

IL RUOLO DELLE NORMATIVE DI SICUREZZA NELL'INTRODUZIONE DEL VETTORE ENERGETICO IDROGENO

Nicola Grasso*, Marco Carcassi*

*Dipartimento di Ingegneria Meccanica Nucleare e della Produzione, via Diotisalvi 2, Pisa

SOMMARIO

Pochi sono attualmente i documenti normativi dedicati in modo specifico all'impiego dell'idrogeno e per questo motivo, la tendenza è al momento quella di utilizzare come riferimento la normativa esistente per i gas combustibili con densità minore di quella dell'aria, tipicamente il gas naturale. I pochi documenti prodotti sono stati sviluppati principalmente per applicazioni di tipo industriale. È soprattutto in questi ultimi anni che diverse organizzazioni come per esempio l'ISO, tramite il suo Technical Committee 197 (ISO TC 197), o l'IEC, con il Technical Committee 105 (IEC TC 105), hanno intensificato il lavoro sullo sviluppo di codici, standard e linee guida finalizzati al progetto e all'esercizio di applicazioni non industriali dell'idrogeno, quali ad esempio i veicoli, le stazioni per il loro rifornimento, le *fuel cell*.

Il presente articolo riporta un breve sunto dello stato dell'arte delle attività di normazione nazionali ed internazionali che sono in corso nel campo dell'impiego dell'idrogeno come vettore energetico; sono messe in evidenza le principali problematiche affrontate.

1 INTRODUZIONE

L'idrogeno viene visto come uno dei possibili, più importanti vettori energetici di questo secolo. I prodotti della sua combustione con aria contengono principalmente vapore d'acqua e soltanto tracce di ossidi di azoto; queste caratteristiche, sommate all'assenza di ossidi di carbonio (monossido di carbonio e anidride carbonica), lo rendono molto attraente dal punto di vista della compatibilità ambientale incoraggiando non poco la ricerca scientifica di settore.

L'idrogeno, come qualunque altro combustibile o vettore energetico, pone dei rischi se non viene trattato o controllato in modo appropriato ovvero in base alla conoscenza delle sue proprietà: le peculiari proprietà chimico-fisiche dell'idrogeno rendono infatti le sue caratteristiche di sicurezza piuttosto differenti da quelle degli altri combustibili comuni e perciò richiedono apparecchiature e procedure che sono diverse da quelle abitualmente utilizzate. In particolare, le tipologie di rischio connesse con l'impiego dell'idrogeno si possono così riassumere:

- rischio fisiologico: può causare congelamento, asfissia, difficoltà respiratorie
- rischio fisico: può causare cambiamenti di fase, guasto nei componenti, infragilimento
- rischio chimico: può causare incendio, esplosione.

Tra questi, il rischio principale e percepito come più pericoloso rimane senza dubbio quello connesso con la formazione di miscele infiammabili dal momento che, rispetto a tutte le miscele che l'aria forma con i normali gas o vapori combustibili, quella con l'idrogeno presenta le caratteristiche a prima vista più inquietanti:

- può bruciare a basse densità energetiche

- la sua combustione può essere innescata dalle scintille meno energetiche

- la temperatura della sua fiamma è la più alta

- una sua deflagrazione può degenerare in detonazione

L'esperienza esistente nel campo della gestione e manipolazione dell'idrogeno si è sviluppata ed è maturata nell'industria aerospaziale ed in quella di processo. Tuttavia, il già elevato livello di sicurezza ed affidabilità dei componenti coinvolti in questi settori dovrà essere necessariamente incrementato per avere applicazioni ed ottenere l'accettabilità dell'idrogeno in un campo, quello civile, dove, rispetto a quello industriale, l'utenza non sarà in possesso di una specifica preparazione in materia di idrogeno e dove gli ambienti saranno decisamente più popolati. Di conseguenza, al crescere dell'importanza e della diffusione dell'idrogeno come vettore energetico, crescerà altrettanto la probabilità di avere un incidente mentre esso viene utilizzato; pertanto la sua diffusa introduzione renderà necessaria una contemporanea ed adeguata valutazione dei problemi di sicurezza che comporta il suo impiego su larga scala.

Da questo punto di vista lo sviluppo di una normativa di sicurezza, che abbia una solida base sperimentale, rappresenterà un elemento essenziale per favorire la penetrazione e successiva diffusione dell'idrogeno. I documenti normativi non dovranno perciò essere percepiti come barriere ma piuttosto come delle opportunità, sia per chi deve progettare (stabiliscono entro quali confini è possibile muoversi) sia per chi deve approvare una eventuale applicazione sia per l'utenza che utilizzerà il sistema di idrogeno e che, nel rispetto della norma, riconoscerà il rispetto di quei requisiti di sicurezza che la norma stessa richiede di soddisfare.

