

Caratterizzazione ai fini della sicurezza antincendio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione

Autori

Dott. Ing. Fabrizio Ceccherini, Dirigente Generale del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, Coordinatore del Gruppo di Lavoro del Dipartimento dei Vigili del fuoco, denominato "Problematiche Idrogeno".

Dott. Ing. Nicola Grasso, dottorando in Energetica Elettrica e Termica presso la facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa, componente del Gruppo di Lavoro del Dipartimento dei Vigili del fuoco, denominato "Problematiche Idrogeno".

Dott. Ing. Nicola Ciannelli, Direttore Vice-dirigente del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, Segretario Tecnico del Gruppo di Lavoro del Dipartimento dei Vigili del fuoco, denominato "Problematiche Idrogeno".

Sommario

Nel corso dell'anno 2002, su specifica designazione del Ministero dell'Interno, è stato costituito un Gruppo di Lavoro incaricato di regolamentare ai fini della prevenzione incendi gli impianti di distribuzione di idrogeno gassoso per autotrazione.

Diversi erano i progetti allora avviati in Italia che prevedevano la realizzazione di stazioni di rifornimento di autoveicoli alimentati ad idrogeno e vi erano non poche difficoltà da parte dei Comandi Provinciali VV.F. ad affrontare in maniera appropriata le valutazioni necessarie al rilascio dei pareri di competenza. Inoltre, l'assenza di un riferimento normativo rendeva plausibile la possibilità di avere sul territorio nazionale installazioni caratterizzate da strategie di sicurezza del tutto eterogenee.

Il Gruppo di Lavoro è arrivato alla definizione di una bozza di regola tecnica che è stata pubblicata come Decreto Ministeriale 31 agosto 2006 sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 213 del 13 settembre 2006 con il titolo *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione*. In considerazione della sua pubblicazione le procedure di approvazione hanno ricevuto un'accelerazione consistente, consentendo nell'arco dell'ultimo anno l'approvazione di tre progetti di realizzazione di impianti di distribuzione.

Definizione di una strategia di sicurezza antincendio per impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione

Sono descritte le caratteristiche salienti del Decreto Ministeriale 31 agosto 2006.

Il testo del Decreto Ministeriale 31 agosto 2006 segue lo schema di regola tecnica di prevenzione incendi che disciplina gli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione (D.M. 24.05.2002), mutuandone puntualmente i contenuti in via analogica e adattandoli opportunamente alle specificità del rifornimento di idrogeno. Si è scelto di seguire questa strada per sfruttare la consolidata ed affidabile struttura che caratterizza il testo e ne rende i contenuti più facilmente accessibili da parte degli addetti ai lavori. Inoltre, l'approccio prescrittivo che distingue lo schema suddetto è stato giudicato particolarmente appropriato in relazione alla necessità di uniformare le caratteristiche di sicurezza dei primi impianti di distribuzione.

In base allo schema adottato, il documento risulta pertanto suddiviso in due parti:

1) il Decreto Ministeriale vero e proprio; esso è costituito dai seguenti articoli:

- Art. 1. - Scopo e campo di applicazione
- Art. 2. - Obiettivi
- Art. 3. - Disposizioni tecniche
- Art. 4. - Ubicazione
- Art. 5. - Commercializzazione CE
- Art. 6. - Disposizioni complementari e finali

2) l'Allegato, contenente la regola tecnica di prevenzione incendi, cioè le disposizioni tecniche per la progettazione, costruzione ed esercizio dell'impianto di distribuzione; esso è suddiviso nei seguenti Titoli:

- Titolo I - DISPOSIZIONI GENERALI
- Titolo II - MODALITÀ COSTRUTTIVE
- Titolo III - DISTANZE DI SICUREZZA
- Titolo IV - NORME DI ESERCIZIO
- Titolo V - IMPIANTI PER IL RIFORNIMENTO DI FLOTTE AZIENDALI
- Titolo VI - IMPIANTI MISTI DI DISTRIBUZIONE STRADALE PER AUTOTRAZIONE

Il Decreto (Art. 1) ha per scopo l'emanazione di disposizioni di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione. Le tipologie di impianto considerate sono le seguenti:

- a) impianti alimentati da condotta esterna o da impianto di produzione in sito
- b) impianti alimentati da carro bombolaio
- c) impianti per il rifornimento di flotte aziendali con produzione in sito di idrogeno di capacità inferiore a 50 Nm³/h.

