

Alla c.a.

**Oggetto: Proposta di EMENDAMENTO da inserire nella Prossima Finanziaria**

**INTRODUZIONE: l'IDROMETANO, azioni e opportunità di innovazione nelle Imprese**

Nel percorso per la futura affermazione dell'idrogeno e delle Celle a Combustibile, l'IDROMETANO (miscela di metano e idrogeno) e le tecnologie per la sua produzione, distribuzione e utilizzo nella mobilità sostenibile, rappresentano un importante traguardo. I risultati ottenuti nei progetti sperimentali sino ad oggi realizzati, hanno permesso di validare le tecnologie utilizzate negli AUTOVEICOLI attraverso l'introduzione di materiali più adeguati e ulteriori sistemi di controllo. La possibilità di DISTRIBUZIONE a lungo raggio del combustibile tramite gasdotti, la sua produzione attraverso l'utilizzo delle FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI, il miglioramento e la riduzione delle EMISSIONI IN ATMOSFERA dei gas di scarico (CO<sub>2</sub>, CO e idrocarburi incombusti) sono i principali vantaggi che garantiscono una maggiore sostenibilità dell'idrometano (rispetto agli altri combustibili) nel suo intero ciclo di vita.

Inoltre la miscela idrometano è una soluzione ponte verso l'uso dell'idrogeno relativamente poco costosa, in quanto può utilizzare la rete logistica del gas metano, e non richiede grossi investimenti per la trasformazione dei veicoli a combustione interna.

Il 3 Aprile 2009 presso AGROFER (Cesena Fiera) si è tenuto un Workshop, al quale hanno partecipato numerose imprese, per presentare le ricerche realizzate dalla Regione Emilia-Romagna insieme ad ENEA e che ha visto la testimonianza diretta delle Aziende che operano nella filiera dell'IDROMETANO.

A fronte delle esigenze emerse, **Unioncamere Emilia-Romagna ed il Consorzio SIMPLER - Enterprise Europe Network con il supporto tecnico dell'Azienda Speciale CISE**, ha deciso di **costituire uno specifico Focus Group sull'idrometano e sulle Tecnologie di Produzione, Distribuzione e Utilizzo**, finalizzato alla realizzazione dei seguenti obiettivi:

1 - **valorizzare le esperienze positive ed i risultati conseguiti** dalle Aziende di trasporti ATM Ravenna e ATR Forlì, dal punto di vista del **rendimento del motore** che dal punto di vista della **riduzione dell'inquinamento da CO<sub>2</sub>**, attraverso il Progetto sperimentale realizzato con il supporto di ENEA ed il finanziamento dalla Regione Emilia Romagna;

2 - **dare maggiore visibilità alle Imprese** che sino ad oggi si sono impegnate nella nascita ed operatività della filiera dell'IDROMETANO (produzione, distribuzione ed utilizzo), attraverso il loro **coinvolgimento nella Rete SIMPLER** per usufruire delle **opportunità disponibili a livello comunitario** per rafforzare e allargare il proprio mercato;

3 - **realizzare un percorso di facilitazione delle procedure di omologazione dei veicoli alimentati a miscela idrogeno-metano**, che parta con il coinvolgimento "a monte" ed il confronto diretto delle Imprese coinvolte con il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Centro Prova Autoveicoli per identificare le migliori soluzioni tecniche e le procedure operative più adeguate (si evidenzia che attualmente è in corso un progetto realizzato da ENEA e ASTER, finanziato dalla CEE e coordinato dalla RER sullo stesso tema, il quale ha l'obiettivo di ottenere entro 36 mesi l'omologazione in esemplare unico del proprio veicolo alimentato con miscela idrogeno-metano, per poter inserire i mezzi nel regolare servizio pubblico al termine dei test sperimentali).

Al **Focus Group hanno aderito importanti stakeholders appartenenti ad enti pubblici (es. Regione Emilia-Romagna, ENEA, rappresentanti del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti) ed Imprese che operano nel settore del metano: impianti di distribuzione, sistemi di trasformazione dei veicoli, ecc. (vedi Allegato 1).**

A livello nazionale anche il Centro Ricerche Fiat è impegnato nella sperimentazione sull'utilizzo delle miscele di idrometano nelle auto ibride a benzina e metano in risposta ad un bando di Regione Lombardia, ed i **primi 10 autoveicoli dell'intera flotta alimentata da questa miscela circolano già sulle strade lombarde.**

