



European Train the Trainer Programme for Responders

Lezione 10

Affrontare le esplosioni di idrogeno

LIVELLO I

Vigile del Fuoco

Le informazioni contenute in questa lezione sono rivolte al livello **Vigile del Fuoco** e successivi.

La lezione è disponibile anche ai livelli III e IV.

La lezione fa parte del materiale didattico per i livelli I – IV : Vigile del Fuoco, Capo Squadra, Funzionario di Guardia e Specialista. L'introduzione della lezione riporta le competenze e aspettative di apprendimento

Nota: il materiale è proprietà del Consorzio HyResponder e dovrebbe essere riconosciuto conformemente; gli output del progetto HyResponse sono stati utilizzati come materiale di riferimento



Dichiarazione di limitazione di responsabilità

Nonostante l'attenzione prestata durante la preparazione di questo documento, si applica la seguente dichiarazione di limitazione delle responsabilità: le informazioni in questo documento vengono fornite così come sono e non viene fornita alcuna garanzia che le informazioni siano adatte ad uno scopo particolare. L'utente utilizza le informazioni a suo esclusivo rischio e responsabilità.

Il documento riflette solo le opinioni degli autori. La FCH JU e l'Unione Europea non sono responsabili per qualsiasi uso che possa essere fatto delle informazioni ivi contenute.

Disclaimer

Despite the care that was taken while preparing this document the following disclaimer applies: the information in this document is provided as is and no guarantee or warranty is given that the information is fit for any particular purpose. The user thereof employs the information at his/her sole risk and liability.

The document reflects only the authors' views. The FCH JU and the European Union are not liable for any use that may be made of the information contained therein.

Ringraziamenti

Il progetto è stato finanziato dal Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) con il grant agreement N. 875089. Il JU riceve supporto dal programma di ricerca ed innovazione European Union's Horizon 2020 ed il Regno Unito, Francia, Austria, Belgio, Spagna, Germania, Italia, Repubblica Ceca, Svizzera, Norvegia.

Acknowledgements

This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (now Clean Hydrogen Partnership) under Grant Agreement No 875089. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation program, Hydrogen Europe and Hydrogen Europe Research.

Sommario

Questa lezione presenta le caratteristiche principali delle esplosioni "chimiche", cioè deflagrazioni e detonazioni, e delle "esplosioni fisiche", cioè rotture catastrofiche dei serbatoi.

Keywords

Deflagrazioni, detonazioni.

Indice

Sommario	3
Keywords	3
1. Target audience.....	5
1.1 Descrizione del ruolo: Vigile del Fuoco	5
1.2 Livello di competenza: Vigile del Fuoco	5
1.3 Prerequisiti per l'apprendimento: Vigile del Fuoco	5
2. Introduzione e obiettivi	5
3. Terminologia rilevante	6
4. Gli effetti delle onde d'urto sulle persone e strutture	6
Ringraziamenti	7
Bibliografia.....	7

Lezione 10: Affrontare le esplosioni di idrogeno

1. Target audience

Le informazioni contenute in questa lezione sono indirizzate al Livello 1: Vigile del Fuoco. Le lezioni sono anche disponibili per i livelli III e IV: Funzionario di Guardia e Specialista.

La descrizione del ruolo, livello di competenza e aspettative di apprendimento per il Vigile del Fuoco sono descritte di seguito.

1.1 Descrizione del ruolo: Vigile del Fuoco

Un vigile del fuoco si occupa e dovrebbe essere in grado di eseguire operazioni in sicurezza con dispositivi di protezione individuale (PPE), compresi respiratori (BA), utilizzando le attrezzature fornite, come veicoli, scale, manichette, estintori, strumenti di comunicazione e di soccorso, in qualsiasi condizione climatica in aree e situazioni di emergenza che ci si può realisticamente aspettare.

1.2 Livello di competenza: Vigile del Fuoco

Formazione nell'uso sicuro e corretto di PPE, BA e altre attrezzature che si prevede saranno utilizzate durante le operazioni di primo intervento. I soccorritori devono essere supportati da conoscenze e pratiche adeguate. I comportamenti che proteggeranno loro e gli altri colleghi dovrebbero essere descritti dalle procedure operative standard (SOP). È richiesta la capacità pratica di valutare dinamicamente il rischio per la propria sicurezza e degli altri.

1.3 Prerequisiti per l'apprendimento: Vigile del Fuoco

EQF 2 Conoscenza concreta di base del campo di lavoro o di studio. Abilità cognitive e pratiche di base necessarie per l'utilizzo di informazioni rilevanti al fine di svolgere compiti e risolvere problemi di routine utilizzando regole e strumenti semplici. Lavorare o studiare sotto supervisione con una certa autonomia.

2. Introduzione e obiettivi

L'economia dell'idrogeno è diventata parte della nostra vita quotidiana. I veicoli alimentati ad idrogeno sono già sulle nostre strade. Eventuali esplosioni di idrogeno possono generare alti livelli di sovrappressione e quindi rappresentare una minaccia per la vita dell'uomo e il patrimonio. La sicurezza delle applicazioni automobilistiche a idrogeno e delle relative infrastrutture, inclusi garage, officine di manutenzione, parcheggi e tunnel è un tema di particolare interesse.

Abbiamo già discusso le proprietà e i rischi specifici associati ai diversi tipi di applicazione dell'FCH nelle lezioni precedenti. Questa lezione tratterà le esplosioni guidate da reazioni chimiche (da combustione) ed "esplosioni fisiche" (senza coinvolgere la combustione). Esistono due tipi di "esplosioni di combustione", ovvero deflagrazioni e detonazioni. Esistono altri tipi di "esplosioni", ad es. le "esplosioni fisiche" di recipienti per sovrappressione al di sopra del limite stabilito a causa di un eccesso di riempimento (rottura del serbatoio), come risultato

Lezione 10: Affrontare le esplosioni di idrogeno

di una reazione incontrollata, ecc. La parola “esplosione” è piuttosto un gergo ed eviteremo il suo utilizzo in questa lezione dove e quando possibile. A volte l'uso del termine "esplosione" potrebbe portare a malintesi. Ad esempio, alcune norme introducono erroneamente il cosiddetto “limite di esplosività” [1]. Ciò avviene nonostante ci possa essere una differenza significativa tra il “limite di infiammabilità”, che è rilevante per le deflagrazioni, e il “limite di detonabilità” [1]. Questa lezione introdurrà i soccorritori ai fenomeni associati a deflagrazioni e detonazioni, con le loro principali caratteristiche e conseguenze, nonché i possibili mezzi di prevenzione e mitigazione [1]. La tecnica di mitigazione più conveniente e ampiamente utilizzata è la “*deflagration venting*” ossia, lo “sfogo della deflagrazione”.

3. Terminologia rilevante

Deflagrazione (Deflagration) è il fenomeno in cui la zona di combustione si propaga a velocità inferiore a quella del suono (sub-sonica) in una miscela di incombusti [1].

Detonazione (Detonation) è il fenomeno in cui la zona di combustione si propaga a velocità superiore a quella del suono (supersonica) in una miscela di incombusti [1].

Dimensione di Cella (Cell size) è il parametro che caratterizza la sensibilità alla detonazione di una miscela di idrogeno-aria [2].

Sovrapressione (Overpressure) è la pressione dell’onda d’urto al di sopra di quella atmosferica, o la pressione all’interno di una struttura di contenimento che eccede la massima pressione operativa permessibile della struttura [3].

Velocità di fiamma (Flame speed) è la velocità della fiamma rispetto ad un osservatore fisso [2].

4. Gli effetti delle onde d’urto sulle persone e strutture

Le onde di pressione possono provocare danni in diversi modi. Questi vengono classificati come effetti primari, secondari e terziari [4].

- Effetti primari:
 - Danni all’apparato uditivo
 - Danni ai polmoni ed altri organi interni
- Effetti secondari:
 - Lesioni dovuti alla proiezione di frammenti (es. schegge di vetro)
 - Collasso di strutture sulle persone con conseguenti lesioni gravi o decesso
- Effetti terziari:
 - Traslazione del corpo di un individuo

Lezione 10: Affrontare le esplosioni di idrogeno

Non è solo la sovrappressione a determinare l'entità del danno, ma anche l'impulso applicato su una persona o un oggetto, il luogo in cui si trovano e i dispositivi personali (di protezione) indossati.

Tabella 1. Soglie di sovrappressione per danni all'uomo (all'aperto).

Effetto	Sovrapressione, kPa
Soglia di esposizione temporanea [5]: soglia "nessun danno" per determinare le distanze (perimetro di evacuazione)	1.35
1% probabilità di rottura del timpano (selezionato come soglia per le "lesioni") [6]	16.5
1% probabilità di decesso - emorragia polmonare (selezionato come soglia di "letalità") [6]	100

Tabella 2. Soglie di sovrappressione per danni agli edifici [6].

Danno	Sovrapressione, kPa
Danno minore all'edificio	4.8
Parziale demolizione dell'edificio – resti dell'edificio non abitabili	6.9
Quasi totale distruzione dell'edificio	34.5-48.3

Ringraziamenti

Si ringrazia il progetto HyResponse in quanto il materiale presentato in questa lezione e' basato sulle lezioni originali del progetto HyResponse.

Bibliografia

1. Molkov, V (2012). Fundamentals of hydrogen safety engineering, Part I and Part II. Available from: www.bookboon.com, free download e-book.
2. Dorofeev, SB (2007). Evaluation of safety distances related to unconfined hydrogen explosions. International Journal of Hydrogen Energy. Vol. 32, pp. 2118-2124.
3. NFPA, National Fire Protection Association (2009). Compressed Natural Gas (CNG) Vehicular Fuel Systems Code, 52.
4. HyFacts Project. Chapter DM. Hydrogen deflagrations and detonations. Available from: <http://hyfacts.eu/category/education-training/> [accessed on 04.01.16].
5. Baker, WE, Cox, PA, Westine, PS, Kulesz, JJ and Strehlow, RA (1983). Explosion hazards and evaluation. Elsevier Scientific Publishing Company.
6. Mannan, S (2005). Lees' Loss Prevention in the Process Industries, 3rd ed., vol. 1. Elsevier Butterworth-Heinemann.