Si deve ricordare a questo proposito che proprio la sicurezza è percepita in modo diverso dal tecnico e dalla

persona comune: infatti, mentre per il tecnico essa è sinonimo di norme e regole che, in funzione della conosciuta pericolosità di una sostanza, permettono di poterla trattare in modo abbastanza sicuro, per la persona comune è più importante l'informazione mediatica e la familiarità nell'utilizzo della tecnologia (si pensi al caso del metano); di fondamentale importanza diventano quindi i progetti campione, che devono mostrare l'effettivo impiego in sicurezza delle tecnologie dell'idrogeno e consentire la produzione di adeguati standard di sicurezza.

2 ATTIVITÀ INTERNAZIONALI

2.1 International Organization for Standardization (ISO)

ISO (www.iso.org) è una organizzazione non governativa che promuove nel mondo lo sviluppo della standardizzazione e delle relative attività: il suo lavoro si traduce in International Standards che trovano applicazione in tutti i campi, ad eccezione di quello elettrico ed elettrotecnico, di competenza della International Electrotechnical Commission (IEC).

Nel 1990 ISO ha costituito il Technical Committee 197, *Hydrogen Technologies*, con l'obiettivo di sviluppare norme di standardizzazione nel campo dei sistemi e dei dispositivi per la produzione, lo stoccaggio, il trasporto, la misura e l'impiego dell'idrogeno; al momento il TC 197 opera attraverso 8 Working Group (WG):

- WG 1 *Liquid hydrogen - Land vehicle fuel tanks*
- WG 5 *Gaseous hydrogen - Land vehicle filling connectors*
- WG 6 *Gaseous hydrogen and hydrogen blends - Land vehicle fuel tanks*
- WG 8 *Hydrogen generators using water electrolysis process*
- WG 9 *Hydrogen generators using fuel processing technologies*
- WG 10 *Transportable gas storage devices - Hydrogen absorbed in reversible metal hydrides*
- WG 11 *Gaseous hydrogen and hydrogen blends - Fuelling stations*
- WG 12 *Hydrogen fuel - Product specification*

ISO TC 197 ha finora pubblicato i seguenti documenti:

- ISO 13984:1999, *Liquid hydrogen - Land vehicle fuelling system interface*
- ISO 14687:1999/Cor1:2001, *Hydrogen Fuel - Product specification*
- ISO/PAS 15594:2004, *Airport hydrogen fuelling facility operations*
- ISO/TR 15916:2004, *Basic considerations for the safety of hydrogen systems*

Nel recente *plenary meeting* di Yokohama (Luglio 2004) è stato costituito il cosiddetto Ad Hoc Working Group - Hydrogen Components. L'obiettivo di questo gruppo è quello di effettuare la consultazione degli standard già esistenti (nazionali ed internazionali) per controllare se essi possano essere in qualche modo utilizzati per le problematiche connesse all'idrogeno: ciò consentirà di produrre un elenco dei documenti riconosciuti come adatti, di fornire un elenco dei campi in cui le normative esistenti non si dimostrano adeguate per l'impiego con idrogeno ed infine di indicare un percorso da seguire per lo sviluppo di normative per componenti che utilizzano idrogeno. Il gruppo dovrà presentare il rapporto finale al successivo *plenary meeting* di ISO TC 197.

È di interesse anche il lavoro svolto dai seguenti Technical Committee:

- ISO TC 22, *Road vehicles*: ha per oggetto le problematiche di compatibilità, interscambio e sicurezza di tutti i veicoli e dei loro accessori; in particolare

- il Subcommittee SC 21, *Electric road vehicles*, si occupa della definizione delle condizioni di funzionamento del veicolo, della sua sicurezza, dell'installazione dell'accumulo energetico (la batteria o un altro mezzo come la *fuel cell*) nonché della corretta terminologia per la definizione delle caratteristiche di un veicolo elettrico e dei metodi di misura delle sue prestazioni e del suo consumo energetico
- il Subcommittee SC 25, *Vehicles using gaseous fuels*, si occupa di sistemi e componenti per veicoli alimentati con combustibili gassosi

- ISO TC 58, *Gas cylinders*: lo scopo di questo TC è la standardizzazione delle bombole per gas, dei loro raccordi e delle caratteristiche legate alla loro fabbricazione e al loro impiego; in particolare il Subcommittee SC 3, *Cylinder design*, collabora con il WG 6 di ISO TC 197

- ISO TC 220, *Cryogenic vessels*: TC costituito per sviluppare norme di standardizzazione nel campo dei recipienti isolati (a vuoto o non a vuoto) per lo stoccaggio ed il trasporto di gas liquefatti refrigerati di classe 2 secondo le "Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model regulations - of the United Nations" (ora alla 13^a edizione), con particolare riferimento alla progettazione dei recipienti e dei loro accessori di sicurezza, alla compatibilità gas/materiali, alle prestazioni dell'isolamento, ai requisiti operativi delle apparecchiature e degli accessori.