La peculiarità rispetto al D.M. 24.05.2002 è che si consente una pressione massima all'erogatore di 350 bar. Questa scelta appare quanto mai opportuna in ragione dell'evoluzione normativa e tecnologica connessa alle apparecchiature in pressione e all'impiego dell'idrogeno come combustibile per autotrazione.

È stata introdotta la tipologia con idrogeno prodotto in sito dal momento che la stazione di rifornimento di idrogeno per autotrazione ha la peculiarità di poter essere non soltanto un "deposito" ma anche "impianto di produzione" dell'idrogeno. Le tecnologie di produzione possono essere variegata e, al momento, quelle mature e più diffuse per garantire le quantità minime di idrogeno necessarie alle attuali stazioni sono senza dubbio:

- elettrolisi
- *steam reforming*

La prima consiste nel separare l'idrogeno dall'ossigeno dell'acqua con l'ausilio di energia elettrica; il secondo è un processo in cui gli idrocarburi reagiscono con il vapore acqueo a temperature elevate (800-1000 °C) liberando atomi di idrogeno, ma rilasciando anidride carbonica come sottoprodotto.

L'ultima tipologia di impianto è stata invece introdotta nell'ottica della verosimile diffusione in tempi brevi dell'impiego dell'idrogeno per l'alimentazione di piccole flotte aziendali (aziende di trasporto municipalizzate, cooperative di taxi), connessa alle crescenti problematiche ambientali ed alla sempre più diffusa sensibilizzazione dell'opinione pubblica in materia, nonché all'esigenza di contenimento delle emissioni inquinanti nei centri storici o altri ambiti; a questa tipologia è stato dedicato il Titolo V dell'Allegato.

Ai fini della prevenzione degli incendi ed allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone e alla tutela dei beni (Art. 2), gli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione sono realizzati e gestiti in modo da garantire i seguenti, tipici obiettivi della prevenzione incendi:

- a) minimizzare le cause di rilascio accidentale di idrogeno, di incendio e di esplosione
- b) limitare, in caso di evento incidentale, danni alle persone
- c) limitare, in caso di evento incidentale, danni ad edifici e/o locali contigui all'impianto
- d) permettere ai soccorritori di operare in condizioni di sicurezza.

La regola tecnica contenuta in Allegato è stata predisposta (Art. 3) al fine di raggiungere gli obiettivi suddetti. Si osserva infine che le ubicazioni permesse (Art. 4) sono sostanzialmente identiche a quelle prescritte per le stazioni di rifornimento di gas naturale (D.M. 24/05/02) e di GPL (D.P.R. 24/10/03, n. 340); è quindi possibile costruire una stazione di rifornimento di idrogeno in

zone con le stesse caratteristiche di una stazione di rifornimento di gas naturale; questa scelta ha lo scopo di consentire all'idrogeno impiegato come combustibile per autotrazione una disponibilità, accessibilità e reperibilità che non lo penalizzino rispetto al gas naturale e agli altri carburanti e, così, di poter sfruttare appieno le sue qualità di combustibile ecologico, specialmente per l'impiego in ambito urbano. La stessa individuazione dell'area in cui ubicare l'impianto non dovrebbe costituire un problema dal momento che proprio per gas naturale e G.P.L. è già il Comune che sarà sede dell'impianto ad indicare, mediante apposito P.R.G.-Piano Carburanti, le aree consentite per l'installazione di nuove stazioni di rifornimento.

È importante osservare che (art. 5) il documento ammette l'impiego di prodotti provenienti da uno dei Paesi dell'Unione europea, o da uno dei Paesi contraenti l'accordo SEE, legalmente riconosciuti sulla base di norme armonizzate ovvero di norme o regole tecniche applicate in tali Stati che permettono di garantire un livello di protezione, ai fini della sicurezza antincendio, equivalente a quello perseguito nel documento stesso.