Visto il crescente interesse per la mobilità sostenibile, in occasione di ECOMONDO il **28 ottobre 2009** è stato organizzato uno specifico **incontro di aggiornamento** sulle iniziative ed i progetti in essere e rafforzare la neonata "filiera", durante il quale, **in collaborazione con il Progetto Europeo LIFE+ MHyBUS coordinato dalla Regione Emilia-Romagna, presso lo Stand, è stato reso disponibile materiale informativo sull'IDROMETANO, sulle Tecnologie e le Imprese attive in tale ambito, inoltre è stato possibile visitare l'AUTOBUS sperimentale ATM ad IDROMETANO del progetto MHyBUS.**

## **ESIGENZE SPECIFICHE EMERSE**

Durante l'incontro del 28 ottobre hanno partecipato diverse imprese (vedi Allegato 2 - Elenco Presenti) nel pomeriggio si è svolta una Tavola Rotonda, durante la quale sono emerse le principali criticità che ad oggi non permettono al settore dell'auto e del metano di poter cogliere le opportunità che "potenzialmente" ci sarebbero se le auto alimentate a idrometano potessero circolare, apportando quindi benefici economici, ambientali e di sostenibilità nei trasporti.

Si evidenzia che per quanto riguarda i requisiti di sicurezza delle Stazioni di Rifornimento la miscela idrometano fino al 30 % in volume è stata considerata parificata al metano e su tale concetto si è espresso il Ministero degli interni in una specifica circolare, inoltre esistono già le normative per le stazioni di metano (DM 24 maggio 2002) e idrogeno (DM 31 Agosto 2006).

In questo momento di congiuntura economica sfavorevole più che mai si rende necessario un intervento che possa supportare il settore del metano (produzione, distribuzione e utilizzo nei veicoli), specialmente perché le possibilità di rilancio e crescita sono veramente concrete.

A supporto di questa affermazione è anche la legislazione comunitaria, la quale va proprio in questa direzione, con tempi diversi da nazione a nazione.

Infatti l'Italia si trova disallineata rispetto a quanto riportato all'interno del **Regolamento CE n.79/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 gennaio 2009 relativo all'omologazione di veicoli a motore alimentati a idrogeno e che modifica la direttiva 2007/46/CE (GUE n. 35L del 4/2/2009).**

**Pertanto a fronte di quanto sopra riportato siamo a chiedere il seguente EMENDAMENTO da inserire nella prossima FINANZIARIA, per fare in modo che le procedure di immissione in circolazione dei veicoli con alimentazione anche a metano e le norme relative alla componentistica siano estese ai veicoli alimentati anche con una miscela di metano/gas naturale e idrogeno fino al 30 % in volume, nelle more del recepimento delle specifiche norme relative all'idrogeno.**

**Questo in quanto dal punto di vista della sicurezza è stato già accertato dai vigili del fuoco che la miscela di idrometano, formata da metano e idrogeno fino al 30 % in volume, è stata parificata al metano, come riportato nella documentazione relativa al parere del Ministero degli Interni – Dipartimento dei Vigili del Fuoco "Gruppo di Lavoro – Problematiche Idrometano" e Studio di riferimento con Relazione Scientifica del Prof. Marco Nicola Carcassi dell'Università di Pisa (vedi allegato 3 e 4).**

**Si evidenzia che tale richiesta è frutto della concertazione delle Imprese aderenti al Focus Group sull'Idrometano costituito da Unioncamere Emilia-Romagna, Consorzio SIMPLER - Enterprise Europe Network con il supporto tecnico dell'Azienda Speciale CISE (allegato 1) e delle imprese presenti all'incontro del 28 ottobre 2009 presso ECOMONDO (allegato 2).**

**ALLEGATO 1**

**Focus Group sull'Idrometano costituito da Unioncamere Emilia-Romagna, Consorzio SIMPLER - Enterprise Europe Network con il supporto tecnico dell'Azienda Speciale CISE**