2.2 International Electrotechnical Commission (IEC)

IEC (www.iec.ch) è l'organismo responsabile, nel mondo, dello sviluppo di standard globali e di consenso in campo elettrotecnico. Il Technical Committee di riferimento per i sistemi di idrogeno è il TC 105, *Fuel Cell Technologies*, creato nel 1999: lo scopo di IEC TC 105 è quello di sviluppare una serie di standard internazionali riguardanti la tecnologia delle *fuel cell* in tutte le sue applicazioni; esso è composto da 10 Working Group, ciascuno impegnato nella stesura della parte di competenza del futuro documento IEC 62282, *Fuel cell technologies*:

- WG 1 *Terminology*
- WG 2 *Fuel cell modules*
- WG 3 *Stationary fuel cell power plants - Safety*
- WG 4 *Performance of Fuel Cell Power Plants*
- WG 5 *Stationary Fuel Cell Power Plants - Installation*
- WG 6 *Fuel cell systems for propulsion and auxiliary power units (APU)*
- WG 7 *Portable fuel cell appliances - Safety and performance requirements*
- WG 8 *Fuel cell technologies - Part 6-1: Micro fuel cell power systems - Safety*
- WG 9 *Fuel cell technologies - Part 6-2: Micro fuel cell power systems - Performance*
- WG 10 *Micro fuel cell power systems - Interchangeability*

Il TC 105 ha finora pubblicato il solo documento IEC 62282-2:2004, *Fuel cell technologies - Part 2: Fuel cell modules*; inoltre è in fase di stampa il documento IEC 62282-1 TS, *Fuel cell technologies - Part 1: Terminology*.

2.3 Society of Automotive Engineers (SAE)

SAE (www.sae.org) è una organizzazione no-profit scientifica e di educazione finalizzata allo sviluppo dell'ingegneria dei sistemi per la mobilità. Il SAE Fuel Cell Standards Committee creato nel 1999 ha lo scopo di produrre standard per veicoli alimentati a *fuel cell* (sicurezza, prestazioni, affidabilità e riciclabilità dei sistemi a *fuel cell* quando impiegati su veicolo), stabilire delle procedure di prova che garantiscano uniformità nei risultati delle prove sulle prestazioni di veicolo/sistemi/componenti e definire i requisiti per l'interfaccia dei sistemi verso il veicolo.

Di seguito sono riportati i Workgroup e la Task Force che costituiscono il SAE Fuel Cell Standards Committee insieme con i documenti pubblicati e quelli in via di sviluppo:

- *Fuel Cell Emissions Workgroup*
 - SAE J2572, *Recommended practice for Measuring the Exhaust Emissions, Energy Consumption and Range of Fuel Cell powered Electric Vehicles Using compressed Gaseous Hydrogen* (in via di sviluppo)
- *Fuel Cell Interface Workgroup*
 - SAE J2600, *Compressed Hydrogen Vehicle Fueling Connection Devices* (2002)
 - SAE J2601, *Compressed Hydrogen Vehicle Refueling Communication Devices* (in fase di sviluppo)
- *Fuel Cell Performance Workgroup*
 - SAE J2615, *Testing Performance of Fuel Cell Systems for Automotive Applications* (2005)
 - SAE J2616, *Recommended Practice for Testing Performance of the Fuel Processor Subsystem of an Automotive Fuel Cell System* (in via di sviluppo)
 - SAE J2617, *Recommended Practice for Testing Performance of PEM Fuel Cell Sub-system for Automotive Applications* (in via di sviluppo)
- *Fuel Cell Recyclability Workgroup*
 - SAE J2594, *Recommended Practice to Design for Recycling Proton Exchange Membrane (PEM) Fuel Cell Systems* (2003)
- *Fuel Cell Reliability Workgroup*
 - SAE J2722, *Recommended Practice for the durability testing of Testing of PEM Fuel Cell Stacks* (in via di sviluppo)
- *Fuel Cell Safety Workgroup*
 - SAE J2578, *Recommended Practice for General Fuel Cell Vehicle Safety* (2002)
 - SAE J2579, *Recommended Practice for Hazardous Fluid Systems in Fuel Cell Vehicles* (in via di sviluppo)
 - SAE J1766, *Recommended Practice for Electric and Hybrid Electric Vehicle Battery Systems Crash Integrity Testing* (in fase di aggiornamento per includere le *Fuel Cell Power Sources*)
- *Fuel Cell Terminology Workgroup*
 - SAE J2574, *Fuel Cell Vehicle Terminology* (2002)
- *Fuel Cell Fuel Specifications Task Force*
 - SAE J2719, *H2 Quality Specification Guideline for Fuel Cell Vehicles* (in fase di sviluppo)