Nell'Allegato, per ogni tipologia di alimentazione (Titolo I) sono definiti gli elementi che possono costituire l'impianto e, tra questi, sono indicati quelli considerati "elementi pericolosi dell'impianto" ai fini della determinazione delle distanze di sicurezza (Titolo III). Tra gli elementi costitutivi sono inoltre indicati quelli a cui si possono conferire caratteristiche di sicurezza di 1° e 2° grado a seconda che le caratteristiche costruttive dei relativi manufatti siano tali da garantire, in caso di eventuale scoppio, il contenimento dei materiali sia lateralmente che verso l'alto (sicurezza di 1° grado) o solo lateralmente (sicurezza di 2° grado). Tali gradi di sicurezza sono conseguiti realizzando le protezioni secondo le prescrizioni riportate nel Titolo II; queste sono identiche a quelle contenute nel D.M. 24/05/02, dal momento che esse costituiscono modalità costruttive generali e ritenute adeguate quando si impiegano gas compressi. Il Titolo VI contiene infine le prescrizioni per la costruzione di impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione installati nell'ambito di stazioni di distribuzione stradale di altri carburanti.

L'individuazione dei possibili elementi di una assegnata tipologia di impianto ha reso necessaria un'approfondita analisi preliminare delle diverse problematiche connesse con la produzione, la distribuzione e lo stoccaggio dell'idrogeno allo scopo di definire il modello di stazione atteso nel medio-breve termine. L'analisi ha evidenziato che la tipologia di stazione con produzione in sito dell'idrogeno non risulta caratterizzata da elementi costitutivi differenti da quelli di una stazione alimentata da condotta, se si esclude l'impianto di produzione stesso; pertanto, a livello di elementi costitutivi, queste tipologie sono state ricondotte ad un'unica soluzione come impianti alimentati da condotta esterna o mediante idrogeno prodotto in sito. Si noti che per distinguere tra le due sottotipologie è stato introdotto il concetto di "area di pertinenza dell'impianto di distribuzione" all'interno della quale sono ricondotte tutte le attività funzionali all'esercizio della stazione di rifornimento di idrogeno; in base a tale concetto, se l'impianto di produzione che fornisce l'idrogeno alla stazione ricade all'interno dell'area suddetta, la stazione deve essere considerata alimentata da impianto di produzione in sito; invece, se esso ricade all'esterno di tale area, la stazione deve essere considerata alimentata da condotta. In sostanza, per una stazione di rifornimento di idrogeno gassoso per autotrazione sono quindi previste le seguenti tipologie di alimentazione distinte:

- impianti alimentati da condotta o mediante idrogeno prodotto in sito
- impianti alimentati da carro bombolaio.

Per entrambe le tipologie sono stati ipotizzati i seguenti elementi costitutivi:

impianti alimentati da condotta o mediante idrogeno prodotto in sito	impianti alimentati da carro bombolaio
<ul style="list-style-type: none"> a) impianto per la produzione in sito di idrogeno b) cabina di riduzione della pressione e di misura del gas idrocarburo c) dispositivo di misurazione del gas idrogeno (nel solo caso di alimentazione da condotta esterna) d) locale compressori e) locale contenente recipienti di accumulo f) uno o più apparecchi di distribuzione automatici per il rifornimento degli autoveicoli g) box per i carri bombolai h) cabina per la trasformazione dell'energia elettrica i) locali destinati a servizi accessori (ufficio del gestore, locale vendita, magazzino, servizi igienici, impianto di lavaggio, officina senza utilizzo di fiamme libere, posto di ristoro, abitazione del gestore, ecc.) 	<ul style="list-style-type: none"> a) locale contenente recipienti di accumulo b) locale compressori c) uno o più apparecchi di distribuzione automatici per il rifornimento degli autoveicoli d) uno o più box per i carri bombolai e) cabina per la trasformazione dell'energia elettrica f) locali destinati a servizi accessori (ufficio del gestore, locale vendita, magazzino, servizi igienici, impianto di lavaggio, officina senza utilizzo di fiamme libere, posto di ristoro, abitazione del gestore, ecc.)

Nel seguito sono descritte le principali misure di sicurezza adottate nella regola tecnica per soddisfare gli obiettivi enunciati all'Art. 2.

Modalità costruttive dei locali

Sono descritte delle caratteristiche di sicurezza con cui realizzare i locali per l'installazione dei componenti di un impianto di distribuzione.