REFERENTE	AZIENDA/ENTE	E-MAIL	CITTA'
Carlo Buttasi	Consorzio Latterie Virgilio S.a.c. (MN)	<a href="mailto:c.buttasi@e-virgilio.com">c.buttasi@e-virgilio.com</a>	Mantova
Giordano Gozzi	Idro Meccanica s.r.l.	<a href="mailto:giordano@idromeccanica.it">giordano@idromeccanica.it</a>	Reggio Emilia
Arianna Cecchi	ASTER	<a href="mailto:arianna.cecchi@aster.it">arianna.cecchi@aster.it</a>	Bologna
Cazzola Vittorio	ATM Ravenna	<a href="mailto:vittoriocz@gmail.com">vittoriocz@gmail.com</a>	Ravenna
Iginio Benedetti	Autoidrogeno (PI)	<a href="mailto:info@autoidrogeno.it">info@autoidrogeno.it</a>	Pisa
Piero Lobietti	Az. Agrituristicca Mazzotti	<a href="mailto:pierolobietti@teledue.it">pierolobietti@teledue.it</a>	Ravenna
Eros Bravetti	Centro Prova Autoveicoli	<a href="mailto:direzione@cpabologna.191.it">direzione@cpabologna.191.it</a>	Bologna
Eduardo Donzelli	Centro Prova Autoveicoli	<a href="mailto:direzione@cpabologna.191.it">direzione@cpabologna.191.it</a>	Bologna
Claudio Malmesi	Centro Studi WWF	<a href="mailto:forli@wwf.it">forli@wwf.it</a>	Forlì
Enzo Rossi	Clean H2 Engineering	<a href="mailto:info@energierinnovabileidrogeno.com">info@energierinnovabileidrogeno.com</a>	Modena
Massimo Dall'aglio	E-gas / Gonos	<a href="mailto:m.dallaglio@gonos.eu">m.dallaglio@gonos.eu</a>	Forlì
Nicola Contrisciani	ENEA	<a href="mailto:nicola.contrisciani@enea.it">nicola.contrisciani@enea.it</a>	Bologna
Giuseppe Mele	ENI R&M	<a href="mailto:agente.livorno@eni.it">agente.livorno@eni.it</a>	Livorno
Claudio D'Angelo	ErreDue s.r.l.	<a href="mailto:claudiodangelo@erreduegas.it">claudiodangelo@erreduegas.it</a>	Livorno
Basilio Limuti	HERA Spa	<a href="mailto:basilio.limuti@gruppohera.it">basilio.limuti@gruppohera.it</a>	Bologna
Lorenzo Tardini	Idrogen2 S.r.l.	<a href="mailto:lorenzo.tardini@idrogen2.com">lorenzo.tardini@idrogen2.com</a>	Desio Milano
Giovanni Lanati	Ministero dei Trasporti	<a href="mailto:giovanni.lanati@mit.gov.it">giovanni.lanati@mit.gov.it</a>	Roma
Fabio Formentin	Regione Emilia-Romagna	<a href="mailto:fformentin@regione.emilia-romagna.it">fformentin@regione.emilia-romagna.it</a>	Bologna
Johachim Wilhem	Rosetti Marino	<a href="mailto:joachim.wilhelm@rosetti.it">joachim.wilhelm@rosetti.it</a>	Ravenna
Mauro Bossi	Stäubli Connectors Division	<a href="mailto:m.bossi@staubli.com">m.bossi@staubli.com</a>	Carata Brianza Milano
Massimo Berti	SUN System Spa	<a href="mailto:massimo.beriti@sunsystemconsulting.it">massimo.beriti@sunsystemconsulting.it</a>	Agente di Forlì
Ivo Antonini	SUN System Spa	<a href="mailto:ivo.antonini@sunsystemconsulting.it">ivo.antonini@sunsystemconsulting.it</a>	Milano
L. Baccilieri	Tartarini Auto	<a href="mailto:lbaccilieri@tartariniauto.it">lbaccilieri@tartariniauto.it</a>	Castel Maggiore (Bo)
Garutti Stefano	NGV Motori	<a href="mailto:stefano@ngvmotori.it">stefano@ngvmotori.it</a>	Gavassa - Reggio Emilia
A. Castagnini	AEB	<a href="mailto:a.castagnini@aeb-srl.com">a.castagnini@aeb-srl.com</a>	Cavriago (RE)
Daniele Ceccarini	LANDI RENZO	<a href="mailto:dceccarini@landi.it">dceccarini@landi.it</a>	Cavriago (RE)
Ubaldo Marra	AVM Area Vasta Mobilità S.p.A.	<a href="mailto:segreteria@avm.fc.it">segreteria@avm.fc.it</a>	Forlì FC
Marco Migliavacca	Associazione H2 Italia	<a href="mailto:migliavaccadue@gmail.com">migliavaccadue@gmail.com</a>	Milano