2.4 Stati Uniti

Negli Stati Uniti, i regolamenti federali che si applicano all'idrogeno sono contenuti principalmente in 49 CFR (1995) e 29 CFR (1996), per brevità spesso citati come DOT (Department of Transportation) ed OSHA (Occupational Safety and Health Administration); DOT si applica al trasporto

dell'idrogeno mentre OSHA si applica alla sua manipolazione sicura sul posto di lavoro; in particolare 29 CFR 1910.103, intitolato *Hydrogen*, fornisce le disposizioni relative alla sicurezza del lavoratore in un impianto per lo stoccaggio e l'utilizzo dell'idrogeno.

Diverse sono le organizzazioni che lavorano per la realizzazione di codici, standard e linee guida; tra questi si ricordano per la loro importanza:

1) National Fire Protection Association (NFPA)

NFPA (www.nfpa.org) è una associazione dedicata esclusivamente alla prevenzione e sicurezza antincendio; ha pubblicato i due standard più noti in materia di idrogeno:

- NFPA 50A, *Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites* (1999)
- NFPA 50B, *Standard for Liquefied Hydrogen Systems at Consumer Sites* (1999);

questi standard fissano i requisiti per l'accumulo di idrogeno.

Altri documenti di interesse pubblicati da NFPA sono:

- NFPA 52, *Compressed Natural Gas Vehicular Fuel Systems Code* (2002); la prossima edizione conterrà i requisiti per le stazioni di rifornimento di idrogeno
- NFPA 55, *Storage, Use and Handling of Compressed Gases and Cryogenic Fluids in Portable and Stationary Containers, Cylinders and Tanks* (2005); questa edizione ha incorporato NFPA 50A e NFPA 50B
- NFPA 68, *Guide for Explosion Venting* (2002)
- NFPA 70, *National Electrical Code®* (2005)
- NFPA 497, *Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas* (2004)
- NFPA 853, *Standard for the Installation of Stationary Fuel Cell Power Plants* (2003)

Si ricorda infine che, poiché l'impiego dell'idrogeno tocca molti e differenti codici e standard, alla fine del 2002 è stato formato il cosiddetto NFPA Hydrogen Coordinating Group (www.nfpa.org/Ecommittee/hcgroup/hcgroup.asp) con il compito di far sì che NFPA affronti tutti gli aspetti dell'impiego dell'idrogeno e di garantire l'armonizzazione delle prescrizioni riguardanti l'idrogeno contenute in documenti NFPA sviluppati da suoi comitati tecnici diversi.

2) American Society of Mechanical Engineers (ASME)

ASME (www.asme.org) rappresenta un riferimento sia nel campo dei recipienti in pressione che dei sistemi di tubazioni. ASME ha recentemente attivato due gruppi di lavoro:

- B31 Hydrogen Section Committee, con l'obiettivo di sviluppare un nuovo codice contenente requisiti specifici per *piping* e *pipeline* di idrogeno che vada ad integrare il codice ASME B31 riguardante la progettazione e la costruzione sicura di sistemi con tubazioni in pressione

- BPVC (Boiler and Pressure Vessel Code) Project team, con l'obiettivo di sviluppare i requisiti per lo stoccaggio dell'idrogeno in serbatoi fissi, da trasporto e portatili; gli standard prodotti consentiranno lo stoccaggio in fase gassosa fino 100 MPa e l'impiego di materiali compositi e di idruri metallici.

ASME ha inoltre pubblicato il documento ASME PTC 50, *Performance Test Code for Fuel Cell Power System Performance* (2002).

3) Compressed Gas Association (CGA)

CGA (www.cganet.com) si dedica allo sviluppo e alla promozione di standard e pratiche di sicurezza nel campo dei gas industriali.