È possibile conferire caratteristiche di sicurezza di 1° e 2° grado:

- agli elementi costitutivi dell'impianto indicati con le lettere a), b), d) e) e g) per quanto riguarda gli impianti alimentati da condotta o mediante idrogeno prodotto in sito
- agli elementi costitutivi dell'impianto indicati con le lettere a), b), e d) per quanto riguarda quelli alimentati da carro bombolaio

Fanno eccezione a quanto appena detto i locali di stoccaggio, che sono realizzati esclusivamente con caratteristiche di sicurezza di 1° grado.

I gradi di sicurezza sono conseguiti realizzando le protezioni secondo le indicazioni seguenti:

sicurezza di 1° grado	sicurezza di 2° grado
<ul style="list-style-type: none"> - il locale deve essere costruito con muri in calcestruzzo armato dello spessore minimo di 15 cm o in altro materiale incombustibile di equivalente resistenza meccanica. - per i lati in adiacenza ad altre parti dell'impianto, i muri divisorii devono avere uno spessore di almeno 20 cm e devono essere privi di aperture. - sono consentiti i fori di passaggio di componenti di impianti tecnologici di collegamento. - la copertura deve essere costituita da elementi di travi o da soletta continua, in calcestruzzo cementizio armato o in acciaio, tali da assicurare il contenimento di eventuali schegge proiettate verso l'alto. Nel caso di copertura con soletta continua, 	<ul style="list-style-type: none"> - i muri perimetrali devono essere costruiti in muratura di mattoni pieni a due teste, oppure in calcestruzzo armato di spessore non inferiore a 15 cm, o in altro materiale incombustibile di equivalente resistenza meccanica. - la copertura deve essere di tipo leggero in materiali incombustibili; devono essere realizzate aperture collocate in posizioni tali da consentire una naturale ventilazione del locale. In corrispondenza delle aperture di aerazione deve essere realizzata una protezione antintrusione con cancellata o rete metallica. La somma delle superfici aperte, al netto degli ingombri delle protezioni antintrusione, deve essere pari ad almeno un decimo della superficie in

devono essere realizzate aperture collocate in posizioni tali da consentire una naturale ventilazione del locale. In corrispondenza delle aperture di aerazione deve essere realizzata una protezione antintrusione con cancellata o rete metallica. La somma delle superfici aperte, al netto degli ingombri delle protezioni antintrusione, deve essere pari ad almeno un decimo della superficie in pianta del locale.

- (solo per locale di stoccaggio e carro bombolaio) l'altezza dei muri, lungo tutti i lati del locale, deve essere maggiore di almeno 1 m rispetto al punto più alto dei recipienti.

pianta del locale.

Si noti che esiste un limite superiore al quantitativo di gas accumulabile in box all'interno di un locale di stoccaggio: tale limite è fissato a 2000 Nm^3 . Pertanto, se un locale deve contenere recipienti per una capacità complessiva di accumulo superiore a 2000 Nm^3 , il locale stesso deve essere suddiviso in box. Questo è un principio generale mutuato dalle regole tecniche relative ai locali di un impianto di accumulo (D.M. 24/11/84 [5]) e ai locali di stoccaggio di una stazione di rifornimento (D.M. 24/05/02 [3]) di gas naturale.

Distanze di sicurezza

Sono descritte le distanze di sicurezza prescritte per la separazione degli elementi pericolosi di un impianto di distribuzione.

Come noto, in Italia, nel campo della prevenzione incendi sono definite tre differenti tipologie di distanza di sicurezza (D.M. 30/11/83):

- distanza di protezione: valore minimo, stabilito dalla norma, delle distanze misurate orizzontalmente tra il perimetro in pianta di ciascun elemento pericoloso di una attività e la recinzione (ove prescritta) ovvero il confine dell'area su cui sorge l'attività stessa
- distanza di sicurezza interna: valore minimo, stabilito dalla norma, delle distanze misurate orizzontalmente tra i rispettivi perimetri in pianta dei vari elementi pericolosi di una attività
- distanza di sicurezza esterna: valore minimo, stabilito dalla norma, delle distanze misurate orizzontalmente tra il perimetro in pianta di ciascun elemento pericoloso di una attività e il perimetro del più vicino fabbricato esterno alla attività stessa o di altre opere pubbliche o private oppure rispetto ai confini di aree edificabili verso le quali tali distanze devono essere osservate

Queste distanze sono assegnate da una specifica regola tecnica a determinati elementi dell'attività, che per questo motivo sono definiti "elementi pericolosi dell'impianto"; ciascuna regola tecnica indica, tra gli elementi che possono costituire un impianto, quelli considerati pericolosi ai fini della determinazione delle distanze di sicurezza. La scelta di questi elementi è legata alla quantità di combustibile da essi trattato (quindi dal carico di incendio ad essi associato), alla maggiore o minore probabilità di avere un rilascio di combustibile e alle conseguenze che potrebbero derivare a seguito di tale rilascio nei confronti di attività condotte all'interno dell'impianto (distanza di sicurezza interna) oppure di attività o edifici presenti nelle sue vicinanze (distanza di sicurezza esterna).

Nel caso della stazione di rifornimento di idrogeno sono considerati elementi pericolosi dell'impianto gli elementi costitutivi indicati in precedenza ad esclusione:

- delle lettere c), h) ed i) per quanto riguarda gli impianti alimentati da condotta esterna o mediante idrogeno prodotto in sito
- delle lettere e) ed f) per quanto riguarda quelli alimentati da carro bombolaio.

Le aree su cui sorgono gli elementi pericolosi dell'impianto, ad eccezione degli apparecchi di distribuzione, devono essere tutte recintate; la recinzione deve essere realizzata ad una distanza pari

alla distanza di protezione prescritta per quell'elemento, deve essere di altezza non inferiore a 1,8 m e può essere realizzata in muratura o in pannelli prefabbricati di calcestruzzo o con rete metallica sostenuta da pali su cordolo di calcestruzzo.

La regola tecnica assegna le distanze di sicurezza mediante apposite tabelle in funzione del grado di sicurezza con cui è stato realizzato l'elemento pericoloso dell'impianto, ad eccezione degli apparecchi di distribuzione che sono sempre ubicati all'aperto (Tabella 1, Tabella 2, Tabella 3); sono ammesse, comunque, sia delle condizioni che consentono la riduzione delle distanze di sicurezza assegnate sia delle condizioni che producono il raddoppio delle distanze di sicurezza esterna (il raddoppio è finalizzato alla protezione di edifici destinati alla collettività come scuole, ospedali, e di luoghi in cui è frequente l'affluenza di persone).

Le distanze prescritte sono identiche, per valori di pressione fino a 200 bar, a quelle richieste nel caso del gas naturale; questa scelta è stata fatta sia perché quei valori sono risultati coerenti con le aree di danno desunte da rapporti di sicurezza validati e relativi ad attività a rischio di incidente rilevante con presenza di stoccaggio di idrogeno a tali pressioni di accumulo sia per la continua sorveglianza richiesta mediante i sistemi di rilevazione ed allarme presenza gas. Per valori di pressione superiori e fino a 350 bar, data la minore esperienza operativa e la mancanza di analoga documentazione per tali campi di pressione, si è ritenuto opportuno incrementare del 50% le distanze suddette piuttosto che ricorrere ad altre misure di protezione passiva, come le pareti tagliafiamma, che avrebbero ulteriormente appesantito un *layout* di impianto di per sé già pesante. Ciò non esclude comunque una futura revisione delle suddette distanze alla luce delle esperienze di esercizio.

Di seguito sono riportate le tabelle suddette.

Tabella 1
Elementi con sicurezza di 1° grado

Elemento	Distanza di protezione [m]	Distanza di sicurezza interna [m]	Distanza di sicurezza esterna [m]
Cabina di riduzione e misura del gas idrocarburo	2	-	10
Locale compressori	5	-	20
Locale recipienti di accumulo	5	-	20
Box carro bombolaio	5	-	20

Tabella 2
Elementi con sicurezza di 2° grado

Elemento	Distanza di protezione [m]	Distanza di sicurezza interna [m]	Distanza di sicurezza esterna [m]
Cabina di riduzione e misura del gas idrocarburo	2	10	10
Locale compressori	10	10	20
Box carro bombolaio	10	10	20

Tabella 3
Apparecchi di distribuzione automatici

Elemento	Distanza di protezione [m]	Distanza di sicurezza interna [m]	Distanza di sicurezza esterna [m]
Apparecchi di distribuzione	10	8	20

Oltre alle distanze suddette sono specificate le distanze che si devono garantire tra gli elementi pericolosi e locali destinati a servizi accessori che possono essere presenti sulla stazione quali ufficio o abitazione del gestore, magazzino, servizi igienici, impianto lavaggio, posti di ristoro e/o vendita, cabina energia elettrica, linee elettriche aeree con assegnati valori di tensione.

È ragionevole che la diffusione di impianti di distribuzione di idrogeno passi anche attraverso la realizzazione di questi nell'ambito di stazioni di rifornimento con carburanti tradizionali, in ragione degli evidenti vantaggi che ne derivano in termini economici e di visibilità verso l'utenza. La distanza di sicurezza è anche lo strumento utilizzato per consentire l'installazione della stazione di rifornimento di idrogeno in prossimità di stazioni di rifornimento di altri carburanti (Titolo VI): in questo caso sono prescritte le distanze di separazione tra assegnati elementi pericolosi delle stazioni adiacenti (Tabella 4). Analogamente a quanto prescritto per le distanze di sicurezza al Titolo III, le suddette distanze devono essere incrementate del 50% per pressioni superiori a 200 bar.

Tabella 4
Distanze prescritte per la realizzazione di impianti misti

Tipo di esposizione	Distanze di sicurezza per impianti misti di distribuzione di carburante [m]	
	Elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di idrogeno	Apparecchi di distribuzione di idrogeno
Serbatoi di benzina e gasolio	10	
Serbatoi di GPL	20	10
Elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di gas naturale	15	8
Apparecchi di distribuzione		8

L'impianto di produzione in sito dell'idrogeno

Sono descritte le peculiarità che caratterizzano l'impianto di produzione in sito dell'idrogeno rispetto agli altri elementi costitutivi dell'impianto di distribuzione.

Tra gli elementi pericolosi della stazione di rifornimento di idrogeno, l'impianto di produzione in sito rappresenta una eccezione sia in termini di modalità costruttive che di distanze di sicurezza. Infatti, le modalità tecniche adottabili per la sua realizzazione, variegata ed in continua evoluzione, e le difficoltà di tradurle in forma deterministica hanno reso preferibile per questi sistemi una strategia di sicurezza fondata sulla metodologia dell'analisi di rischio tralasciando, in questo unico caso, l'approccio prescrittivo che invece caratterizza l'intero Allegato. Pertanto, se previsto, l'impianto per la produzione in sito dovrà essere oggetto di specifica valutazione di rischio, da svolgere coerentemente con le modalità seguite quando una particolare attività soggetta a controllo di prevenzione incendi non è disciplinata da alcuna regola tecnica.

In linea generale si può sostenere che laddove la produzione di idrogeno derivi dall'acqua, l'impianto di produzione di idrogeno non aggiunge rischi ulteriori alla stazione di rifornimento concepita in conformità alle disposizioni descritte in precedenza. Ne deriva che in questi casi la collocazione dell'impianto di produzione all'interno della stazione di rifornimento scaturisce principalmente dal soddisfacimento di esigenze tecnico-organizzative. A titolo esemplificativo si può ritenere perfettamente attuabile una configurazione di impianto che prevede l'apparecchiatura di produzione idrogeno di tipo elettrolitico incorporata all'interno del locale compressori con una capacità di accumulo/smorzamento che però non ecceda i 300 Nm³/h.

Altre caratteristiche di sicurezza

Sono descritte le ulteriori prescrizioni per la realizzazione dell'impianto di distribuzione.

1) *Impianto gas*

Per impianto gas si intende l'insieme di tubazioni, valvole di intercettazione, di scarico e di sicurezza, nonché di apparecchiature che compongono la rete di alimentazione, compressione, smorzamento, accumulo, distribuzione del gas e sistema di emergenza. Per questi componenti la regola tecnica prescrive una progettazione in base alle prescrizioni della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione (PED).

Tra le soluzioni prescritte si ricorda l'impiego di:

- valvole di sicurezza, che impediscono il superamento delle pressioni massime di esercizio
- valvole di intercettazione (chiaramente individuate da apposite targhette di identificazione) per l'isolamento dei componenti
- valvola di eccesso di flusso inserita in adiacenza al punto di ancoraggio tra le tubazioni di adduzione e gli apparecchi di distribuzione; tali valvole devono impedire la fuoriuscita di gas, anche in caso di asportazione accidentale dell'apparecchio
- un dispositivo di scarico in atmosfera che consente di convogliare l'idrogeno in apposita tubazione di dispersione in atmosfera, in area sicura, ad una distanza minima (2,5 m) dal piano di calpestio

2) *Sistema di emergenza*

È un sistema comandato da pulsanti di sicurezza, con riarmo manuale, collocati in prossimità del locale compressori, della zona rifornimento veicoli e del locale gestore; esso deve essere in grado di:

- isolare completamente le tubazioni di mandata agli apparecchi di distribuzione mediante valvole di intercettazione comandate a distanza, poste a valle di qualsiasi serbatoio di accumulo con capacità complessiva superiore a 50 Nm³
- isolare completamente la linea di bassa pressione dall'aspirazione dei compressori
- interrompere integralmente il circuito elettrico dell'impianto e delle installazioni accessorie, ad esclusione delle linee preferenziali che alimentano gli impianti di sicurezza.

3) *Sistemi di rilevazione*

Ulteriore peculiarità rispetto al D.M. 24.05.02 consiste nell'obbligo di sorvegliare tutti gli elementi pericolosi dell'impianto mediante l'installazione di sistemi di rilevazione d'idrogeno, di fiamma e di fumo collegati con il sistema di emergenza suddetto. Detta scelta trae origine dalla peculiarità dell'idrogeno di essere impiegato in assenza di odorizzanti e di bruciare senza fiamma visibile, da cui ne consegue l'impossibilità di rilevare tempestivamente rilasci di gas e i conseguenti eventuali incendi.

4) *Impianti elettrici, di terra e di protezione delle scariche atmosferiche*

Sono richiesti impianti elettrici, di terra e di protezione delle scariche elettriche atmosferiche realizzati a norma di legge (Legge 1 marzo 1968, n. 186). L'alimentazione delle varie utenze, fatta eccezione per gli impianti idrici antincendio, deve essere intercettabile, oltre che dalla cabina elettrica, anche da un altro comando ubicato in posizione protetta. Le tubazioni e le strutture metalliche devono essere connesse con l'impianto generale di messa a terra. Inoltre, se i locali contenenti i principali sistemi di idrogeno non risultano autoprotetti da fulmini, si devono predisporre impianti parafulmini, preferibilmente del tipo a gabbia.

5) *Sistemi di protezione antincendio*

Sono indicati i sistemi antincendio (rete di naspi e idranti, impianti di estinzione automatici a pioggia, estintori portatili e/o carrellati) che devono essere previsti sull'impianto con le relative caratteristiche.

6) *Norme di esercizio*

Le norme di esercizio prescritte sono identiche a quelle disposte per un impianto di distribuzione di gas naturale per autotrazione in quanto costituiscono delle norme comportamentali di principio nella pratica del rifornimento di un combustibile gassoso compresso.

L'esercizio dell'impianto è ammesso solamente sotto sorveglianza di una o più persone, formalmente designate al controllo dell'esercizio stesso, che abbiano una conoscenza della conduzione dell'impianto, dei pericoli e degli inconvenienti che possono derivare dai prodotti utilizzati o stoccati e della prevista, opportuna pianificazione di emergenza.

Inoltre, il rifornimento deve essere eseguito da personale addetto e durante l'operazione di erogazione il suddetto personale deve osservare e far osservare le seguenti prescrizioni:

- a) posizionare almeno un estintore, pronto all'uso, in dotazione all'impianto, nelle vicinanze dell'apparecchio di distribuzione e a portata di mano
- b) accertarsi che i motori degli autoveicoli da rifornire siano spenti
- c) rispettare e far rispettare il divieto di fumare, anche a bordo del veicolo e comunque impedire che vengano accese o fatte circolare fiamme libere entro un raggio di almeno sei metri dal perimetro degli apparecchi di distribuzione
- d) non rifornire assolutamente i recipienti mobili (bombole e/o carri bombolai) con gli erogatori dedicati al rifornimento dei veicoli

Per quanto riguarda la segnaletica di sicurezza è obbligatorio che siano rispettate tutte le seguenti disposizioni:

- Decreto Legislativo 14 agosto 1996, n. 493
- nell'ambito dell'impianto ed in posizione ben visibile deve essere esposta idonea cartellonistica riprodotte uno schema di flusso dell'impianto gas ed una planimetria dell'impianto di distribuzione
- nella zona di rifornimento, devono essere posti dei cartelli indicanti che il veicolo può essere rimesso in moto solamente dopo che la pistola di erogazione è stata disinserita da parte dell'addetto al rifornimento
- in prossimità degli apparecchi distributori idonea cartellonistica deve indicare le prescrizioni ed i divieti per gli automobilisti
- devono essere affisse istruzioni per gli addetti all'esercizio dell'impianto ed al rifornimento agli autoveicoli riportanti in particolare:
 - a) il comportamento da tenere in caso di emergenza
 - b) la posizione dei dispositivi di sicurezza
 - c) le manovre da eseguire per mettere in sicurezza l'impianto come, per esempio, l'azionamento dei pulsanti di emergenza ed il funzionamento dei presidi antincendio

Impianti per il rifornimento di flotte aziendali

Sono descritte le prescrizioni per la specifica tipologia di impianti per il rifornimento di flotte aziendali con produzione in sito di idrogeno di capacità inferiore a 50 Nm³/h.

Per quanto riguarda gli impianti destinati al rifornimento di flotte aziendali, caratterizzati da produzione di idrogeno inferiori a 50 Nm³/h, le opzioni attuate sono brevemente descritte di seguito.

Caratteristiche costruttive

Gli elementi costituenti gli impianti di rifornimento di flotte aziendali devono essere realizzati esclusivamente con caratteristiche di sicurezza di 1° grado e con aperture completamente schermate.

Recinzione

Se l'impianto è ubicato all'interno di una struttura aziendale la cui recinzione è realizzata con le caratteristiche indicate in Allegato al Decreto, non si rende necessaria una ulteriore recinzione dei locali contenenti gli elementi pericolosi, qualora siano soddisfatti entrambi i seguenti requisiti:

- a) l'area sia accessibile unicamente al personale incaricato del rifornimento
- b) le aperture dei locali sopraindicati siano protette da infissi metallici antintrusione.

Distanze di protezione

Devono essere rispettate le distanze di protezione indicate in precedenza.

Distanze di sicurezza interne

Tra gli elementi costituenti l'impianto di distribuzione e tra questi e gli altri elementi costituenti la struttura dell'azienda entro la quale è ubicato l'impianto, devono essere rispettate le distanze di sicurezza interne indicate in precedenza, ad eccezione della distanza tra gli apparecchi di distribuzione che può essere ridotta fino a 4 m.

Distanze di sicurezza esterne

Devono essere rispettate le distanze di sicurezza esterne indicate in precedenza. Le distanze di sicurezza esterne devono essere rispettate anche nei confronti di elementi che costituiscono la struttura aziendale ove si svolgono attività ricomprese nell'elenco allegato al Decreto Ministeriale 16 febbraio 1982.

Prescrizioni di sicurezza

Gli apparecchi di distribuzione devono essere dotati di giunto antistrappo sulla manichetta di carico. Le linee di carico ad alta pressione devono essere frazionate in tronchi che alimentino contemporaneamente non più di venti veicoli.

Conclusioni

Senza dubbio l'idrogeno costituisce il combustibile per eccellenza ai fini del contenimento di emissioni nocive connesse con l'autotrazione.

L'emanazione del Decreto Ministeriale 31 agosto 2006 assume particolare rilievo nell'ambito delle problematiche di sicurezza antincendio connesse con la distribuzione dell'idrogeno. Infatti, a differenza di altre occasioni, il Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco ha affrontato fin da subito gli aspetti inerenti la riduzione dei relativi rischi di incendio, agevolandone la diffusione in maniera omogenea su tutto il territorio nazionale, sia a livello territoriale che di caratteristiche di sicurezza. Nel contempo, la pubblicazione di una norma di tipo prescrittivo e compatibile con gli attuali livelli di sviluppo tecnologico caratterizza di fatto le stazioni di rifornimento di idrogeno nell'ambito nazionale e costituisce inoltre un modello attuativo in ambito internazionale.

Si osserva inoltre che la combinazione opportuna dei riferimenti normativi relativi alle stazioni di rifornimento di gas naturale e di idrogeno consente anche la realizzazione di stazioni di rifornimento di miscele di idrogeno e metano. Le miscele in questione sono destinate a rifornire automezzi circolanti con motori a combustione interna realizzati per l'alimentazione a metano; detta scelta è finalizzata a ridurre ulteriormente le emissioni in atmosfera di anidride carbonica rispetto al metano.