**ALLEGATO 2****Imprese presenti all'incontro del 28 ottobre 2009 presso ECOMONDO sull'Idrometano**

API COM	Alessandro	Sala
ASSOCIAZIONE H2 ITALIA	Marco	Migliavacca
ASTER	Stefano	Valentini
CISE	Luca	Bartoletti
DIMSPORT	Daniele	Sgoifo
ENEA	Nicola	Contrisciani
INSTITUT FÜR INNOVATIVE TECHNOLOGIEN BOZEN	Thomas	Klauser
INSTITUT FÜR INNOVATIVE TECHNOLOGIEN BOZEN	Martin	Gallmetzer
INVITALIA	Alessandro	Palmitelli
JOINT RESEARCH CENTRE (JRC)	Giorgio	Martini
JOINT RESEARCH CENTRE (JRC)	Massimo	Carriero
LANDI RENZO	Daniele	Ceccarini
REGIONE EMILIA ROMAGNA	Andrea	Normanno
REGIONE LOMBARDIA	Silvana	Di Matteo
UNIONCAMERE EMILIA ROMAGNA	Paolo	Montesi
VIGILI DEL FUOCO COMANDANTE	Carlo	Dall'Oppio
ATM S.P.A. AZ. TPL RAVENNA	Vittorio	Cazzola
A.E.B. SRL	Alberto	Castagnini
A.E.B. SRL	Enrico	Baisi
ADRIAJET SRL	Roberto	Bani
ASSOC.CONSUMATORI ASSOUTENTI-MARCHE	Antonio	BRUNO
ASTER	Arianna	Cecchi
ASTER	Daniela	Sani
CENTRO PER L'INNOVAZIONE SVILUPO ECONOMICO	Giulia	Bubbolini
CENTRO STUDI WWF	Claudio	Malmesi
CLAP S.P.A.	MARCO	PINELLI
CLAP SPA	gloria	selim
CLAP SPA	del bianco	lorenzo
COMPAGNIA PISANA TRASPORTI	Valerio	Bitassi
COMPAGNIA PISANA TRASPORTI SPA	luciano	mattii
COMUNE DI CESENATICO	RICCARDO	BENZI
COMUNE DI FUSIGNANO	Mirco	Bagnari
CONSORZIO ATR	alberto	dalla
COOPERATIVA SOCIALE LA CITTÀ VERDE	GIORGIO	ROSSO
CRA-SUI	Rosa	Marchetti
CRA-SUI	Rosa	Marchetti
CRPA SPA	Sergio	Piccinini
E-GAS SRL	Massimo	Dall'Aglio
ENI	Thomas	Gromeier
ERREDUE SRL	Claudio	D'Angelo
ETA-FLORENCE RENEWABLE ENERGIES	Chiara	Sagarese
FELSILAB	Alfredo	Donati
FELSILAB	Massimiliano	Livi
GELSIA RETI SRL	Mario Carlo	Borgotti
GELSIA RETI SRL	Antonio	Capozza
HYCNG	Giuseppe	Mele

IDRO MECCANICA S.R.L.	Giordano	Gozzi
IDROGEN2	Lorenzo	Tardini
INVITALIA	Fausto	Carbonara
LA ROMAGNOLA SOCIETA COOPERATIVA SOCIALE	VALTER	BIANCHI
MINISTERO DEI TRASPORTI - CENTRO PROVA ATOVEICOLI	Eduardo	Donzelli
MINISTERO DEI TRASPORTI - CENTRO PROVA ATOVEICOLI	Eros	Bravetti
MOVIMENTO FEDERALISTA EUROPEO	Lamberto	Zanetti
MOVIMENTO FEDERALISTA EUROPEO	Liliana	Digiacommo
NERI	simon	neri
NETWORK LAVORO ETICO	Fabio	Guenza
NGV MOTORI SRL	stefano	garuti
RANDSTAD ITALIA	Mara	Bozzolan
RISORSE ENGINEERING	Antonio	Zampiga
SAFE SRL	Michele	Petraccone
STAUBLI ITALIA SPA	STEFANO	ADVERSI
STUDIO PLANANDI DI DRADI ROBERTA	ROBERTA	DRADI
SUN SYSTEM SPA	Ivo	Antonini
TARTARINI AUTO	L.	Baccilieri
THEATRE SERVICE SRL	droghini	maria teresa
VESTECH	Marco	Valentini
ZAVOLI SRL	massimiliano	fissore



*Ministero dell'Interno*  
*Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso*  
*Pubblico e Difesa Civile*  
GRUPPO DI LAVORO "PROBLEMATICHE IDROGENO"

Prot. n. 12491  
Rif. RETE ITALIA 780T del 14.06.2007

LIVORNO 16-07-07

Alla Soc. ENI S.P.A.  
Via Vitaliano Brancati n° 64  
00144 R O M A

**OGGETTO:** Quesito relativo all'accorpamento in unica colonnina di erogazione di due pistole di erogazione, rispettivamente una per metano puro ed una per miscela di metano ed idrogeno.