Tra le pubblicazioni in materia di idrogeno si possono ricordare:

- CGA G-5, *Hydrogen* (2002)
- CGA G-5.3, *Commodity Specification for Hydrogen* (2004)
- CGA G-5.4, *Standard for Hydrogen Piping Systems at Consumer Locations* (2005)
- CGA G-5.5, *Hydrogen Vent Systems* (2004)
- CGA H-1, *Service Conditions for Portable, Reversible Metal Hydride Systems* (2004)
- CGA H-2, *Guidelines for the Classification and Labeling of Hydrogen Storage Systems with Hydrogen Absorbed in Reversible Metal Hydrides* (2004)
- CGA P-6, *Standard Density Data, Atmospheric Gases & Hydrogen* (2000)
- CGA P-28, *Risk Management Plan Guidance Document for Bulk Liquid Hydrogen Systems* (2003)
- CGA PS-17, *CGA Position Statement on Underground Installation of Liquid Hydrogen Storage Tanks* (2004)

Numerose sono inoltre le pubblicazioni di interesse riguardanti l'impiego di gas compressi e liquefatti.

3 EUROPA

3.1 La direttiva SEVESO II e le direttive di nuovo approccio

Una attività in cui viene impiegato idrogeno può essere oggetto delle prescrizioni contenute nella direttiva SEVESO II (direttiva 96/82/CE, recepita in Italia con il D.Lgs. 334/99) se l'idrogeno utilizzato supera il quantitativo minimo fissato di 5 tonnellate; tuttavia, tale valore risulta ancora troppo elevato per le attuali applicazioni, di carattere principalmente dimostrativo, prototipale o comunque di media e piccola scala.

Possono invece essere applicate a vario titolo ai sistemi ed alle attività in cui viene impiegato l'idrogeno le direttive comunitarie figlie della Risoluzione del 7 maggio 1985, relativa ad una nuova strategia in materia di armonizzazione tecnica e normalizzazione. Si distingue tra:

- direttive di prodotto (art. 95 del Trattato che istituisce la Comunità Europea)
 - indirizzate al fabbricante del prodotto
 - fondate sul principio della libera circolazione dei prodotti nel mercato comune
- direttive sociali (art. 137 del Trattato)
 - indirizzate al datore di lavoro
 - stabiliscono i requisiti minimi di sicurezza, salute e igiene sui luoghi di lavoro (gli Stati membri possono adottare normative nazionali più vincolanti)

Sono normative che non si riferiscono direttamente all'idrogeno ma sono comunque ad esso applicabili in quanto aventi come oggetto sostanze infiammabili oppure atmosfere potenzialmente esplosive oppure sistemi che possono utilizzare, tra gli altri, idrogeno. Esse si fondano sull'analisi del rischio che, insieme con le tecniche qualitative e quantitative ad essa associate, permette di individuare i rischi specifici dell'applicazione tecnologica che si vuole realizzare e di ridurli ad un livello ritenuto accettabile.

Tra le direttive di prodotto si possono indicare, con le relative leggi italiane di attuazione:

- Direttiva 98/37/CE - D.P.R. 459/96 (Direttiva Macchine)
- Direttiva 94/9/CE - D.P.R. 126/98 (Direttiva ATEX)
- Direttiva 97/23/CE - D.Lgs. 93/2000 (Direttiva PED)
- Direttiva 1999/36/CE - D.Lgs. 23/2002 (Direttiva TPED)

- Direttiva 73/23/CEE - Legge 791/77 (Direttiva Bassa Tensione)

- Direttiva 89/336/CEE - D.Lgs. 615/96 (Direttiva EMC)

Tra le direttive sociali si possono indicare:

- Direttiva 89/391/CEE - D.Lgs. 626/94 (Direttiva Quadro)
- Direttiva 1999/92/CE - D.Lgs. 233/2003 (ATEX II)

In materia di sicurezza ed igiene sui luoghi di lavoro, i cui principi generali sono contenuti nel D.Lgs. 626/94, si segnala il D.Lgs. 233/2003, con il quale è stata data attuazione alla direttiva 1999/92/CE (detta ATEX II) relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive. Sono connesse con la presente problematica le pubblicazioni EN, recepite in Italia dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI, www.ceiuni.it), riguardanti le costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas; tra queste si ricordano le seguenti pubblicazioni:

- CEI EN 60079-10 (CEI 31-30), *Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi* (Ed. 2^a, 2004)
- CEI 31-35 (pubblicazione CEI), *Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi* (Ed. 2^a, 2001)
- CEI EN 60079-14 (CEI 31-33), *Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)* (Ed. 2^a, 2004).

