dell'immissione di idrogeno in percentuali variabili nella rete del gas naturale.
- b) Ogni Gruppo di lavoro sta procedendo alla revisione delle norme di competenza, tra le quali si citano a titolo di esempio la serie EN 12007 (sistemi di tubazioni per P<16bar), la EN 1594 (sistemi di tubazioni per P>16bar), la serie EN 15001 (tubazioni industriali), la EN 16723 (qualità del gas), la EN 15399 (Sistema di gestione della sicurezza delle reti), la EN 12732 (Saldatura delle tubazioni di acciaio), la EN 12583 (stazioni di compressione), EN 12186&EN 12279 (regolazione della pressione).
NOTA - pur non direttamente correlato al tema idrogeno, si sta inoltre elaborando

un documento che tratta il tema del monitoraggio, valutazione e *reporting* delle emissioni di metano.

- c) Il WG 6 sta lavorando alla stesura di 3 nuove norme in materia di impianti di immissione di gas rinnovabili nella rete del gas naturale:
- Parte 1: Requisiti generali;
 - Parte 2: Requisiti specifici per il biometano;
 - Parte 3: Requisiti specifici per l'idrogeno.
- Il WG 11 ha proposto l'attivazione di un nuovo progetto di norma relativo alla qualità dell'idrogeno da miscelare nelle reti del gas naturale, al fine di definire requisiti di qualità specifici (meno stringenti) rispetto all'idrogeno da utilizzare nelle applicazioni a celle di combustibile.
- d) Il CEN/TC 234 sta operando inoltre nel ruolo di "*supervisory Board*" nell'ambito di un progetto europeo di "*pre-normative research* (PNR)" che tratterà le seguenti aree tematiche (durata progetto 1/10/2020 - 30/11/2021):
1. Sicurezza
 2. Qualità del Gas
 3. Stoccaggi sotterranei
 4. Generazione e motori
 5. Industria
 6. Tubazioni in acciaio
 7. Dispositivi/attrezzature sulla rete
 8. Utilizzi finali (domestici e terziari)

Da questa breve panoramica si può osservare come l'industria del gas europea e italiana stia operando uno sforzo massivo per definire in tempi certi dei documenti normativi che consentano, già nel breve termine, la miscelazione dell'idrogeno in rete, sfruttando al meglio il patrimonio europeo delle reti gas, con positive ricadute in termini economici e ambientali.

Cristiano Fiameni
Direttore Tecnico CIG Comitato Italiano Gas Ente Federato all'UNI

Note

- ¹ Non sono trattate in questa sede le implicazioni negli ambiti Regolatorio e Legislativo
² Cfr Decreto Ministeriale 16 aprile 2008 e Decreto Ministeriale 17 aprile 2008

La garanzia d'origine dell'idrogeno secondo la UNI CEI EN 16325

Tre le molteplici attività normative che supportano la crescita equilibrata e sostenibile del mercato dell'idrogeno, è utile segnalare quella relativa alla definizione delle regole per la garanzia di origine. È un ambito certamente di nicchia che non riguarda, se non indirettamente, le tecnologie e i sistemi di produzione, distribuzione e utilizzo dell'idrogeno, ma è ugualmente importante visto il contesto da cui è nato e le conseguenze che una gestione non attenta potrebbero determinare.

Il tema della garanzia di origine dell'energia nasce un po' di anni fa quando, con la crescente necessità di definire degli obiettivi di impiego di fonti rinnovabili (molti si ricorderanno i noti *target* 20-20-20), emerse la necessità di dimostrare e garantire al cliente finale che una determinata quantità di energia elettrica da lui impiegata fosse stata prodotta da fonti energetiche rinnovabili. Il contesto più recente che vale la pena ricordare è quello definito da alcune direttive e dai relativi decreti nazionali di recepimento. La prima è la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (conosciuta come RED I) recepita in Italia dal Decreto Legislativo n. 28/2011 che, a sua volta, interviene sul preesistente D.Lgs. 387/2003 specifico sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili. È utile ricordare anche il DM 31 luglio 2009, che definisce proprio criteri e modalità per la fornitura ai clienti finali delle informazioni sulla composizione del mix energetico utilizzato per la produzione dell'energia elettrica fornita, nonché sull'impatto ambientale della produzione. Altro riferimento significativo è la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, recepita in Italia con il D.Lgs. n. 102/2014, che disciplina ulteriormente l'argomento e ha costituito il motore primo per la redazione della norma europea UNI CEI EN 16325 sulla garanzia di origine dell'elettricità.

Si arriva quindi alla Direttiva (UE) 2018/2001, non ancora recepita nell'ordinamento italiano, che disciplinando lo stesso argomento - e citata come RED II, crea il definitivo aggancio tra legislazione e normazione tecnica. Quest'ultima, infatti, all'art. 19 "Garanzie di origine dell'energia da fonti rinnovabili" sembra quasi voler azzerare gli esistenti e diversi schemi nazionali sviluppati dai singoli Paesi membri sulla base delle precedenti direttive, dichiarando che "*Gli Stati membri o gli organi competenti designati predispongono gli opportuni meccanismi per assicurare che le garanzie di origine siano rilasciate, trasferite e annullate elettronicamente e siano precise, affidabili e a prova di frode. Gli Stati membri e le autorità competenti designate assicurano che gli obblighi che impongono siano conformi alla norma CEN - EN 16325*".

La RED II però aggiunge un altro dettaglio: oltre a richiamare il concetto espresso con le precedenti direttive che gli schemi di gestione della Garanzia di Origine si applicano all'energia elettrica e al riscaldamento e raffrescamento, ne estende il campo di azione ai gas compreso l'idrogeno, chiamando di fatto in causa anche altri noti gas rinnovabili come il biogas e biometano.

Pertanto, la citata EN, pubblicata come norma nazionale UNI CEI EN 16325 nel 2016, grazie alla



RED II è diventata oggetto di attenzioni “significative” da parte del mercato essendo oramai assurta a documento cogente per gli Stati membri nell’implementazione degli schemi di gestione della GdO. L’inclusione dell’Idrogeno, così come degli altri gas rinnovabili, ha poi focalizzato ulteriormente l’attenzione di un mercato fortemente in crescita e oggetto di futuri e ingenti investimenti. Non tutti sanno però che la EN 16325 è stata elaborata dal Comitato tecnico CEN/CENELEC JTC 14 “Energy management and energy efficiency in the framework of energy transition” la cui Presidenza e Segreteria è gestita dal Comitato Termotecnico Italiano nell’ambito degli accordi di federazione con UNI. Questo pone il nostro Paese in prima linea nei lavori di revisione della norma; revisione resa necessaria proprio dal fatto che la RED II ne ha esteso il campo di applicazione, come citato sopra. I lavori sono in corso, ma dopo una prima fase di allineamento tra gli *stakeholder* europei per capire come gestire i differenti temi (energia elettrica, idrogeno e gas rinnovabili, riscaldamento e raffrescamento), la complessità della materia è emersa in modo significativo determinando, di fatto, uno *stop* delle attività che solo verso metà dell’anno in corso potranno probabilmente riprendere. Ma cosa è la Garanzia di Origine (GO)? Semplificando molto il discorso, è possibile dire che la Garanzia di Origine non è altro che un’attestazione (elettronica) che certifica l’origine rinnovabile di una data quantità di energia elettrica (come avviene oggi), di idrogeno, di biometano, di calore, ecc. (come avverrà domani con il perfezionamento della EN 16325). Per gestire questo meccanismo, che vede nel GSE (Gestore Sistema Elettrico) il principale attore, sono importanti alcuni elementi/momenti del processo: tra questi l’emissione della GdO e il suo annullamento. L’emissione è atto a carico di chi immette sul mercato il vettore energetico: a fronte di una certa quantità di energia elettrica da fonte rinnovabile immessa in rete vengono emesse le relative GdO

(il rapporto per l’EE oggi è una GdO per ogni MWh prodotto). L’annullamento è invece quell’azione che il venditore di EE è tenuto a fare a fronte di un corrispondente valore di energia venduta all’utente finale come rinnovabile. In sintesi, ogni GO emessa deve essere annullata al momento dell’uso dell’energia a essa riferita per garantire che non ci siano duplicazioni. L’utente finale a quel punto potrà dichiarare di aver utilizzato energia rinnovabile anche se è distante mille miglia dal sito di generazione.

Sembra semplice ma molti sono gli elementi che corredano la creazione, il trasferimento e gli scambi dei certificati di garanzia. Per l’idrogeno l’argomento è ancora più complesso soprattutto perché entrano in gioco i noti colori (verde, blu, ecc.), il livello di purezza, e soprattutto il fatto che il vettore idrogeno può essere distribuito tramite rete dedicata (carri bombolai o rete a idrogeno - quindi il paragone con l’EE è banale), oppure può essere immesso nella rete del Gas Naturale miscelandolo a quest’ultimo. È questo il punto su cui si sono fermati i lavori del JTC 14 per la revisione della EN 16325, in quanto posizioni opposte spingevano una per la possibilità di gestire le GdO anche per l’idrogeno miscelato nella rete gas, l’altra per non consentire tale opzione. Si è quindi deciso di approfondire il tema e rivolgere un quesito specifico alla Commissione europea, soprattutto per capire se tale problema debba essere risolto dagli enti di normazione o dal decisore politico, considerate le possibili significative ricadute sul mercato di una scelta piuttosto che l’altra. I lavori sono seguiti attentamente dal CTI e dai suoi esperti, nonché in modo più indiretto da UNI e CIG entrambi titolari di una parte dell’attività normativa sull’idrogeno.

Antonio Panvini

Direttore CTI e Segretario CEN/CLC JTC 14 “Energy management and energy efficiency in the framework of energy transition”

Attività del TC 105 *Fuel Cell Technologies* e del Comitato *mirror* CT 105 del CEI

Le celle a combustibile permettono di realizzare sistemi di cogenerazione di energia elettrica e calore, efficienti anche su piccole taglie, e sistemi di propulsione per autoveicoli elettrici competitivi con quelli a batteria, grazie all’autonomia e rapidità di rifornimento che li caratterizzano. In passato sono stati questi i due principali filoni di sviluppo delle diverse tecnologie delle celle a combustibile. Il crescente interesse nei confronti del vettore energetico idrogeno per il suo potenziale nella decarbonizzazione di diversi settori, dall’industria ai trasporti, sta tuttavia offrendo alle celle a combustibile nuove prospettive.

L’utilizzo dell’idrogeno come vettore di accumulo dell’eccesso di energia elettrica da fonti rinnovabili non programmabili ha dato impulso allo sviluppo di sistemi a celle a combustibile reversibili, utilizzabili per servizi o per accumulo di energia sotto forma, ad esempio, di metano. Si veda a questo proposito l’articolo dedicato alle attività normative del WG13 dell’IEC TC 105. Nuovi mercati per le celle a combustibile si stanno aprendo anche nei settori dei veicoli pesanti e delle applicazioni (carrelli elevatori, macchinari da cantiere, treni, droni, navi e imbarcazioni, ecc.). Per alcune di queste applicazioni, in effetti, l’idrogeno e le celle a combustibile sembrano essere l’unica soluzione praticabile, a zero emissioni, nel lungo termine. Queste recenti tendenze trovano riscontro, come vedremo qui di seguito, anche nelle attività normative. Il Comitato tecnico TC 105 “Fuel Cell Technologies” è stato fondato dall’IEC nell’ottobre 1999 ed è seguito a livello nazionale dal Comitato (corrispondente) CT 105 “Celle a Combustibile” del CEI, mentre non esiste un corrispettivo CENELEC CLC/TC 105, ma soltanto una Segreteria Relatrice CLC/SR 105 che, come tale, si è perlopiù limitata finora a recepire i documenti IEC così come elaborati dal TC 105 IEC. Il TC 105 IEC ha essenzialmente il compito di sviluppare norme internazionali che definiscano i requisiti di sicurezza e i metodi di prova delle prestazioni di dispositivi e sistemi a celle a combustibile. La definizione di metodi di prova armonizzati per i sistemi a celle a combustibile, in particolare, è fondamentale per garantire che i diversi prodotti immessi sul mercato abbiano prestazioni nominali confrontabili tra loro e con altre tecnologie di generazione di potenza. I documenti normativi pubblicati dal TC 105 IEC e attualmente in vigore sono disponibili sul sito MYNORMA del CEI (<https://my.ceinorme.it/home.html>).

Lo *Strategic Business Plan* del Comitato tecnico TC 105 IEC è costantemente aggiornato per soddisfare la domanda del mercato e dell’industria. Le norme preparate dal TC 105 IEC si prefiggono di rispondere alle esigenze dei fornitori di componentistica, dei costruttori e degli installatori di sistemi a celle a combustibile, degli enti di prova e certificazione, degli enti normatori e delle autorità di controllo e vigilanza. Le norme preparate dal TC 105 riguardano tutte le tecnologie di cella a combustibile e varie applicazioni delle stesse, come i sistemi di genera-

zione di potenza per impieghi cogenerativi stazionari, per il trasporto, per unità portatili, per micro-generatori destinati all'elettronica di consumo e per sistemi in grado di operare in maniera reversibile come elettrolizzatori e generatori. Nel caso dei trasporti va tuttavia precisato che lo sviluppo di norme sulle celle a combustibile per i veicoli destinati alla circolazione su strada è coordinato dall'ISO TC22 e dai suoi sottocomitati, utilizzando le modalità di cooperazioni con l'IEC TC 105 previste dalle Direttive ISO/IEC. Restano per contro sotto il coordinamento del TC 105 i progetti normativi riguardanti veicoli che non circolano su strada, come ad esempio i veicoli industriali per la movimentazione merci (carrelli elevatori) e la cantieristica (scavatori).

Il TC 105 IEC è diretto dal Presidente Laurent Antoni, del CEA di Grenoble, con il supporto di un segretario, David Urmann, e di un assistente segretario, Gerhardt Imgrund, entrambi del VDE di Francoforte. La struttura è flessibile e permette di far fronte alle esigenze di un mercato in rapida evoluzione. Il TC 105 IEC è al momento strutturato in diciotto Gruppi di lavoro (WG) interni e in due gruppi congiunti (JWG) con altri Comitati tecnici.

Alcuni di questi, dedicati allo sviluppo di documenti normativi sulla terminologia, sulla componentistica e sulle applicazioni stazionarie, portatili e per l'elettronica di consumo, sono consolidati da diversi anni e seguono principalmente la manutenzione periodica di norme già pubblicate. I progetti sviluppati all'interno dei gruppi di più recente costituzione, per contro, riflettono il forte interesse che le tecnologie delle celle a combustibile stanno susci-

tando in altri settori di mercato. Tra questi il WG 13 si occupa di sistemi di accumulo basati su moduli a celle a combustibile reversibili, per applicazioni, mentre il WG18 tratta analoghi sistemi per le applicazioni. Il WG 16 sviluppa norme su sistemi ibridi a batteria e celle a combustibile destinati a macchinari da cantiere, come gli scavatori. Il WG 17 prepara norme sui sistemi a celle a combustibile destinati ai droni, mentre il WG 19 segue le applicazioni ferroviarie. Gruppi "ad hoc" (ahG) possono inoltre essere specificamente creati e mantenuti per un tempo limitato, allo scopo di formulare nuovi progetti normativi o sviluppare strategie. Tra quelli ora attivi si segnala l'ahG 11, a guida italiana, che sta lavorando a un nuovo progetto normativo sui metodi e protocolli per prove di invecchiamento accelerato, un tema di particolare interesse per tutte le aziende della filiera delle celle a combustibile.

I lavori normativi di diversi altri gruppi IEC e ISO sono regolarmente seguiti da esperti designati tramite le cosiddette. Tra le attive con ISO si citano in particolare quelle con i Comitati tecnici ISO TC 22 e TC 197. I Gruppi di lavoro del TC 105 IEC fanno in particolare riferimento al TC 197 ISO per tutto ciò che riguarda le specifiche di qualità dell'idrogeno. Forme di collaborazione più strette prevedono invece la formazione di Gruppi di lavoro congiunti (JWG), in cui possono confluire esperti di due o più Comitati tecnici. Due JWG sono attivi al momento, rispettivamente con il TC 5 IEC sui sistemi cogenerativi e con il TC 21 IEC sulle batterie a flusso di elettrolita, ma due altri sono in fase di costituzione, sulla spinta del forte interesse per le

applicazioni dell'idrogeno nel campo dei trasporti e dei servizi alla rete elettrica. Il primo di questi gruppi, interno a IEC, vedrà gli esperti del TC 105 lavorare con quelli del TC 9 a progetti di norma riguardanti la sicurezza e le prestazioni di sistemi di celle a combustibile e di serbatoi per l'idrogeno destinati a essere installati e operati a bordo di materiale ferroviario. Il coordinamento dei progetti sui metodi di prova prestazionali sarà di responsabilità del TC 105 IEC, mentre i progetti riguardanti la sicurezza saranno coordinati dal TC9 IEC.

Il secondo JWG, coordinato da ISO TC 197, vedrà coinvolti gli esperti del TC 105 nel progetto "Hydrogen generators using water electrolysis - Part 2: Testing guidance for performing electricity grid service", che porterà alla pubblicazione di un rapporto tecnico a partire dai risultati del progetto europeo QvalyGridS, concluso recentemente. Secondo le raccomandazioni dell'ISO/TC 197 (TAB) il supporto di altri due Comitati tecnici del settore elettrotecnico, il TC8 IEC e il TC120 IEC, sarà essenziale per lo sviluppo di questo documento. La partecipazione al Comitato tecnico internazionale TC 105 IEC è sostanzialmente stabile da diversi anni, sia come numero di Paesi coinvolti, una trentina, sia come numero complessivo di esperti, circa centosessanta a fine 2020. I Paesi membri con diritto di voto sono diciannove, mentre sono tredici quelli con lo status di osservatori. Giappone, Cina e Corea del Sud sono i tre Paesi che forniscono il maggior contributo in termini di esperti e di presidenti di Gruppi di lavoro, seguiti da Germania, Stati Uniti, Spagna e Italia. Va tuttavia sottolineato, all'interno di questo contesto relativamente stabile, l'impressionante crescita nell'arco temporale di pochi anni della Cina, a dimostrazione di quanto questo Paese stia investendo nelle tecnologie delle celle a combustibile e nella normativa internazionale, con nuove proposte di norme di prodotto in nuovi campi di applicazione. L'Europa nel suo complesso contribuisce con una sessantina di esperti, con una lenta ma costante crescita nell'ultimo decennio, a fronte di un certo disimpegno da parte di Stati Uniti e Canada, che nello stesso arco temporale hanno più che dimezzato sia il numero di esperti nominati sia le presidenze dei Gruppi di lavoro. La partecipazione del nostro Paese è costantemente cresciuta in questi anni. Ventuno esperti fanno parte del Comitato CEI CT 105, e otto di essi, provenienti da AEIT, CNR, ENEA, EuroUSC, Politecnico di Milano e Politecnico di Torino, sono presenti in dieci dei diciotto Gruppi di lavoro internazionali. L'Italia ha anche la co-presidenza del WG13 sui sistemi a celle a combustibile operanti in modo reversibile. Il contributo italiano ai lavori del TC 105 IEC, sia a livello tecnico sia organizzativo, è di assoluto rilievo e ha ricevuto negli anni numerosi riconoscimenti. Esperti italiani del TC 105 sono stati insigniti nel 2010, 2017 e 2018 del prestigioso "1906 Award della International Electrotechnical Commission", premio assegnato ogni anno a due membri di ciascun Comitato tecnico che si sono distinti per il loro contributo allo sviluppo di norme internazionali. Nel 2018 il Politecnico di Milano, con il supporto organizzativo del CEI, ha ospitato la riunione plenaria del Comitato tecnico internazionale e alcune riunioni satelliti dei Gruppi di lavoro.

Mauro Scagliotti
Segretario CT 105 CEI

STRUTTURA DEI GRUPPI DI LAVORO E PUBBLICAZIONI IEC TC 105

Working Group Label	Working Group Title	Published standard references or current stage
WG1	Terminology	IEC 60050-485:2020
WG2	Fuel cell modules	IEC 62282-2-100:2020
WG3	Stationary fuel cell power systems - Safety	IEC 62282-3-100:2019
WG4	Performance of fuel cell power systems	IEC 62282-3-200:2015 IEC 62282-3-201:2017
WG5	Stationary fuel cell power systems - Installation	IEC 62282-3-300:2012
WG6	Fuel cell power systems for propulsion other than for road vehicles, for range extenders and for auxiliary power units (APU)	IEC 62282-4-101:2014 IEC 62282-4-102:2017
WG7	Portable fuel cell power systems - Safety	IEC 62282-5-100:2018
WG8	Micro fuel cell power systems - Safety	IEC 62282-6-100:2010+AMD1:2012 CSV
WG9	Micro fuel cell power systems - Performance	IEC 62282-6-200:2016
WG10	Micro fuel cell power systems - Interchangeability	IEC 62282-6-300:2012 IEC 62282-6-400:2019
WG11	Single cell test methods for PEFC and SOFC	IEC TS 62282-7-1:2017 IEC TS 62282-7-2:2014
WG12	Stationary fuel cell power systems - Small stationary fuel cell power systems with combined heat and power output	IEC 62282-3-400:2016
WG13	Fuel cell technologies - Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode	IEC 62282-8-101:2020 IEC 62282-8-102:2019 IEC 62282-8-201:2020
WG14	Life cycle assessment	IEC TS 62282-9-101:2020 IEC TS 62282-9-102:2021
WG16	Fuel cell power systems for propulsion other than road vehicles and auxiliary power units (APU) - Fuel cell and battery hybrid power pack systems for performance test of industrial truck	Draft circulated as CD
WG17	Fuel cell power systems for unmanned aircraft systems	Approved for CDV
WG18	Power to methane energy systems based on solid oxide cells including reversible operation	Approved for CD
WG19	Performance requirements and test methods for fuel cell power systems for rolling stock	Approved for CD

Come la IEC TC 105 contribuisce alla flessibilità delle reti e alla transizione energetica

La crescente domanda di generazione di potenza distribuita (locale o remota, residenziale o commerciale) richiede sistemi in grado di ottimizzare l'efficienza elettrica su piccola scala e le celle a combustibile sono tra i principali candidati a soddisfare questa esigenza. Infatti, al 60% di efficienza elettrica netta comprovata per generatori con una potenza di uscita di almeno 1 kW_e, i sistemi a celle a combustibile si collocano ben al di sopra di qualsiasi altra tecnologia di conversione. In questo contesto, è chiaro che per una loro ampia diffusione, le celle a combustibile per applicazioni stazionarie dovrebbero essere in grado di utilizzare qualsiasi combustibile disponibile localmente. Se e quando i volumi di produzione riusciranno a coprire la crescente necessità di generazione di piccole e medie dimensioni, anche grazie alle riduzioni di costo previste, non vi è poi motivo per cui non debbano trovare in seguito applicazione anche nella produzione di energia elettrica di più larga scala. Con riferimento alla distribuzione delle responsabilità e delle capacità di generazione energetica, risulta cruciale rendere più efficiente e completo l'utilizzo delle energie rinnovabili, liberamente disponibili a tutte le latitudini e in tutte le società. La crescente penetrazione dei campi eolici e fotovoltaici è una conseguenza positiva degli incentivi governativi e dei processi industriali che, operando congiuntamente a livello internazionale, hanno ridotto fortemente il costo delle tecnologie e aumentato drasticamente il loro impiego. Tuttavia, l'immissione di grandi quantità di elettricità da fonti non programmabili nelle strutture convenzionali di rete può risultare problematica ed essere deliberatamente limitata dall'esigenza di garantire la stabilità della rete medesima. Le *Smart Grid* possono solo parzialmente adattare la domanda di energia elettrica all'erraticità dell'offerta da fonti rinnovabili non programmabili e, per evitare che la capacità installata e l'energia pulita primaria vada persa, è fondamentale poter accumulare l'energia elettrica così prodotta. L'elettrolisi dell'acqua per produrre idrogeno è un metodo efficiente in termini di peso, rispetto alle batterie, e flessibile come dislocazione, rispetto al pompaggio nei bacini idroelettrici o l'adozione di volani meccanici, per convertire e accumulare l'elettricità in eccedenza. L'idrogeno può essere riconvertito efficacemente in potenza elettrica in celle a combustibile commerciali a bassa temperatura di esercizio, e a questo proposito risulta particolarmente adatto per le applicazioni mobili (*FCEV - Fuel Cell Electric Vehicle*), dove l'idrogeno prodotto dall'elettricità eccedente delle rinnovabili può dare un maggior valore aggiunto. L'idrogeno è inoltre un prezioso elemento primario per l'industria chimica, che trova impiego in numerosi processi industriali come quelli per la produzione di ammoniaca, metanolo e acciaio, nella raffinazione dei combustibili fossili e nell'industria alimentare. La produzione dell'idrogeno per via elettrochimica ha pertanto un grande potenziale nel coniugare in maniera redditizia grandi impianti a energie rinnovabili e sviluppo economico. Tra le infrastrutture necessarie per la gestione dell'idrogeno, i sistemi reversibili a celle a combustibile che permettono, all'interno di un unico dispositivo,

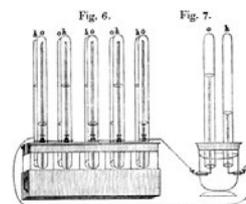
alternativamente l'accumulo e la produzione di energia elettrica, sono una soluzione promettente per affrontare problematiche di gestione dell'energia distribuita. Interessanti sono anche le prospettive di utilizzo di celle a ossidi solidi ad alta temperatura di esercizio (SOC), che possono essere gestite direttamente come generatori di potenza e dispositivi di accumulo, semplicemente invertendo la polarità della cella. Le prime applicazioni di queste tecnologie sono in corso. In Giappone, presso l'Università Yamanashi, si sta sperimentando un sistema TOSHIBA costituito da un elettrolizzatore PEM, un accumulo di idrogeno e una cella a combustibile PEM. In Europa, le ditte Sunfire (tedesca) e SolidPower (italiana) producono moduli SOC che possono operare direttamente in modo invertibile. La francese Sylfen mette sul mercato sistemi SOC pronti all'uso in realtà residenziali e condominiali con taglie in modalità accumulo fino a 40 kW elettrici con stoccaggio dell'idrogeno in bombola a 30 bar, rendendo energia elettrica all'occorrenza, eventualmente integrando l'idrogeno accumulato con gas naturale di rete o biogas. Negli Stati Uniti la ditta FuelCell Energy porta avanti lo sviluppo di installazioni SOFC / SOEC e l'italiana ElectroPower Systems (ora del gruppo Engie) sviluppa sistemi ibridi PEM - fotovoltaici per l'alimentazione continua di sistemi per la telefonia remoti e non collegati alla rete elettrica. Il Comitato tecnico 105 IEC sulle tecnologie delle celle a combustibile ha cominciato ad affrontare la necessità di normare in questo specifico settore. Le attività finora svolte in ambito IEC e ISO si sono infatti concentrate sul funzionamento delle celle come generatori di potenza e come elettrolizzatori, separatamente, mentre non sono mai stati presi in considerazione né sistemi a celle a combustibile reversibili, né sistemi che svolgano la funzione di accumulo e generazione in un unico dispositivo. Si tratta di una carenza a livello normativo che deve essere rapidamente colmata, possibilmente con un approccio di sistema (potenza in ingresso e in uscita, calore e connessione alla rete) per impieghi di carattere industriale. Va sottolineato in proposito che questi sistemi *power-to-gas-to-power* potrebbero impiegare differenti tecnologie di cella per la produzione di idrogeno e la generazione di potenza. Il Gruppo di lavoro WG 13 di IEC TC105 ha esordito in questa sfida con una triplice pubblicazione di *standard* internazionali per sistemi di accumulo di potenza basati su moduli elettrochimici, combinando elettrolisi e generazione di potenza, in particolare con celle a combustibile rigenerative/reversibili, per l'integrazione sostenibile delle fonti rinnovabili. Le norme preparate dal WG 13 del TC 105 IEC sono state classificate nella serie IEC 62282-8 e coprono le definizioni di procedure di prova dei moduli elettrochimici (sia SOC che PEM) e le procedure di prova prestazionale di sistemi integrati per servizi *power-to-gas-to-power*. È stato avviato proprio a inizio 2021 un nuovo progetto per l'utilizzo di sistemi reversibili SOC con accumulo sotto forma di metano, integrando dunque un processo di metanazione con la conversione del vapore acqueo in idrogeno e un apporto ausiliario di CO₂. Le prime 3 norme (IEC 62282-8-101, -8-102 e -8-201) sono state pubblicate a inizio 2020, mentre la nuova norma con la metanazione integrata dovrà essere pronta per fine 2022.

Stephen McPhail
ENEA/Co-convenor di IEC/WG13

Idrogeno: le *fuel-cell* negli autoveicoli

Cenni storici sulle celle a combustibile e loro applicazioni

La prima cella a combustibile fu realizzata da W. Grove nel 1839; utilizzava elettrodi di platino e acido solforico come elettrolita.



Circa 60 anni dopo, W.W. Jacques utilizzò come elettrolita l'acido fosforico e coniò il termine "Cella a Combustibile". F. Bacon creò nel 1959, con successivi sviluppi avviati nel 1930, la AFC (*Alcaline Fuel Cell*) che utilizzava un elettrodo di nichel con un elettrolita alcalino e ne dimostrò il funzionamento usandola per alimentare saldatrice da 5kW. Già nell'ottobre del 1959, Harry Ihrig, un ingegnere della Allis-Chalmers, realizzò un trattore da 20 cavalli alimentato da pile a combustibile. Questo fu il primo veicolo a funzionare con questa fonte energetica.

Nei primi anni '60 la General Electric, basandosi sui principi della "Cella Bacon", produsse un sistema di generazione di energia elettrica basato sulle celle a combustibile per applicazioni spaziali (navicelle Gemini e Apollo della NASA).

Principio di funzionamento

Il principio di funzionamento delle *fuel-cell* a idrogeno diretto è qui di seguito schematizzato nella fig. 1.



La *fuel-cell* è un dispositivo che converte l'energia chimica di un combustibile in energia elettrica, calore e vapore acqueo senza utilizzare cicli termici e parti in movimento.

Attualmente esistono sei tipologie di celle a combustibile impiegate nella produzione di energia elettrica centralizzata o distribuita, generazione di calore o per applicazioni su autoveicoli:

1. Celle Alcaline (AFC, *Alkaline Fuel-Cell*), usano un elettrolita costituito da idrossido di potassio e lavorano a temperature tra 60 e 120 °C. Oggi hanno raggiunto un buon livello di maturità tecnologica soprattutto per usi speciali (applicazioni militari e spaziali). Richiedono gas di alimentazione estremamente puri e per questo è stata limitata fortemente la loro diffusione, tanto che oggi non vi sono programmi di sviluppo in corso.
2. Celle a elettroliti polimerici con membrana a

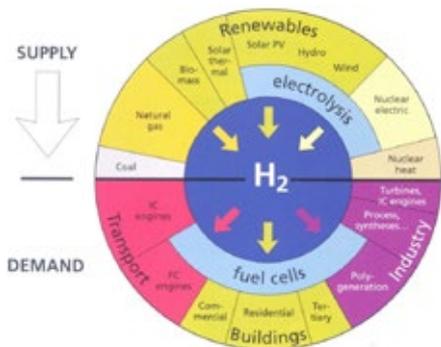
scambio protonico (PEMFC, *Proton Exchange Membrane Fuel-Cell*), usano come elettrolita una membrana polimerica a elevata conducibilità protonica e funzionano a temperature comprese tra 70 e 120 °C. Sono impiegate soprattutto negli autoveicoli e per la generazione/cogenerazione di piccola taglia (1 - 400 kW).

3. Celle ad acido fosforico (PAFC, *Phosphoric Acid Fuel-Cell*), operano a temperature attorno ai 200 °C con un elettrolita costituito da una soluzione concentrata di acido fosforico. Vengono utilizzate per gli usi stazionari, con commercializzazione già avviata per le applicazioni di cogenerazione nei settori residenziale e terziario (100 - 200 kW).
4. Celle a carbonati fusi (MCFC, *Molten Carbonate Fuel-Cell*), usano come elettrolita una soluzione di carbonati alcalini fusa alla temperatura di funzionamento della cella (650 °C) e contenuta in una matrice ceramica porosa. Sono adatte soprattutto per la generazione di energia elettrica e la cogenerazione da qualche centinaio di kW ad alcune decine di MW.
5. Celle a ossidi solidi (SOFC, *Solid Oxide Fuel-Cell*), funzionano a temperatura elevata (circa 700-1000 °C) per assicurare una conducibilità sufficiente all'elettrolita, costituito da materiale ceramico (ossido di zirconio drogato con ossido di ittrio). Il loro impiego è idoneo per la generazione di energia elettrica e la cogenerazione da qualche kW ad alcune decine di MW e, data la fragilità degli elementi ceramici, viene ormai raramente utilizzato in applicazioni mobili.
6. Celle a metanolo diretto (DMFC, *Direct Methanol Fuel-Cell*), operano a temperature tra 80 e 100 °C e utilizzano come elettrolita una membrana polimerica. Si stanno sviluppando per applicazioni portatili

Applicazioni fuel-cell in campo automotive

La Commissione europea, già dagli anni '90 inquadrava e legittimava l'attenzione e l'interesse, già manifestato dall'Industria e dagli Enti di Ricerca, per l'impiego dell'idrogeno nella trazione elettrica, finanziando importanti progetti specifici di sviluppo.

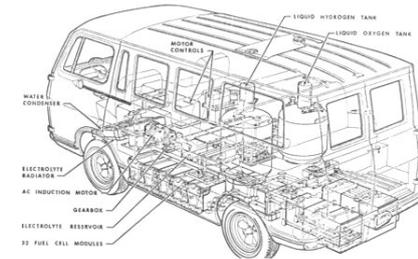
Nella figura che segue è riportato il quadro delle applicazioni dell'idrogeno in rapporto con le fonti di energia primaria e dei sistemi di conversione,



senza riferimento ai valori quantitativi. Il settore trasporti stradali oggi si avvale sostanzialmente di PEMFC e viene utilizzato idrogeno ottenuto da diverse fonti energetiche. Nella tabella che segue sono presentate le tecno-

Fuel Cell	Electrolyte	Operating Temperature (°C)	Electrochemical Reactions	Applications
Polymer Electrolyte/ Membrane (PEM)	Solid organic polymer poly-perfluorosulfonic acid	60 - 100	Anode: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ Cathode: $1/2 O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$ Cell: $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$	electric utility portable power transportation
Phosphoric Acid (PAFC)	Liquid phosphoric acid soaked in a matrix	175 - 200	Anode: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ Cathode: $1/2 O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$ Cell: $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$	electric utility transportation
Solid Oxide (SOFC)	Solid zirconium oxide to which a small amount of yttria is added	600 - 1000	Anode: $H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$ Cathode: $1/2 O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$ Cell: $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$	electric utility

logie utilizzate in ambito trasporti. Gli studi applicativi delle *fuel-cell* alla trazione veicolare datano da prima degli anni '70. La figura che segue presenta un prototipo sperimentale realizzato a quel tempo dalla General



Motors. Il veicolo elettrico era alimentato da 32 moduli di *fuel-cell* sviluppati dalla Union Carbide, con idrogeno e ossigeno stoccati in forma liquida e con elettrolita liquido in circolazione.

La potenzialità del sistema era di una potenza continuativa di 32 kW con 160 kW di picco. In Europa gli studi e gli sviluppi si attivarono negli anni '80, e furono accompagnati da un insieme di norme e regolamenti omologativi via via crescente, coinvolgente tutti gli aspetti relativi al sistema sul veicolo e sulla infrastruttura relativa alla produzione e allo stoccaggio dell'idrogeno.

La figura che segue presenta un quadro dei gruppi normativi di standardizzazione e regolamentazione internazionali sui veicoli elettrici e a *fuel-cell*. Come si evince dallo schema, la normativa e i regolamenti internazionali che riguardano i veicoli elettrici e quelli alimentati da *fuel-cell* a idrogeno è complessa e interlacciata; in particolare, gli aspetti che fanno riferimento all'idrogeno generalmente

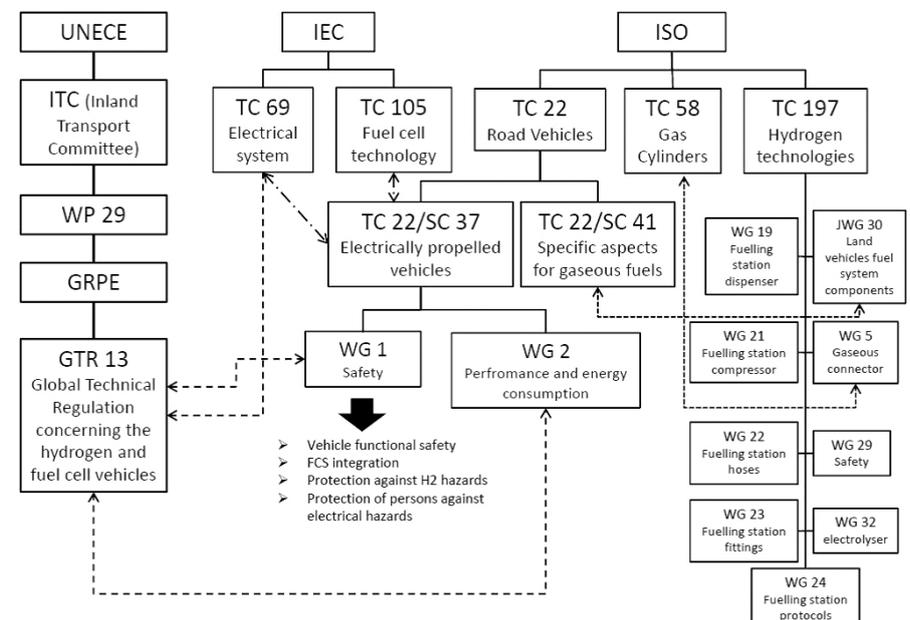
nei Comitati tecnici vengono trattati insieme ad altri argomenti, eccetto che nel Comitato tecnico ISO/TC 197 "Hydrogen Technologies", dove per un lungo periodo sono state elaborate norme riguardanti i vari segmenti di cui è costituita una stazione di rifornimento a idrogeno per veicoli di terra mentre, recentemente, attraverso la costituzione di un paio di JWG vengono trattati anche aspetti particolari legati alla componentistica dei motori. Riguardo allo stoccaggio dell'idrogeno a bordo veicolo, sono state sviluppate diverse soluzioni che possono essere così riassunte:

- Idrogeno gassoso compresso a temperatura ambiente
- Idrogeno liquido a pressione ambiente
- Idrogeno adsorbito in idruri metallici (utilizzata in alcune applicazioni di micromobilità)
- In carbonio attivato a circa 50 - 60 bar, in nanotubi o nanofibre.

Attualmente le applicazioni veicolari utilizzano soluzioni con sistemi di *fuel cell* alimentati da idrogeno compresso, immagazzinato a bordo veicolo in forma gassosa, in serbatoi in materiale composito, con pressioni di circa 700 bar. Nel sistema di trazione a *fuel-cell* è quasi sempre presente, e integrata funzionalmente, una batteria, dando luogo di fatto a un sistema ibrido serie.

- Le funzioni della batteria sono:
- provvedere all'avviamento del sistema;
 - ricevere l'energia di ricupero in frenatura;
 - contribuire all'erogazione della potenza di punta in accelerazione.

In alcuni casi è anche presente il sistema di ricarica della batteria da rete (*plug-in*), che consente



di avviare l'auto con la batteria già carica. La figura seguente presenta la realizzazione sulla Toyota Mirai.



Stellantis, il nuovo *player* internazionale nato dalla fusione di FCA con PSA, sta sviluppando un progetto relativo ai veicoli commerciali leggeri (settore delle consegne in ambito urbano ed extraurbano), alimentati a *fuel-cell*, *plug-in*. Questo sistema "multienergia" prevede un gruppo *fuel-cell* compatto, posto nella parte anteriore del veicolo nel vano motore, un serbatoio per idrogeno da 4,4 kg compresso a 700 bar (collocato sotto al pianale, nella stessa posizione protetta delle batterie dei furgoni elettrici) e una specifica batteria da 10,5 kWh, da sistemare in questo caso trasversalmente sotto i sedili della cabina. Il risultato di questo rapporto equilibrato fra la sezione *fuel-cell* e la sezione elettrica (che ricava l'energia dall'idrogeno ma che può anche essere alimentata dalla batteria, che durante il moto recupera energia in frenata ed è anche ricaricabile da connessione *plug-in*) sono 400 km di autonomia, emissioni TtW (*Tank to Wheels*) zero e un tempo di rifornimento dei serbatoi pari a 3,5 minuti. Nel caso di impossibilità di effettuare il rifornimento di idrogeno, è possibile comunque proseguire il viaggio mediante l'energia elettrica immagazzinata nella batteria ed eventualmente effettuare una ricarica tramite il circuito *plug-in*.

Applicazioni delle Fuel-Cell ai mezzi di trasporto pubblici

L'esercizio di un veicolo con alimentazione a idrogeno può assicurare un appropriato margine di autonomia nei riguardi di un'operabilità flessibile rispetto all'alimentazione della sola batteria, che costituisce comunque la forma da privilegiare sotto l'aspetto dell'efficienza energetica e della produzione di CO₂ nella catena "dalla fonte alle ruote". Questo può essere il caso dei mezzi di trasporto pubblico, richiedenti lunghe autonomie. Nella figura seguente si riporta, ad esempio, la



Componenti		Caratteristiche tecniche principali	
		Lunghezza: 11995 mm Larghezza: 2500 mm Altezza max.: 3300 mm Numero porte: 3 Altezza soglia (ant./centr./post.): 320 - 340 - 340 mm Velocità max.: 60 km/h Autonomia: 12 ore in esercizio Capacità passeggeri: 21 seduti 1 posto carrozzella 51 in piedi Massa Totale a Terra: 19 t	
Motore elettrico di trazione		Accumulatori	
Tipo: Asincrono trifase Potenza max.: 160 kW a 1500 giri/min. Coppia max.: 1500 Nm fino a 1400 giri/min. Giri max.: 4000 giri/min.		Tipo: Sodio - Nichel - Cloro (Zebra) Tensione: 552 V Capacità: 128 Ah	
Serbatoi		Generatore Fuel Cell	
Numero/capacità: n. 9 x 140 litri Materiale: acciaio + vetroresina Pressione max.: 200 bar Capacità H ₂ : 20 kg		Alimentazione: Idrogeno Potenza netta: 60 kW Tensione nominale: 175 V	

realizzazione di un autobus urbano IVECO IRISBUS sviluppato in collaborazione con il Centro Ricerche Fiat agli inizi del 2000. CNH Industrial ha un progetto di sviluppo relativo ai veicoli pesanti per trasporto a lungo raggio (*Heavy Duty long-haul*) alimentati a *fuel-cell*. Qui di seguito la foto del *new concept*.

Rendimenti e emissione di CO₂

Si definisce come rendimento il rapporto tra l'energia necessaria per l'avanzamento del veicolo e l'energia immagazzinata a bordo veicolo. Nei valori di rendimento successivamente riportati, si prescinde pertanto da come viene prodotto e trasportato l'idrogeno fino al distributore per gli autoveicoli per i veicoli a *fuel-cell*, da come viene prodotta e trasportata l'energia elettrica per ali-

mentare le batterie dei veicoli elettrici e ibridi *plug-in* e da come viene realizzata la filiera della produzione e trasporto di combustibile fossile per i motori termici delle auto ibride.

Con queste premesse (Batteria, ibrido *plug-in* e *fuel-cell* + batteria) nelle stesse condizioni di funzionamento e strategie di controllo ottimizzate, i rendimenti dei veicoli nelle tre configurazioni, possono essere rappresentati dai seguenti valori:

- Veicoli a Batteria: rendimento complessivo per ricarica batterie, utilizzo motore elettrico pari a circa 65%, con emissione di CO₂ di 0 g/km;
- Veicoli ibridi *plug-in*: rendimento complessivo per motorizzazione termica, ricarica batterie e utilizzo motore elettrico (ipotesi di funzionamento con 60 % motore termico e 40 % in elettrico) pari a circa 40%, con emissione di CO₂ di 75 g/km;
- Veicoli a *fuel-cell* + batteria: rendimento complessivo per funzionamento *fuel-cell* e motorizzazione elettrica pari a circa 40%, con emissione di CO₂ di 0 g/km.

Per poter effettuare un confronto completo in termini di impatto ambientale, è però necessario considerare anche l'intero ciclo vita delle batterie, delle *fuel-cell*, dei motori termici, ecc.

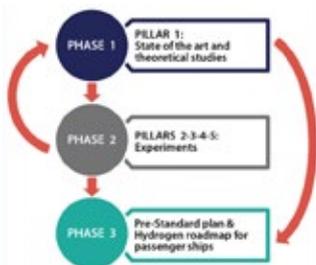
Un ulteriore elemento da tenere in considerazione è la scarsissima diffusione dei distributori di Idrogeno: attualmente se ne contano circa 90 in Germania, 25 in Francia, 2 in Italia.

Gian Maurizio Rodella
Direttore CUNA

UNI e il progetto *E-shyips*



UNI è partner del progetto Europeo H2020 "E-shyips - Ecosystemic knowledge in Standards for Hydrogen Implementation on Passenger Ship" (GA N° 101007226). Lanciato a gennaio 2021, il progetto coinvolge 7 Paesi europei che lavorano insieme per definire le nuove linee guida per un'efficace introduzione dell'idrogeno nel settore del trasporto marittimo passeggeri e per incentivare la sua adozione verso il raggiungimento di uno scenario di navigazione a zero emissioni. Attraverso un approccio olistico, che prevede il coinvolgimento di tutti i principali *stakeholder* del settore marittimo e dell'idrogeno, della ricerca e dell'industria, il progetto *E-shyips* integrerà attività teoriche di ricerca pre-normativa sugli *standard* con simulazioni ed esperimenti di laboratorio, al fine di fornire le conoscenze necessarie per progettare un adeguato processo di certificazione e individuare future attività di standardizzazione per migliorare il panorama normativo e regolamentare dell'UE.



Le potenzialità del mercato delle celle a combustibile a idrogeno nel settore marittimo sono state dimostrate negli ultimi anni con diversi progetti fatti per le navi. Nonostante l'idrogeno sia considerato in tutto il mondo una valida opzione per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni, anche parte della strategia dell'Organizzazione Marittima Internazionale (IMO), un quadro normativo applicabile alle navi alimentate a idrogeno non è ancora disponibile. *E-shyips* riunisce gli *stakeholder* interessati lato idrogeno e marittimo ed esperti internazionali, attraverso un comitato consultivo (*advisory board*), per raccogliere nuove conoscenze basate sulla revisione del quadro normativo e sui dati sperimentali relativi alla progettazione della nave, ai sistemi di sicurezza, ai materiali e ai componenti, alle procedure di rifornimento combustibile. L'approccio è "indipendente dalla nave", al fine di evitare gli oneri di progetti personalizzati, e si concentra sulle metodologie di valutazione del rischio e della sicurezza. Sulla base di questo, *E-shyips* definirà un piano di pre-standardizzazione per l'aggiornamento del codice IGF per le navi passeggeri, con combustibili a idrogeno e una tabella di marcia per spingere l'adozione di un'economia dell'idrogeno nel settore marittimo.



"Questo progetto è finanziato dal Programma di Ricerca e Innovazione Horizon 2020 dell'Unione europea, Grant Agreement n° 101007226"

Agreement n° 101007226"

L'idrogeno nel ferroviario, il futuro della mobilità a zero emissioni

Il tema della decarbonizzazione deve essere affrontato nella sua complessità e nel modo in cui entra e influenza numerosi settori economici, sociali, ambientali, nessuno dei quali deve essere trascurato per riuscire a ottenere i risultati di impatto senza sbilanciare equilibri costruiti da lunga data. Siamo e saremo sempre più coinvolti in una profonda trasformazione del settore energetico, spinta da una serie di decisioni politiche e scelte strategiche di breve e lungo periodo degli Stati, che trovano la loro motivazione in due principali obiettivi di natura ambientale: mitigare e ridurre il riscaldamento globale e migliorare la qualità dell'aria soprattutto nelle città, a beneficio di tutti i cittadini che ne fanno parte. L'accordo di Parigi Cop21 sottoscritto dai Paesi membri della Conferenza delle Parti della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), lega il tema dei cambiamenti climatici a impegni formali e vincolanti per la riduzione dei gas serra per tutti i Paesi che ne fanno parte tra cui l'Europa che si è impegnata a ridurre le emissioni di CO₂ del 40% entro il 2030 e il 100% entro il 2050.

L'unica strategia realisticamente possibile è il progressivo incremento dell'uso delle fonti rinnovabili e loro integrazione nel sistema energetico europeo, mitigando i problemi di stabilità delle reti e di approvvigionamento energetico.

L'Italia ha un ecosistema naturale, una biodiversità e un patrimonio storico e culturale immensi ed è compito di tutti accelerare processi e procedure per raggiungere i comuni obiettivi.

A tale proposito la Commissione europea identifica l'idrogeno come uno dei settori chiave per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione al 2050.

Lo sviluppo del settore idrogeno è spinto da una serie di fattori positivi e vantaggiosi:

- prodotto da elettrolisi dell'acqua, è privo di emissioni sia carboniche che inquinanti;
- può essere conservato per lungo tempo sia in forma gassosa che liquida;
- la sua conservazione non presenta particolari problemi di sicurezza, grazie anche alle nuove soluzioni tecnologiche che abilitano il suo utilizzo in pressione fino a 1000 bar;
- nei trasporti, garantisce brevi tempi di ricarica rispetto alle lunghe ricariche necessarie per la tecnologia delle batterie e maggiori autonomie di percorrenza;
- può collegare i settori energetici tra di loro ("Sector coupling") con conversioni efficienti.

Ma cos'è l'idrogeno e che colore ha?

L'idrogeno è il primo elemento chimico della tavola periodica e il più leggero. È il principale costituente delle stelle, dove rappresenta il combustibile delle reazioni termonucleari, mentre sulla Terra è scarsamente presente allo stato libero e deve quindi essere prodotto, ovvero ha bisogno di legarsi ad altri elementi (formando quindi una molecola) per stabilizzarsi ed essere impiegato per i suoi vari usi. Si sente molto spesso parlare di idrogeno verde, blu, grigio e così via, ma qual è la differenza tra questi tipi? In realtà nessuna, o meglio l'elemento rimane sempre lo stesso, ma la classificazione data dai colori distingue il modo in

cui avviene l'estrazione di questo. Per ottenerlo i sistemi usati più comuni sono: l'idrolisi dell'acqua, cioè la scomposizione nei suoi due elementi costitutivi (idrogeno e ossigeno) e il *reforming* degli idrocarburi, slegandolo quindi dal metano o da altri idrocarburi, col problema però del trovare una nuova destinazione al carbonio che rimane sotto forma di anidride carbonica.

Ciascuna delle diverse tecnologie ha un impatto diverso di emissione di CO₂, di qui i diversi colori adottati per definire il modo in cui l'idrogeno viene ottenuto:

- Nero - viene estratto dall'acqua usando la corrente prodotta da una centrale elettrica a carbone o a petrolio.
- Grigio - perlopiù ha usi industriali, per esempio nella chimica. Può essere lo scarto produttivo di una reazione chimica, oppure può essere estratto dal metano o da altri idrocarburi.
- Blu - viene definito così l'elemento estratto da idrocarburi fossili dove, a differenza del "grigio", l'anidride carbonica che risulta dal processo viene catturata e immagazzinata.
- Viola - viene estratto dall'acqua usando la corrente prodotta da una centrale nucleare.
- Verde - infine quello estratto dall'acqua usando la corrente prodotta da una centrale alimentata da energie rinnovabili, come idroelettrica o fotovoltaica.

Quanto sopraesposto è oggetto, oltre che di approfonditi studi e di valutazioni economiche specifiche e dedicate, anche di un dibattito nelle sedi governative e presso le aziende energetiche, poiché la propulsione a idrogeno nel settore ferroviario, ma non solo in esso, non coinvolge solo il veicolo, ma è da considerare in modo "olistico". Rappresenta un sistema che opera con il contributo di diversi soggetti quali, solo per citarne alcuni: le Imprese Ferroviarie incaricate dell'esercizio dei servizi ferroviari; i Gestori delle Infrastrutture che sono direttamente coinvolti nella filiera degli approvvigionamenti poiché responsabili della sicurezza della circolazione ferroviaria; gli Organismi di Valutazione della conformità e della sicurezza (i cosiddetti *Notified Bodies, Assessment Bodies, Designated Bodies*) che, ai sensi della legislazione europea e nazionale, verificano la rispondenza e la conformità dei requisiti tecnici con le normative applicabili e valutano le analisi di sicurezza effettuate dai soggetti coinvolti). Si tratta, pertanto, anche di scelte "strategiche" che possono coinvolgere i territori laddove si installano siti di produzione e da dove inizia, inevitabilmente, la distribuzione capillare verso gli utilizzatori.

L'industria ferroviaria italiana

L'industria ferroviaria italiana è un'eccellenza riconosciuta nel mondo. Solo il settore elettromeccanico (materiale rotabile, segnalamento, componentistica, elettrificazione e relativi servizi) genera ogni anno un fatturato complessivo di oltre 4 B€, in crescita stabile da alcuni anni verso i 5 B€. Le aziende del settore occupano circa 20.000 dipendenti. Questa crescita è trainata dal rinnovato programma di investimenti delle Imprese Ferroviarie come pure delle Municipalità, oltre che da un'ottima capacità di esportazione delle aziende italiane, che supera il 20% del fatturato complessivo.

L'idrogeno per il ferroviario

La mobilità ferroviaria a idrogeno è un'ottima opportunità per decarbonizzare ulteriormente il settore del trasporto pubblico. Sebbene la gran maggioranza delle linee ferroviarie europee sia elettrificata, si valuta nel 54% la copertura della rete elettrificata e che la maggioranza dei servizi di trasporto offerti avvenga su di esse, i treni a idrogeno sono considerati da molti studi e scenari come competitivi per quelle tratte, attualmente non coinvolte da elettrificazione. Il trasporto ferroviario, per sua natura, garantisce una richiesta di idrogeno importante, costante e regolare, garantendo pertanto un'elevata percentuale d'uso delle infrastrutture installate, oltre che punti di produzione di idrogeno che, se ben dimensionati, possono essere usati come sistemi per la gestione dei picchi di produzione con immissione in rete dell'idrogeno prodotto e non utilizzato.

La tecnologia a idrogeno applicata al settore ferroviario

Molti sono gli aspetti che oggi rendono la tecnologia a idrogeno applicata al ferroviario un punto di forza. Sulle linee non elettrificate è minore l'impatto ambientale rispetto a treni diesel, sia nella sua modalità integrale che nella versione ibrida (diesel+elettrico) che comporta, seppur ridotta, comunque l'emissione in atmosfera di elementi inquinanti. Un treno diesel emette in atmosfera nel suo servizio annuale, di ca. 100.000 km, ca. 700 ton di CO₂: l'equivalente di 400 automobili.

Un rotabile a celle a combustibile, è completamente privo di emissioni, emette in atmosfera solo vapore acqueo. Considerata la vita media di un rotabile di circa 25-30 anni, investire oggi in soluzioni diesel oppure ibride che prevedono comunque il diesel, comporterebbe il mantenere soluzioni non *green* fino al 2050. Lo sviluppo del mercato può essere una fonte di incentivazione della produzione di idrogeno rinnovabile, è un'opportunità di sviluppo dell'intera filiera H₂ e della tecnologia *Fuel Cell* (componenti, stack, sistemi).

In Italia, la presenza di tratte diesel da decarbonizzare a livello nazionale è all'incirca il 33% delle tratte in termini di km, lo sviluppo di tecnologie a idrogeno permetterebbe l'applicabilità anche su tratte parzialmente elettrificate, evitando rotture di carico e non si necessiterebbe di modificare l'infrastruttura esistente.

Il treno a idrogeno, è realtà

Un aspetto significativo e concreto nella transizione del trasporto ferroviario "da *grey* a *green*"

è che la tecnologia è disponibile sul mercato. In Europa è già stata data prova dell'affidabilità dei sistemi di trazione a emissioni 0, con la messa in servizio in Germania del primo treno a idrogeno al mondo che da Settembre 2018 a Febbraio 2020 ha percorso circa 200.000 km in servizio passeggeri quotidiano su una tratta in Bassa Sassonia con esito di soddisfazione eccellente sia da parte dell'operatore che da parte dell'utenza. Il treno ha poi circolato in Austria dove ha ottenuto regolare autorizzazione e nella primavera del 2020 ha eseguito e altrettanto brillantemente superato le prove su rete nei Paesi Bassi nella Provincia di Groninga.

In Italia, nell'ambito dello sviluppo dei treni monopiano regionali, si stanno proponendo rotabili di ultima generazione dagli elevati *standard* prestazionali e di *comfort* che, nella versione elettrica circolano già sulle reti ferroviarie italiane.

Nello specifico, per il mercato italiano ne è stata progettata e sviluppata una versione alimentata a idrogeno, si tratta di un treno già considerevolmente "eco" in quanto prodotto con materiali riciclabili fino al 96%, ma nella sua versione a trazione a idrogeno diventa totalmente *green* senza emissioni di gas inquinanti.

Si tratta di un treno a 4 casse che può trasportare circa 260 passeggeri seduti.

Il cuore del sistema, come facilmente intuibile, è la cella a combustibile a idrogeno, che rappresenta la principale fonte di energia. La trazione del treno è elettrica, e l'energia viene fornita attraverso la combinazione dell'idrogeno (immagazzinato nei serbatoi) con l'ossigeno dell'aria esterna. L'unico prodotto di scarto del processo è un *mix* di vapore acqueo e acqua di condensa, mentre non vengono generati né particolato né anidride carbonica o altri gas serra. Il sistema è reso ancora più efficiente (e silenzioso) dall'assenza di generatori e turbine, mentre un componente indispensabile sono le batterie agli ioni di litio ad alte prestazioni. Queste batterie sono necessarie per immagazzinare l'energia generata e non immediatamente spesa, perciò risultano fondamentali per contenere i consumi. La batteria accumula energia in due circostanze: quando viene prodotto un *surplus* di energia rispetto a quanta ne occorre per la trazione, oppure durante la fase di frenatura, grazie al sistema di recupero dell'energia cinetica. L'energia immagazzinata nella batteria viene sfruttata durante le fasi di accelerazione, per supportare l'azione delle celle a idrogeno e garantire prestazioni soddisfacenti, paragonabili a quelle dei treni a cui siamo

abituati. In sintesi, l'idrogeno contenuto nei serbatoi tramite le celle a combustibile viene trasformato in energia che alimenta il sistema di trazione.

La prima Hydrogen Valley italiana, un modello replicabile

Il primo progetto di "Hydrogen Valley" italiana è stato annunciato a fine 2020 e introduce un ecosistema a zero emissioni in Valcamonica.

I passi principali del progetto prevedono l'acquisto di nuovi treni alimentati a idrogeno, che serviranno dalla fine del 2023 la linea non elettrificata Brescia-Iseo-Edo, in sostituzione degli attuali a motore diesel; la realizzazione di centrali per la produzione di idrogeno, destinato inizialmente ai nuovi convogli a energia pulita e in un secondo tempo l'introduzione di una flotta di bus alimentati a idrogeno che saranno fruitori congiunti delle medesime stazioni di rifornimento.

Si tratta di un progetto del tutto innovativo che mira alla creazione di un viaggio a zero impatto ambientale, attraverso la decarbonizzazione del trasporto e lo sviluppo di una filiera territoriale dell'idrogeno. L'introduzione dell'idrogeno in Italia significa davvero fare un passo in avanti nel processo di trasformazione dell'industria dei trasporti e andare sempre più verso una mobilità sostenibile che punti all'energia pulita e alla riduzione dell'impatto ambientale.

La normazione, ancillare all'applicazione della tecnologia dell'idrogeno

Se, come visto pocanzi, l'industria ha investito in modo consapevole e rilevante su tecnologie innovative al fine di fornire risposte concrete rispetto allo sviluppo sostenibile, e non solo per quanto attiene l'idrogeno, la relativa normazione è rimasta piuttosto indietro. Va, infatti, segnalato come nel settore ferroviario la propulsione a idrogeno sia particolarmente avanzata con applicazioni concrete di trasporto pubblico già operanti in alcuni paesi dell'Unione europea. Tuttavia, è da segnalare come la normazione, per quanto riguarda il ferroviario, sia piuttosto scarsa creando qualche difficoltà al settore. Nondimeno, di recente, va segnalato come la normazione, nel settore ferroviario, sia diventata oggetto di un forte impegno degli organismi di normazione europei al fine di fornire un "quadro normativo" di riferimento per le applicazioni ferroviarie che presentano specificità e peculiarità specifiche, cercando di colmare la lacuna oggi presente. Ancora una volta, quindi, si conferma come la normazione svolga un ruolo cruciale, sia nei settori consolidati, sia laddove le innovazioni portano a uno sviluppo tecnologico che necessita fortemente di essere normativamente disciplinato a beneficio del settore e del mercato.

Andrea Gibelli
Presidente FNM
Trasporto Guidato su Ferro
Presidente ASSTRA
Presidente ISO/TC269/SC 3
Operations & Services

Roberto Previati
Presidente UNI/CT050