In riscontro alla nota di codesta Società di cui al riferimento e relativa all'oggetto, a seguito delle risultanze degli specifici incontri tenuti sull'argomento dal Gruppo di Lavoro coordinato dallo scrivente, si espone quanto segue:

1. Il Titolo VI del D.M. 31.08.1006, prescrive distanze di sicurezza tra elementi pericolosi di impianti di tipo misto, in particolare viene fissata una distanza di sicurezza tra gli apparecchi di distribuzione di idrogeno puro e gli apparecchi di distribuzione gli altri combustibili per autotrazione (metano, GPL, benzine e gasolio);
2. La suddetta prescrizione trae origine dalla necessità di diversificare, ai fini della sicurezza antincendio, i diversi tipi di erogazione in funzione delle specifiche caratteristiche delle sostanze erogate (combustibili liquidi, gas pesanti quali GPL, gas leggeri quali il metano e gas ultraleggeri e non odorizzati quali l'idrogeno puro);
3. La prescrizione normativa introdotta, per altro prevista anche per l'erogazione di GPL o metano, non è funzione della composizione chimica della sostanza. Infatti per quel che riguarda il GPL non si fa alcuna distinzione tra le diverse miscele commerciali impiegate di propano e butano che pure si differenziano per le loro caratteristiche chimiche. Analoghe considerazioni possono formularsi per i diversi tipi di carburanti liquidi la cui erogazione è attualmente consentita in un unico apparecchio erogatore;
4. L'introduzione della miscela idrogeno-metano (denominata IDROMETANO), per altro non contemplata nel riferimento normativo citato, pone la questione interpretativa di come considerare, ai fini della sicurezza antincendio, la sostanza erogata. In particolare è necessario capire se l'idrometano è, per comportamento



- ai fini della sicurezza antincendio, assimilabile al metano o è da considerare una nuova sostanza del tutto differente dal metano;
5. Ai fini della percezione di un eventuale rilascio, l'odorizzazione del principale componente della miscela (metano) rende del tutto assimilabile al gas naturale la miscela stessa;
  6. Per quanto noto al GdL, sulla base delle conoscenze acquisite in letteratura sull'argomento e sulle sperimentazioni poste in essere da aziende del settore (si cita ILT di Pontedera e il Centro Ricerche Fiat), la miscela in questione è destinata 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 CO<sub>2</sub> rispetto al metano (riduzione dell'ordine del 22 % tenuto conto del minore contenuto energetico della sostanza);
  7. La suddetta considerazione è utile a stabilire che la presenza della percentuale in peso del 5% di idrogeno nel metano (30% in volume) non ha mostrato alcun effetto negativo sulla sicurezza degli automezzi circolanti e che l'alimentazione con idrometano di vetture nate per l'alimentazione a gas naturale non pone alcun problema di compatibilità, si può pertanto concludere che un eventuale accidentale rifornimento di idrometano in luogo del metano non pone alcun problema di sicurezza sulle vetture se non una diminuzione delle prestazioni del motore;
  8. Per le stesse considerazioni sopra esposte (alimentazione dello stesso tipo di vetture) non vi può essere alcuna distinzione tra metano e miscela idrometano in termini di pressione di erogazione (limite attuale 200 bar);
  9. Ai fini della definizione degli effetti incidentali, questo GdL allega alla presente la relazione scientifica, redatta dal Prof. Marco Nicola Carcassi dell'Università di Pisa, Presidente del Forum Italiano dell'Idrogeno, che ha concluso che "la miscela idrometano ha sostanzialmente la stessa pericolosità (nel senso di mostrare comportamenti incidentali di jet-fire) del metano. In altri termini le conseguenze di un eventuale rilascio da una colonnina e successiva accensione dell'idrometano sono paragonabili ad un simile rilascio e successiva accensione di metano"

#### CONCLUSIONI

In considerazione di quanto sopra esposto, questo GdL, nel condividere e far proprie le conclusioni della relazione scientifica sopra citata, ritiene di poter concludere che la miscela di metano ed idrogeno, nella percentuale in volume del 70/30 %, possa essere del tutto assimilabile al gas naturale, nel momento del rifornimento in fase gassosa di una autovettura.