3.2 CEN e CENELEC

CEN (European Committee for Standardization, www.cenorm.be) e CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization, www.cenelec.org) sono gli organi competenti per la normalizzazione industriale ai quali è affidato il compito di elaborare le specifiche tecniche, tenendo conto del livello tecnologico del momento, di cui le industrie hanno bisogno per produrre ed immettere sul mercato prodotti conformi ai requisiti essenziali fissati dalle direttive europee. Attività di interesse sono:

- CEN/CENELEC Joint Working Group *Fuel Cell Gas Heating Appliances* (documento relativo in fase di sviluppo)
- CEN TC 19 *Expert Watch Group on Fuels for Fuel Cells* (committee in via di formazione)

In Italia, l'interfaccia ufficiale di questi organismi europei sono gli organi normatori nazionali UNI e CEI.

3.3 La Commissione Economica per l'Europa presso l'ONU (UN-ECE o ECE-ONU)

Oggi in Europa l'omologazione dei veicoli avviene sempre più secondo i Regolamenti della Commissione Economica per l'Europa presso l'ONU (www.unece.org). Detti Regolamenti sono quelli a cui la Comunità ha aderito in qualità di parte contraente dell'Accordo di Ginevra del 1958 ("1958 Agreement") per l'adozione di condizioni uniformi di omologazione e per il riconoscimento reciproco dell'omologazione di apparecchiature e parti di veicoli a motore: alcuni di Regolamenti ECE-ONU sono considerati sostitutivi dell'omologazione CE concessa a norma delle direttive particolari indicate nelle direttive per l'omologazione dei veicoli a motore.

La Commissione Economica per l'Europa presso l'ONU sta svolgendo al momento l'attività di maggiore interesse in materia di omologazione dei veicoli alimentati ad idrogeno; il WP.29 (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations) ha infatti iniziato lo sviluppo di due possibili Regolamenti: le bozze di questi documenti sono state prodotte al termine della Fase I del progetto EIHP, *European Integrated Hydrogen Project* (punto 3.5) e, durante la sessione del WP.29 del Marzo 2001, sono state presentate dalla Germania (che ne è tuttora il maggiore promotore) come possibili Regolamenti secondo il "1958 Agreement". Da allora i due documenti sono stati ulteriormente sviluppati dall'apposito GRPE informal group on Hydrogen and Fuel Cells Vehicles (HFCV) di ECE-ONU.

I due Regolamenti in preparazione hanno per oggetto:

- norme riguardanti l'omologazione dei veicoli a motore a gas idrogeno compresso (CGH₂):

UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF:

I. SPECIFIC COMPONENTS OF MOTOR VEHICLES USING COMPRESSED GASEOUS HYDROGEN

II. VEHICLES WITH REGARD TO THE INSTALLATION OF SPECIFIC COMPONENTS FOR THE USE OF COMPRESSED GASEOUS HYDROGEN

- norme riguardanti l'omologazione dei veicoli a motore ad idrogeno liquido (LH₂):

UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF:

I. SPECIFIC COMPONENTS OF MOTOR VEHICLES USING LIQUID HYDROGEN

II. VEHICLES WITH REGARD TO THE INSTALLATION OF SPECIFIC COMPONENTS FOR THE USE OF LIQUID HYDROGEN

Il campo di applicazione è limitato ai componenti utilizzati per lo stoccaggio e la distribuzione dell'idrogeno al *fuel cell system* o al motore a combustione interna e alla loro installazione a bordo del veicolo. Il corpo e la struttura dei due documenti si ispirano a quelli del Regolamento R110 relativo all'omologazione di veicoli alimentati a gas naturale: pertanto la prima parte descrive i requisiti che devono possedere gli specifici componenti dei veicoli a motore che utilizzano il particolare carburante in oggetto (è quindi rivolta al costruttore di questi componenti), la seconda parte discute invece l'installazione di tali sistemi sul veicolo (è quindi rivolta al costruttore del veicolo).

La partecipazione delle delegazioni di Stati Uniti e Giappone alla Sessione del Gennaio 2004 ha aperto la strada alla stesura di Regolamenti GTR (Global Technical Regulation) dedicati non solo alla sicurezza del sistema di stoccaggio a bordo ma alla sicurezza del veicolo nella sua interezza. Si deve pertanto decidere se sospendere la stesura dei due Regolamenti in preparazione e partire con la quella dei Regolamenti GTR oppure approvarli come provvisori e limitati nel tempo e successivamente farli confluire nei redigenti Regolamenti GTR.

Si noti infine che ECE-ONU sta lavorando per estendere al carburante idrogeno alcuni dei documenti già pubblicati, riguardanti aspetti quali ad esempio le emissioni di inquinanti o il consumo di combustibile.

3.4 European Industrial Gases Association (EIGA)

EIGA (www.eiga.org) è un'organizzazione di carattere tecnico che rappresenta la vasta maggioranza delle aziende

europee ed un certo numero di aziende non europee che producono e distribuiscono gas industriali; ad essa sono inoltre legate diverse associazioni nazionali dei gas industriali. Nel quadro della propria attività EIGA ha così pubblicato un'ampia letteratura tecnica, nella quale si trovano anche alcuni documenti dedicati alla gestione dell'idrogeno:

- IGC Doc 15/96, *Gaseous hydrogen stations* (2002)
- DOC 06/02, *Safety in storage, handling and distribution of liquid hydrogen* (2002)
- IGC Doc 100/03, *Hydrogen cylinders and transport vessels* (2003)
- IGC Doc 121/04, *Hydrogen transportation pipelines* (2004)
- IGC Doc 122/04, *Environmental impacts of hydrogen plants* (2004).

Questi documenti sono principalmente dei *code of practice*, quindi delle norme di buona tecnica, e si fondano sulle migliori pratiche industriali disponibili e sull'esperienza delle aziende di settore che fanno parte di EIGA: al loro interno viene sempre ribadito il rispetto delle normative nazionali in materia dei sistemi presi in considerazione.

EIGA ha prodotto altre interessanti pubblicazioni riguardanti l'impiego di gas compressi e liquefatti: tra queste si ricorda IGC Doc 75/01/E/rev, *Determination of safety distances* (2001), perché fornisce i concetti base di una metodologia, fondata sull'analisi di rischio, per la determinazione delle distanze di sicurezza, dal momento che i valori numerici di queste distanze possono essere piuttosto differenti da documento normativo a documento normativo.

3.5 European Integrated Hydrogen Project (EIHP)

EIHP (www.eihp.org) è un progetto finanziato dalla Comunità Europea che mira a creare le basi per l'armonizzazione della legislazione europea in materia di veicoli con propulsione ad idrogeno e dei relativi componenti ed infrastrutture, allo scopo di facilitarne l'introduzione, lo sviluppo e l'impiego quotidiano in sicurezza sulle strade pubbliche.

Il progetto si è sviluppato fino a questo momento attraverso due fasi successive, entrambe terminate:

- nel corso della Fase I (02/1998 - 01/2000; finanziamento nell'ambito del Quarto Programma Quadro), sono state sviluppate due bozze di Regolamento per l'impiego dell'idrogeno come carburante per autotrazione; queste sono state presentate nel 2001 al GRPE / WP.29 (vedere punto 3.3) della Commissione Economica per l'Europa presso l'ONU e da allora sono state ulteriormente sviluppate dall'apposito GRPE informal group on Hydrogen and Fuel Cells Vehicles (HFCV) del suddetto organismo
- nel corso della Fase II (01/02/2001 - 31/01/2004; finanziamento nell'ambito del Quinto Programma Quadro), l'attività svolta si è concentrata sul miglioramento e validazione delle bozze di Regolamento prodotte, sullo sviluppo di procedure per le ispezioni periodiche del veicolo e sullo sviluppo di requisiti per nuove bozze di standard, procedure di rifornimento ed ispezioni periodiche per i componenti ed i sistemi (interfacce di rifornimento comprese) dell'infrastruttura di rifornimento di idrogeno; tra i documenti prodotti si ricorda la bozza di normativa per stazioni di rifornimento, *Gaseous Hydrogen Vehicle Refuelling Station*, che nella sostanza utilizza il documento IGC Doc 15/96 come base per il testo, NFPA 50A per la predisposizione delle

distanze di sicurezza ed una direttiva dell'ente tedesco TÜV (1999) sulle stazioni di rifornimento di gas naturale per la classificazione delle aree a rischio di esplosione.

4 ITALIA

4.1 Comitato Termotecnico Italiano (CTI), Sottocomitato 02, Gruppo Consultivo 06 "Idrogeno"

Il Comitato Termotecnico Italiano (CTI, www.cti2000.it), ente federato all'UNI che svolge attività normativa ed unificatrice in campo termotecnico, ha attivato all'interno del proprio Sottocomitato 02 (SC02) un apposito Gruppo Consultivo (GC06) dedicato all'idrogeno. Il Gruppo riunisce rappresentanti di Ministeri, aziende, mondo accademico. L'attività del Gruppo Consultivo è rivolta all'azione normativa nazionale e internazionale nel settore della produzione, dello stoccaggio e dell'utilizzo dell'idrogeno; l'obiettivo è la creazione di un Mirror Committee italiano delle attività di ISO TC 197. Al momento il Gruppo sta discutendo il proprio Business Plan ed identificando possibili referenti per i propri Gruppi di Lavoro nonché possibili esperti italiani per i Working Group di ISO TC 197.