IL SEGRETARIO TECNICO DEL GRUPPO DI LAVORO

Dr. ing. Nicola CIANNELLI



IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI LAVORO

DIRETTORE REGIONALE

Dr. ing. Fabrizio CECCHERINI



## Allegato 4 -Relazione Scientifica del Prof. Nicola Carcassi dell'Università di Pisa



UNIVERSITÀ DI PISA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA MECCANICA, NUCLEARE E DELLA PRODUZIONE

M.N. CARCASSI TEL-050-836654 FAX-050-836665 e-mail carcassi@ing.unipi.it

### Sulla pericolosità dell'idrometano rispetto al metano

In ambito del GdL Problematiche Idrogeno del Min. Int. Dip. VVF, mi è stata posta la questione, sollevata da ENI Div. R&M, se una miscela metano/idrogeno sia più "pericolosa" del solo metano, questo per poter discutere sulla problematica riguardante la possibilità di poter erogare in una stazione di servizio, da una stessa colonnina contenente due bocchettoni, sia metano che idrometano. Tale situazione è normalmente prevista per altri fuel, quali il gasolio e la benzina, fruibili da una stessa colonnina provvista di vari bocchettoni.

Termini del parere:

- Il sottoscritto parere riguarda la "pericolosità" relativa delle due sostanze (metano e idrometano) in relazione agli effetti incidentali di rilascio e susseguente accensione che si può realizzare all'esterno di una colonnina (jet-fire). Tale sequenza incidentale è da prendere a riferimento nell'analisi di sicurezza di una colonnina di rifornimento.
- Per idrometano, in questa sede, si intende una miscela idrogeno/metano nella composizione gassosa di 30/70 % in volume.
- Nel confronto, fra metano e idrometano e idrogeno, si è preso a riferimento stesse condizioni di pressione (200 Bar) e temperatura (20 °C) alla colonnina durante l'alimentazione.

#### Sulle caratteristiche chimico/fisiche dei tre combustibili.

Le principali caratteristiche dei combustibili che influenzano la "pericolosità" dell'idrogeno, metano ed idrometano sono, per l'analisi comparativa che qui

Via Diossalvi, 2 - 56126 PISA - ITALY - C.F. 80003570504 - Part. IVA 00286820501  
Sede Centrale Tel. 050 836611 - Fax 050 836665  
Sezione di Produzione Tel. 050 9130111 - Fax 050 913040  
Laboratorio Scaldasola Tel. 050 32975 - Fax 050 32454

DIMNP



interessa: i limiti di infiammabilità, il potere calorifico, l'energia di ignizione e la velocità di bruciamento laminare.

Tali grandezza giocano un ruolo importante durante la fuoriuscita accidentale, e successiva accensione, di un gas in pressione (altre grandezze sono importanti; di esse si terrà conto operativamente quando, nel seguito, si effettuerà un confronto fra le simulazioni di perdita dei tre fuel da un orifizio).

#### Limiti di infiammabilità

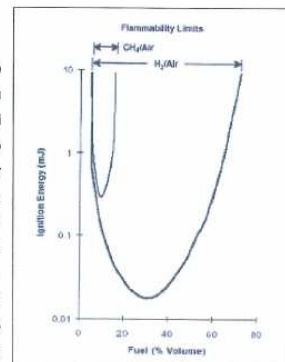
Tale limite fissa il valore - sperimentale - sopra o sotto il quale la miscela fuel/aria si accende. Si definiscono due limiti di infiammabilità; inferiore e superiore. Nel nostro caso il limite che interessa, in quanto stabilisce fino a che distanza si "accende" un jet, è il limite inferiore.

Per l'idrogeno il Limite di Infiammabilità inferiore è determinato in 4% (in volume) mentre per il metano tale limite è determinato in 5%. Per quanto riguarda l'idrometano, utilizzando la regola di Le Chatelier, tale limite è determinato in 4.6%, quindi la differenza risulta minima.

Per confronto il limite di infiammabilità inferiore della benzina è 1% e quello del gasolio è del 0.5%.

#### Potere calorifico.

Come è noto il potere calorifico dell'idrogeno, in termini di energia su Kg, è il più elevato di tutti i combustibili (120 MJ/kg). Invece il potere calorifico inferiore dell'idrogeno gassoso, o per quello che ci riguarda, della miscela idrogeno/aria è inferiore a quello del metano (3.22 MJ/m<sup>3</sup> del metano/aria contro i 2,97 MJ/m<sup>3</sup> dell'idrogeno/aria). In pratica più idrogeno contiene la miscela metano/idrogeno, più basso sarà il suo potere calorifico e quindi la



DIMNP



capacità di generare calore durante il jet-fire.

Una grandezza complementare è l'emissività della fiamma (%) che per la benzina varia tra 34 - 43 (%), mentre per il metano varia tra 25 - 33 (%) e per l'idrogeno varia tra 17 - 25 (%), anche in questo caso l'aggiunta di idrogeno al metano fa diminuire la grandezza emissività.

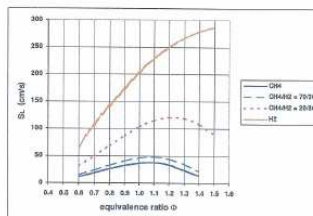
#### Energia di ignizione.

Come è noto l'energia di ignizione dell'idrogeno è inferiore a quella degli altri gas compreso il metano. E' altrettanto noto che tale energia ha un minimo a livello della concentrazione stechiometrica mentre aumenta per miscele sia ipoche iper stechiometriche (come mostrato nella figura precedente).

Il valore della energia di ignizione dell'idrometano non è altrettanto nota e deve essere misurata sperimentalmente, Infatti per essa non valgono regole quali quella di Le Chatelier.

Nel campo dell'analisi del rischio il valore dell'energia di ignizione è spesso di poca importanza. Infatti dato il valore estremamente basso di tale energia (0.2-0.02 mJ), in confronto alle energie in gioco delle sorgenti di ignizione (quali cariche elettrostatiche o accensioni accidentali -fiammiferi-mozziconi di sigaretta), si considera più importate il fatto la presenza o assenza di una sorgente di ignizione. Se essa è presente lo scenario di fuoco/esplosione viene considerato nell'analisi di sicurezza a prescindere del valore dell'energia di ignizione minima.

In conclusione anche se l'energia di ignizione è maggiore per l'idrometano rispetto al metano, nella pratica l'eventuale ignizione sarebbe poco influenzata dal suo valore numerico



#### Velocità di bruciamento laminare.

Come è noto a tale quantità è legata la capacità esplosiva di una miscela fuel/aria.

DIMNP



Recenti studi mostrano come varia tale grandezza per le miscele metano/idrogeno. In particolare, come mostrato nella figura, la composizione CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> di 70/30 (quella che in questa sede chiamiamo Idrometano) comporta un lieve aumento della velocità laminare di bruciamento (per inciso tale velocità che si avvicina ad un valore di 50 cm/sec - valore comune alla maggior parte degli idrocarburi che formano le benzine). Tale valore comunque fa catalogare l'idrometano, come il metano, come sostanza "low explosive".

#### Simulazione di rilasci di fuel (idrogeno, metano ed idrometano).

Per poter confrontare il comportamento di rilasci (jet) relativi ai tre fuel sotto analisi da colonnine di rifornimento, si è ricorsi ad una simulazione utilizzando il codice FLACS della ditta norvegese GEXCOM. Tale codice, sviluppato e testato per simulazioni di combustioni di rilasci di gas e miscele sia in generale che in campo petrolifero, è attualmente in uso presso il DIMNP entro il progetto HYSAFE della UE di cui la GEXCOM fa parte.

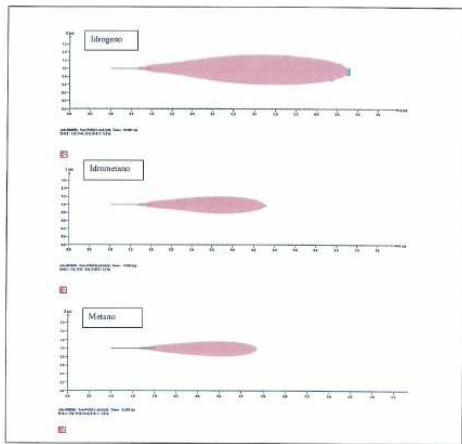
Tale simulazione, risolvendo in maniera esatta le equazioni che regolano il fenomeno fisico del getto di gas, risolve in maniera integrale le relazioni fra tutte le grandezze che influenzano il fenomeno non analizzate prima in dettaglio quali la viscosità, la volatilità, calore specifico a pressione costante, etc.

In appendice sono riportati i calcoli e alcuni contorni di jet durante l'evoluzione.

Le simulazioni sono relative a tre rilasci da stesse condizioni iniziali: Pressione di 200 Bar, temperatura di 20 °C, foro da 2,5 mm (massimo foro previsto dalla ATEX).

Come si nota dalla figure rappresentate, nel caso esaminato il limite di infiammabilità inferiore (quello che stabilisce fino a che punto si estenderebbe il jet-fire) è sostanzialmente uguale per il metano e l'idrometano (4.4 m e 4.75 m rispettivamente) mentre per l'idrogeno tale limite si estenderebbe fino a 6,8 m.





**Conclusions.**

In relazione a quanto sopra esposto si può ritenere che la miscela "idrometano" ha sostanzialmente la stessa pericolosità (nel senso di mostrare comportamenti incidentali di jet-fire) del metano. In altri termini le conseguenze di un eventuale rilascio da una colonnina e successiva accensione dell'idrometano sono paragonabili ad un simile rilascio e successiva accensione di metano.

Pisa 12/7/2007



```
# GENERAL:
# gas type = METHANE
# mole weight = 16.043 kg/kmol
# heat ratio, kappa = Cp/Cv = 1.320
# critical pressure ratio = 0.542

# RESERVOIR:
# critical pressure = 0.845 barg
# pressure = 200.000 barg
# temperature = 20.000 C
# density = 132.299 kg/m3
# volume = 100000.000 m3
# initial mass = 13229940.147 kg

# MACH:
# speed of sound, M=0 = 447.823 m/s
# speed of sound, M=1 = 415.793 m/s
# pressure, M=1 = 107.970 barg
# temperature, M=1 = -20.434 C
# density, M=1 = 83.201 kg/m3
# maximum velocity = 1119.557 m/s

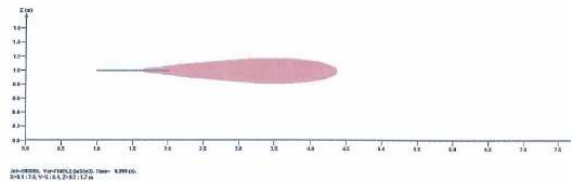
# NOZZLE:
# effective diameter = 1.708 mm
# effective area = 2.290 mm2
# discharge coefficient = 0.900
# sonic massflow = 79.228 g/s
# jet force = 57.670 N

# ATMOSPHERIC:
# pressure = 1.000 bara
# temperature = 25.000 C
# density = 0.647 kg/m3

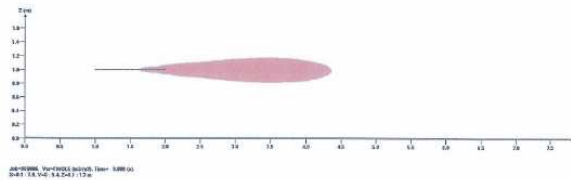
T-X
TIME (s) AREA (m2) RATE (kg/s) VEL (m/s) RTI (s) T(L5 (m)) T (K)
0.000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
3.5000E-01 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
5.0000E-01 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
1.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
1.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
2.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
2.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
3.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
3.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
4.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
4.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
5.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
5.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
6.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
6.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
7.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
7.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
8.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
8.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
9.0000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
9.5000E+00 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
1.0000E+01 4.8568E-04 7.9228E-02 2.3675E+02 2.0000E-01 2.4867E-03 2.8004E-02
```



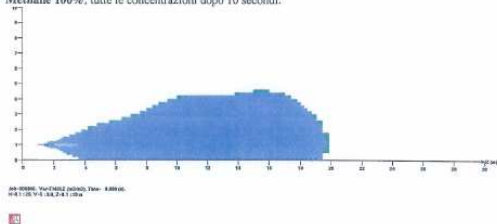
Methane 100%, concentrazioni al di sopra del limite inferiore di infiammabilità dopo 1 secondo.



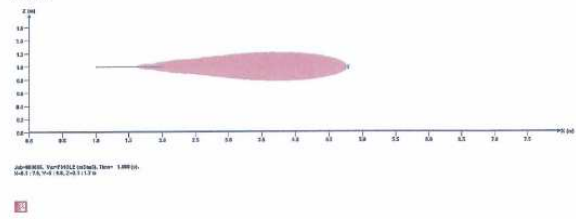
Methane 100%, concentrazioni al di sopra del limite inferiore di infiammabilità dopo 10 secondi.



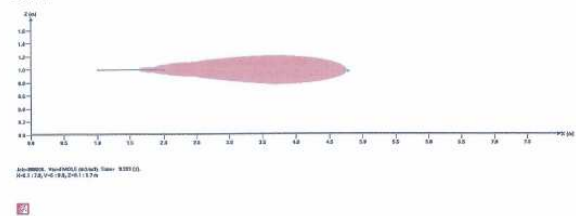
Methane 100%, tutte le concentrazioni dopo 10 secondi.



Methane 70%-Hydrogen 30%, concentrazioni al di sopra del limite inferiore di infiammabilità dopo 1 secondo.



Methane 70%-Hydrogen 30%, concentrazioni al di sopra del limite inferiore di infiammabilità dopo 10 secondi.



Methane 70%-Hydrogen 30%, tutte le concentrazioni dopo 10 secondi.