4.2 Gruppo di Lavoro VV.F.

Motivato dai diversi progetti avviati in Italia che prevedevano la realizzazione di stazioni per il rifornimento di autoveicoli alimentati con idrogeno e dall'assenza di una adeguata normativa di prevenzione incendi ad esse dedicata, il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (Ministero dell'Interno) ha costituito nel 2002 un apposito Gruppo di Lavoro incaricato di regolamentare gli impianti suddetti. Il Gruppo è costituito da rappresentanti del Corpo Nazionale e del mondo accademico (Università di Pisa). Durante il proprio lavoro il Gruppo ha prodotto uno schema di regola tecnica che è stato successivamente approvato (Giugno 2004) dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico per la prevenzione incendi (C.C.T.S.) del Ministero dell'Interno; acquisiti i pareri positivi di altri Ministeri competenti (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero delle Attività Produttive), il documento deve ora espletare la procedura di informazione in sede comunitaria ai sensi delle disposizioni vigenti.

Attualmente, su specifica designazione ministeriale, il Gruppo sta lavorando alla regolamentazione univoca, ai fini della prevenzione incendi, dell'impiego dell'idrogeno in diversi ambiti produttivi e del settore civile.

Coerentemente con il nuovo mandato, il Gruppo ha prodotto una bozza di linea guida, recentemente sottoposta alle parti interessate, contenente i requisiti che dovrebbero soddisfare i singoli componenti dei veicoli a motore ad idrogeno gassoso ed i requisiti derivanti dall'integrazione di detti componenti sul veicolo stesso: in questo modo sarà possibile avere a disposizione linee guida sufficienti a consentire la circolazione di un numero limitato di autovetture rispondenti a standard progettuali uniformi. Si noti che l'obiettivo del documento non è quello di indicare la

procedura di omologazione dei singoli componenti e del veicolo intero ma piuttosto di definire le caratteristiche attese del veicolo che consentano di individuarne le eventuali limitazioni di impiego (parcamenti, limiti di velocità, ecc.) nell'ambito di attività a rischio di incendio e per questo motivo soggette a controllo da parte del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

A breve, il Gruppo si appresta inoltre ad affrontare il problema del trasporto dell'idrogeno via tubazione.

5 CONCLUSIONI

Il presente articolo ha mostrato che l'attività di normazione nel campo delle applicazioni dell'idrogeno come vettore energetico si presenta in forte sviluppo, prolifica e vivace sia a livello nazionale che internazionale.

Ciò che si vuole sottolineare in conclusione è che l'idrogeno non è intrinsecamente più pericoloso degli altri combustibili; qualsiasi combustibile può essere causa di incidente: se infatti non bruciasse, non sarebbe impiegato come tale! L'idrogeno è pericoloso come sono pericolosi gli altri combustibili ma con modalità che sono differenti: ciò che risulta estremamente importante è conoscere quali sono i reali pericoli posti dall'idrogeno perché il vero rischio è quello di aspettarsi da esso il comportamento tipico dei combustibili tradizionali, del gas naturale, del GPL senza prendere invece in reale considerazione quelle che sono le sue specifiche proprietà, le stesse che il settore industriale ha comunque dimostrato gestibili.

Compito quindi di chi produce la normativa deve essere quello di fare proprie le caratteristiche suddette in modo da predisporre documenti normativi che stimolino la progettazione di sistemi sicuri non solo perché dotati di adeguate salvaguardie (filosofia della protezione) ma anche perché in grado da soli di portarsi in condizioni di sicurezza (filosofia della prevenzione).

ACRONIMI

| | |
|--------------------|--|
| ATEX: | <u>A</u> Tmosphere <u>E</u> Xplosible |
| CFR: | Code of Federal Regulation |
| CGH ₂ : | Compressed Gaseous Hydrogen |
| EMC: | ElectroMagnetic Compatibility |
| IGC: | Industrial Gases Council |
| LH ₂ : | Liquid Hydrogen |
| PED: | Pressure Equipment Directive |
| TPED: | Transportable Pressure Equipment Directive |

RINGRAZIAMENTI

Il presente lavoro è stato reso possibile grazie ad un finanziamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio