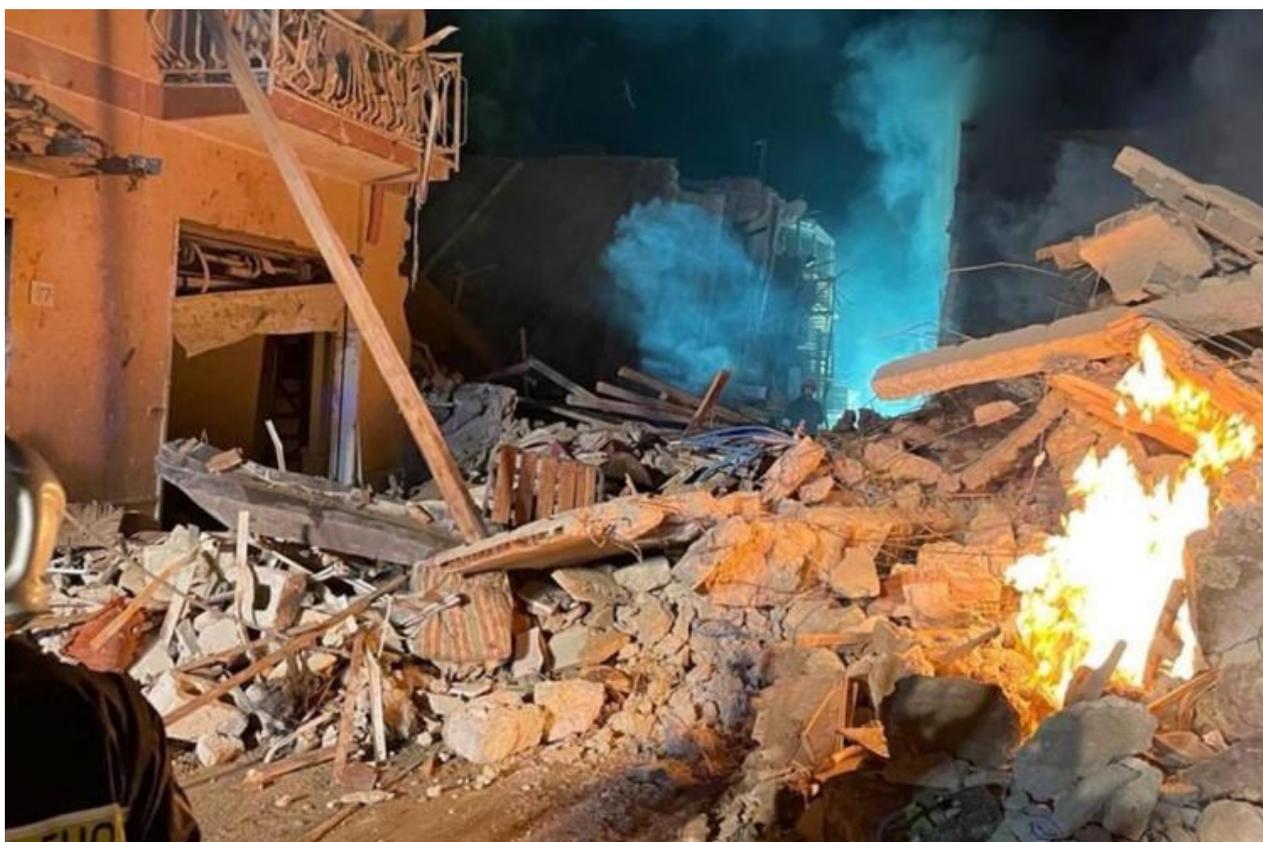




# PRONTUARIO ATEX VAPORI E GAS PER RSPP

AGOSTO 2024

1



Dott. Fisico Giovanni Gavelli – Studio di Fisica Applicata  
Ordine dei chimici e dei fisici Emilia -Romagna A 1931  
[www.gavelligiovanni.it](http://www.gavelligiovanni.it) [giovanni@gavelligiovanni.it](mailto:giovanni@gavelligiovanni.it)





## Sommario

ESPLOSIONE O INCENDIO? .....	3
IL RUOLO DELLA DENSITA' DEI VAPORI NEI FENOMENI ESPLOSIVI .....	7
Temperatura di infiammabilità .....	7
Limite inferiore d'infiammabilità (LEL).....	7
Limite superiore d'infiammabilità (UEL).....	8
Implicazioni relativamente alla sicurezza .....	10
L'AMMONIACA.....	12
GLI UPS .....	13
CALCOLO EMISSIONE IDROGENO DURANTE LA RICARICA BATTERIE .....	15
Esempio .....	17
BOMBOLE DI ACETILENE NON REVISIONATE .....	18
Misure di prevenzione .....	19
IL POLISTIROLO PUO' ESPLODERE .....	22
ESPLOSIONI IMPIANTI OLIO DINAMICI (presse, macchine utensili, compattatori).....	24
Misure di prevenzione .....	25
QUANTO ASSORBONO I CARBONI ATTIVI?.....	26
ESPLOSIONI DI FUSTI E CISTERNE .....	27
BOMBOLE DI OSSIGENO ED ESPLOSIONI .....	29
Precauzioni e consigli per l'uso sicuro dell'ossigeno .....	30
BATTERIE AGLI IONI DI LITIO .....	31
Introduzione .....	31
Cosa è il Litio.....	32
Perché potrebbe incendiarsi un accumulatore al Litio .....	33
Gas pericolosi prodotti durante un incendio di un accumulatore al Litio .....	35
QUANDO IL GASOLIO DIVENTA INFIAMMABILE.....	36
L'INFIAMMABILITA' DEL GAS R1234 ZE È MOLTO DISCUTIBILE .....	37
ELICOTTERI, API E CARICHE ELETTROSTATICHE .....	39
L'Elicottero.....	40
API.....	41
RIFORNIMENTO AEROMOBILI .....	43
LISTA CONTROLLO IMPIANTI A RISCHIO ATEX GAS/VAPORI.....	45



## ESPLOSIONE O INCENDIO?

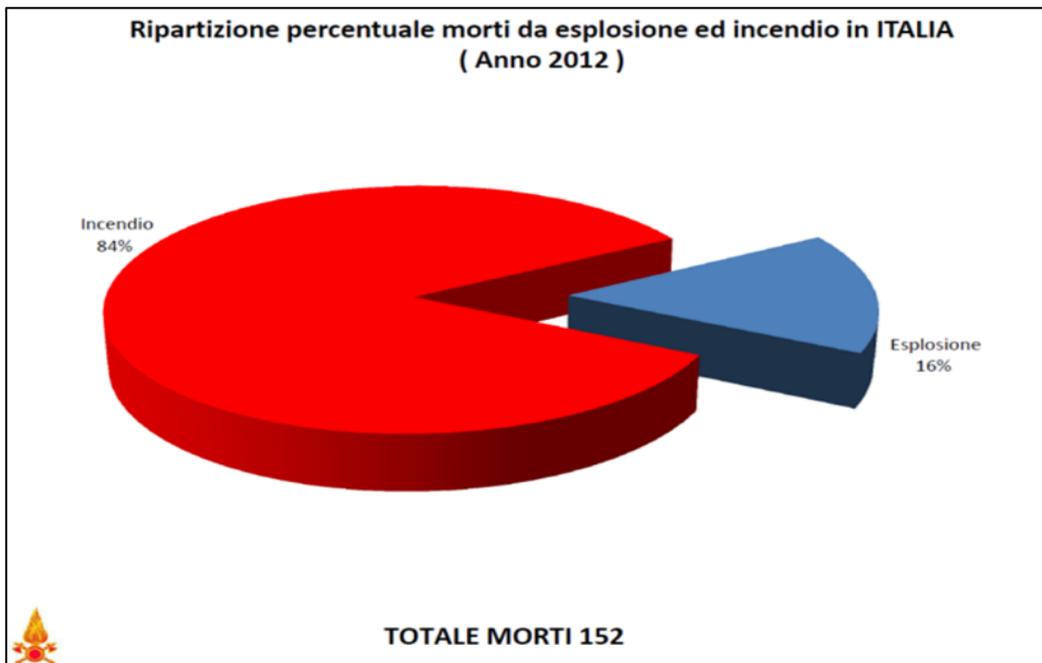
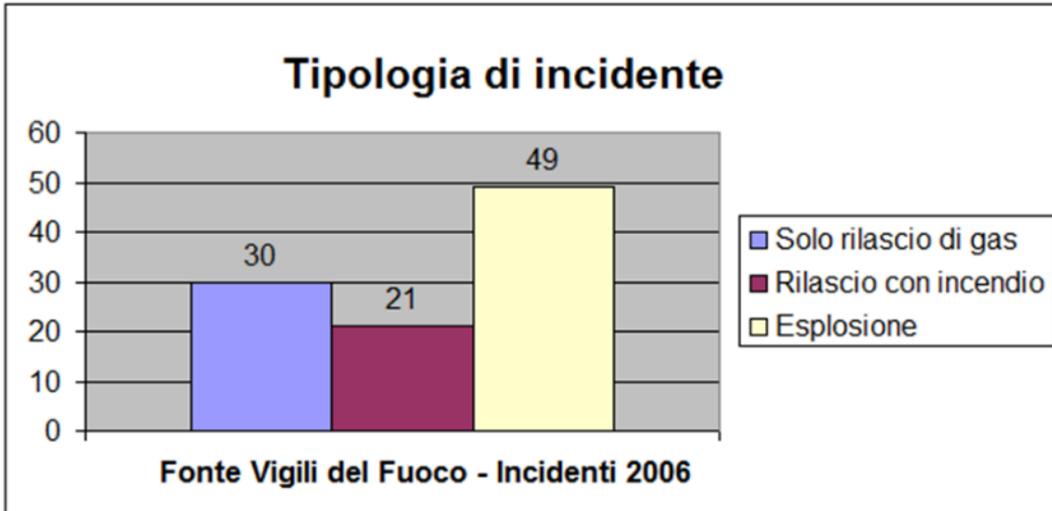
La combustione è una reazione chimica di ossidazione capace di propagarsi ad alte velocità ed accompagnata da manifestazioni luminose con produzione di calore e di sovrappressioni. La reazione deve coinvolgere più sostanze, l'ossidante (ossigeno) e la sostanza ossidabile (combustibile). Oltre all'Ossigeno che è presente in aria in una concentrazione pari al 21 % in volume sono comburenti anche quelle sostanze che liberano facilmente l'ossigeno contenuto (permanganati, nitrati, ecc.) Come in tutte le reazioni chimiche anche quella di combustione necessita di un'energia di attivazione (innesco). Una volta innescata la combustione, questa alimenta il calore necessario facendo sì che il processo continui. Se rovesciamo per esempio della benzina all'interno di una stanza chiusa sono possibili due eventi nefasti:

3

- Si crea una pozza di benzina e per qualche motivo si innesca immediatamente. Quello che succede è un classico INCENDIO. Il calore prodotto all'interno della stanza aumenta nel tempo finché non si arriva alla condizione di Flash Over, ovvero la temperatura è talmente alta (> 500 °C) che ogni materiale combustibile presente nella stanza si incendia contemporaneamente. L'incendio può durare molte ore.
- Si crea una pozza e per un certo tempo non succede niente salvo l'evaporazione del liquido infiammabile. Dopo un certo tempo tutta o quasi la benzina è evaporata e nell'ambiente è presente una atmosfera potenzialmente esplosiva. Se si manifesta un innesco l'atmosfera si accende e avviene il fenomeno dell'ESPLOSIONE che dura al massimo pochi millesimi di secondo, tutta l'energia contenuta nella benzina viene immessa nell'ambiente creando una forte sovrappressione e onda d'urto.

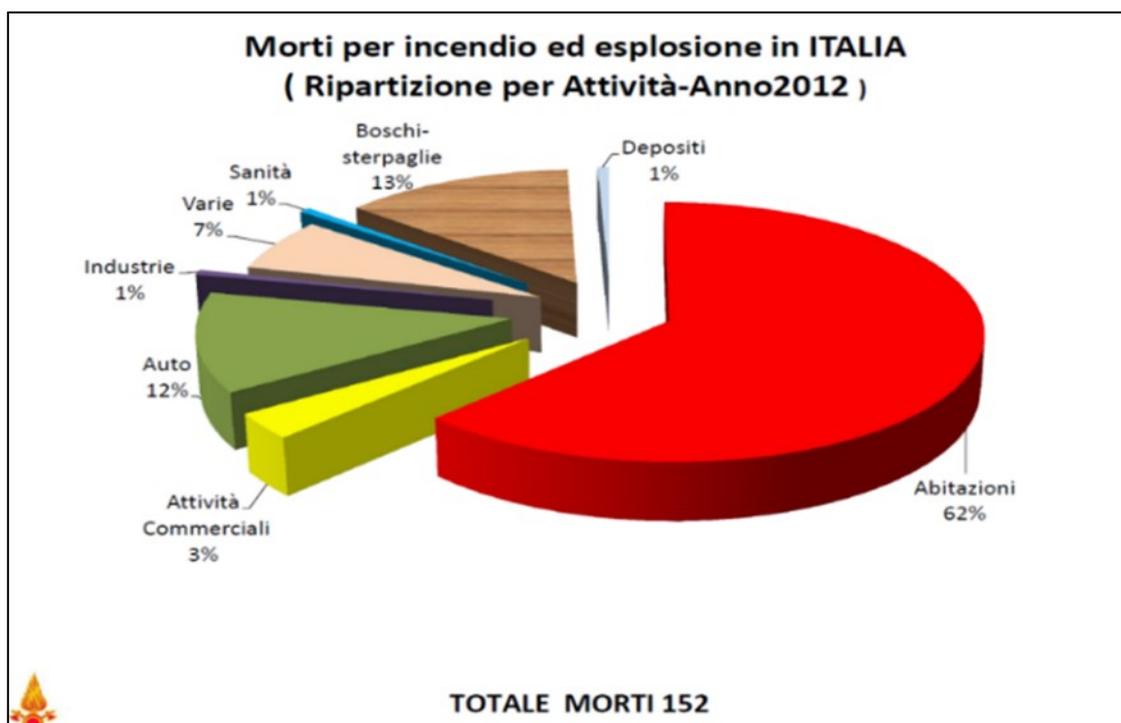


Le esplosioni dovute alla presenza di liquidi infiammabili avvengono in generale solo se il liquido ha avuto il tempo di evaporare. Le cose vanno in maniera diversa se siamo in presenza di gas (metano, GPL). In questi casi la tendenza è quella di essere predominanti fenomeni esplosivi.





Un dato interessante è che la maggior parte degli incidenti avviene nelle abitazioni a causa della mancanza di informazione/formazione in particolare relativamente all'utilizzo di bombole contenenti GPL.



5

Occorre dire che, quando si parla di rischio esplosione bisogna tenere presente che:

- Possono bastare poche quantità di materiale per creare anche danni seri.
- Un incendio può inoltre creare esplosioni a causa del riscaldamento di recipienti (bombole) contenenti gas o liquidi infiammabili e anche liquidi normalmente non infiammabili a temperatura ambiente (gasolio, oli).



Per porre alcune ipotesi in caso si debba determinare se è avvenuto un incendio o un'esplosione possono essere utili le seguenti considerazioni:

### **Incendio**

- Gli effetti e i danni sono essenzialmente di tipo termico,
- I frammenti dei vetri sono grandi e ricoperti di fuliggine,
- I frammenti dei vetri sono in prossimità delle finestre.



6

### **Esplosione**

- I vetri sono proiettati a grandi distanze,
- I frammenti sono piccoli e numerosi, assenza di fuliggine,
- Segni di sforzi meccanici dovuti a sovra pressioni.





## IL RUOLO DELLA DENSITA' DEI VAPORI NEI FENOMENI ESPLOSIVI

Il ruolo della densità rispetto all'aria di vapori e gas infiammabili riveste un'importanza notevole nelle dinamiche esplosive. Rivestono particolare interesse tutte quelle sostanze che generano vapori o che siano gas con densità maggiore dell'aria in quanto tendenzialmente tendono a stratificarsi in basso e a saturare cantine, fosse, vasche di contenimento, pozzetti.

7

Sostanza	LEL (%)	UEL (%)	T. <u>Infiamm.</u>	Densità relativa gas/vapore
Acetone	2,5	13,0	-20°C	2
Butano	1,50	8,50	-60°C	2,05
Alcool Metilico	6,0	36,0	11 °C	1,11
Xilene	1,1	6,4	17°C	3,66
Gasolio	1,0	6,0	65°C	3,5

### Temperatura di infiammabilità

È la temperatura minima alla quale un liquido combustibile emette vapori in quantità sufficiente per formare con l'aria, vicino alla superficie del liquido, una miscela che può essere accesa.

### Limite inferiore d'infiammabilità (LEL)

È la più bassa concentrazione in aria di gas o vapore di un combustibile, al di sotto della quale non si ha accensione in presenza di innesco.



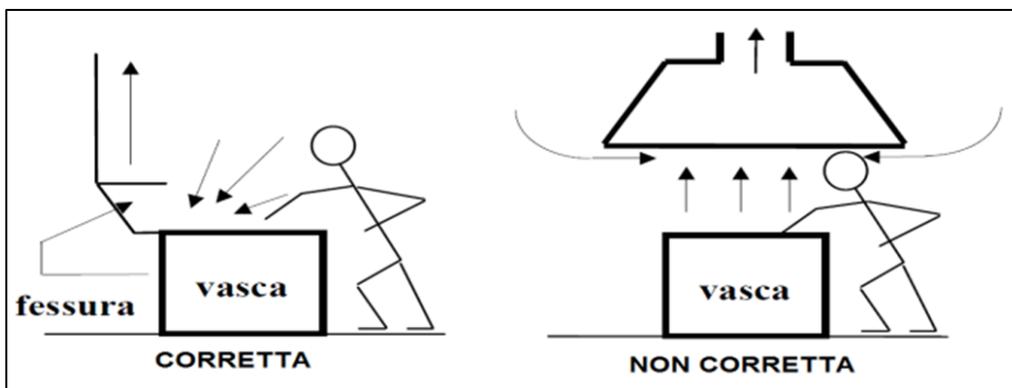
## Limite superiore d'infiammabilità (UEL)

È la più alta concentrazione in aria di gas o vapore di un combustibile al di sopra della quale non si ha accensione in presenza di innesco per carenza di ossigeno.

Il 99,9% dei liquidi infiammabili organici generano vapori più pesanti dell'aria (acetone, alcool, xilene, toluene, GPL Schiuma poliuretana). Questo implica che:

8

- Le aperture di ventilazione degli armadi per liquidi infiammabili dovrebbero avere le aperture di ventilazione (aspirazione) in basso.
- Le cappe per vapori di liquidi infiammabili dovrebbero avere le prese in basso.
- Le vasche di contenimento dei depositi di liquidi infiammabili potrebbero essere interessate dalla presenza di vapori potenzialmente esplosivi in mancanza di adeguata ventilazione.



Generazione dell'inquinante	Esempi	Velocità di cattura (m/s)
1. L'inquinante entra, a velocità trascurabile, in aria calma	Sgrassaggio, evaporazione	0,25 - 0,50
2. L'inquinante entra, a bassa velocità, in aria in leggero movimento	Saldatura, riempimento di recipienti	0,50 - 1,00
3. L'inquinante entra, a velocità moderata, in aria in rapido movimento	Verniciatura a spruzzo	1,00 - 2,50
4. L'inquinante entra, ad alta velocità, in aria in rapido movimento	Smerigliatura, molatura	2,50 - 10,00

Fonte: Industrial ventilation ACGIH - 2010



Per determinare le densità dei vapori o dei gas si passa attraverso la definizione di Massa Molare M. La massa molare M di un composto rappresenta la massa in grammi di una mole; essa coincide numericamente con il valore della massa molecolare (o eventualmente con la massa atomica) ma la sua unità di misura è g/mol. Nella tabella seguente si riportano alcuni valori di massa molare approssimati dei composti più comuni.

Composto	Massa Molare (kg/kmol)
Aria secca	29
GPL	44
Alcool Etilico	46
Acetone	58
Metano	16
Idrogeno	2
Perossido di idrogeno	34
Etilene	28
Acido cianidrico	27
Ammoniaca anidra	17

Quindi in generale tutti i vapori o gas che hanno una massa molare maggiore dell'aria (29 kg/kmol) tenderanno a stratificare in basso mentre quelli con massa molare inferiore a 29 kg/kmol tenderanno a migrare verso l'alto. Partendo dalla massa molare è possibile calcolare la densità dei vapori con la seguente formula:

$$\text{Densità (kg/m}^3\text{)} = Pa \cdot M / (R \cdot Ta)$$

Dove:

Pa = Pressione ambiente in Pascal (1 atmosfera = 101325 Pa).

M = Massa Molare in kg/kmol.

R = 8314 J/mol K

Ta = temperatura ambiente in gradi Kelvin (1° K = - 272,15 °C)

Per esempio, nella tabella seguente vengono riportate le densità a 25 °C dei composti visti in precedenza.



Composto	Densità gas e vapori (kg/m <sup>3</sup> )
Aria secca	1,19
GPL	1,80
Alcool Etilico	1,88
Acetone	2,37
Metano	0,65
Idrogeno	0,080
Perossido di idrogeno	1,39
Etilene	1,14
Acido cianidrico	1,10
Ammoniaca Anidra	0,69

Nella formula del calcolo della densità la temperatura ambiente  $T_a$  è a denominatore questo vuol dire che la densità ha un andamento iperbolico in funzione della temperatura. Occorre ricordarsi che la temperatura è in gradi Kelvin, di conseguenza, la densità non diverge mai, anzi, varia molto lentamente in funzione della temperatura.

### Implicazioni relativamente alla sicurezza

- Tutti i vapori sono più pesanti dell'aria e stratificano in basso, molto in basso e li rimangono per tempi infiniti.
- Un fusto industriale con un residuo di solvente infiammabile è molto pericoloso se si va a saldare o tagliare con la fiamma acetilene perché i vapori rimangono all'interno.
- Bonificare un fusto è una questione molto delicata, occorre capovolgerlo e fare uscire i vapori in ambiente aperto o ancora meglio prelevare i vapori con un impianto di aspirazione Atex. L'utilizzare l'acqua non è sempre una bella idea perché la maggior parte dei solventi organici non si diluiscono in acqua (benzina).
- Quando si utilizzano solventi organici (Acetone, Alcool, Toluene, ecc.) per operazioni di pulizia anche lieve bisogna sempre chiedersi dove vanno a finire i vapori. Siccome vanno a finire in basso occorre fare attenzione a tombini, fosse, avvallamenti e vasche di contenimento.
- Le aperture di ventilazione collocate in alto degli armadi certificati per liquidi infiammabili non servono a nulla, le aperture vanno fatte in basso.



- Le cappe di aspirazione con la presa in alto sono inutili a meno che ci sia una velocità dell'aria almeno pari a circa 0,5 m/s nel punto di produzione dei vapori.
- Piccole quantità di liquido infiammabile possono già creare atmosfere potenzialmente esplosive. In un bidone da 200 litri bastano per esempio: 7 g benzina, 10 g di nitro diluente, 10 g di toluolo, 11 g di acetone; queste quantità sono paragonabili a 1 o 2 cucchiaini di liquido.

## Il GPL

L'alto numero di incidenti causati da bombole di GPL deriva dalla sua alta densità rispetto all'aria (1,50). Il GPL fuoriuscendo da una bombola tende a stratificare in basso ovvero a saturare tombini o cantine. L'accumulo può avvenire anche lentamente nel tempo. Essendo più pesante dell'aria se stratifica in un avvallamento può stazionarci per anni. Scivolando in basso, inoltre, in molti casi la percezione della presenza di gas viene sottovalutata. Per questo motivo le auto alimentate a GPL non possono accedere in generale a parcheggi sotterranei. Un altro aspetto pericoloso del gas GPL è il fatto che all'interno della bombola è presente la fase gassosa a 7 bar insieme alla fase liquida. La fase gassosa viene prelevata dalla parte alta della bombola, tenendo sdraiata la bombola si preleva la fase liquida. Ogni litro liquido liberato nell'ambiente produce circa 260 litri di atmosfera potenzialmente esplosiva (GAS). Da qui nasce l'importanza di tenere le bombole sempre dritte e di fare in modo che un eventuale coricamento sia impossibile, soprattutto durante il prelievo.



## L'AMMONIACA

L'ammoniaca anidra è avvertita dall'uomo con effetti irritanti a concentrazioni inferiori allo 0,01% in volume, produce effetti pericolosi in un tempo compreso tra i 30 minuti e i 60 minuti a concentrazione dello 0,2%, produce lesioni mortali entro pochi minuti a concentrazioni dello 0,5 %, mentre può creare atmosfere esplosive solo sopra al 15 % in aria. Ha inoltre un UEL estremamente basso (28 %) ovvero il campo di esplosibilità è molto stretto. Inoltre, ha una temperatura di accensione pari a 630 °C (D.M. 10 Giugno 1980) e suoi vapori sono più leggeri dell'aria e richiedono una notevole energia d'innescio.

12



Impianto ammoniaca cella -20 °C

L'esperienza ha dimostrato che un'emissione di ammoniaca si disperde facilmente nell'atmosfera ed è di difficile accensione. In considerazione della sua tossicità, per motivi sanitari sono scelte e mantenute soluzioni impiantistiche tali da ridurre al minimo la possibilità di fuoriuscita nell'ambiente. In alcune parti di impianto dove l'ammoniaca è in soluzione al 30 % in acqua non è infiammabile (CEI 31-87 edizione 2012). In base a quanto definito si possono considerare eventuali sorgenti di emissione (flange, raccordi, manometri) di ampiezza trascurabile ovvero di tipologia zona 2NE.



## GLI UPS

Le batterie VRLA contenute nei sistemi UPS sono costruite con due differenti tecnologie, che differiscono essenzialmente nella tecnica con cui è realizzato l'elettrolito:

- Batterie AGM
- Batterie al GEL

13

Nelle batterie AGM, l'acido solforico dell'elettrolito è immobilizzato tra gli elettrodi per assorbimento in una struttura microporosa in fibra di vetro. Nelle batterie al Gel l'elettrolito è costituito da un Gel. Le batterie VRLA sono costruite in modo da non permettere l'evaporazione dei liquidi presenti all'interno della batteria e dei gas prodotti durante la carica finale della batteria. Questo viene realizzato mantenendo gli elettrodi e l'elettrolita chiuso all'interno della batteria in sovrappressione tramite un sistema di valvole. Le valvole sono tarate a una pressione pari a circa 0,3 – 0,4 Bar rispetto a quella ambiente. Se all'interno delle batterie si forma una pressione superiore a quella di attivazione delle valvole le stesse si aprono, generando una sorgente di emissione. Occorre quindi tenere a mente le seguenti questioni:

- Le batterie VRLA non vanno capovolte;
- L'agitazione meccanica di una batteria VRLA può provocare l'apertura delle valvole e quindi la fuoriuscita di idrogeno;
- Bisogna considerare una batteria VRLA, anche scollegata (stoccata), come una potenziale sorgente di emissione.

Nel funzionamento normale di carica, l'idrogeno viene prodotto essenzialmente quando la tensione applicata ad ogni elemento della batteria supera il valore di dissociazione dell'acqua. Questo può avvenire in varie situazioni:



- Batteria solfatata;
- Ricarica ad alta temperatura;
- Fine carica se il caricabatterie è poco intelligente (autoregolato o non regolato).

Occorre dire che tutti i dispositivi di ricarica VRLA risultano regolati e tramite un controllo elettronico viene impedito che a ogni elemento delle batterie sia applicata una tensione superiore alla tensione di gassificazione (2,7 V a 20 °C). Tutto questo vale se la temperatura dei locali dove sono installate le batterie soddisfa il range definito dal costruttore che indica in generale una temperatura massima di 25 °C. La criticità dovuta alle temperature risulta significativa per i locali che devono essere necessariamente condizionati per evitare sovra pressioni all'interno delle batterie. In base a quanto descritto si considera quindi l'emissione generata dalle batterie VRLA di secondo grado ovvero in grado di generare Zone 2 con adeguata ventilazione (vedi paragrafo seguente).



## CALCOLO EMISSIONE IDROGENO DURANTE LA RICARICA BATTERIE

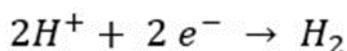
Per evitare di rincorrere le noiose guide CEI si propone il calcolo esatto cautelativo della quantità di idrogeno in funzione della corrente di carica, calcolo fisico che vale in ogni situazione.

15

Le batterie contengono una soluzione acida dove sono immersi due elettrodi. A questi due elettrodi viene imposta una differenza di potenziale che per le batterie è circa 2,7 V per elemento. In tali condizioni i cationi si muoveranno verso il catodo (caricato negativamente), mentre gli anioni si muoveranno verso l'anodo (caricato positivamente). Ai due elettrodi si hanno quindi i seguenti fenomeni:

- Acquisto di elettroni al catodo (riduzione) con produzione di idrogeno.
- Produzione di elettroni all'anodo (ossidazione) con produzione di ossigeno.

La reazione di sviluppo di idrogeno gassoso per soluzioni acide è:



Il calcolo della quantità di idrogeno prodotto passa attraverso l'utilizzo della costante di Faraday. La costante di Faraday è una costante utilizzata in chimica e in fisica che indica la quantità totale di carica elettrica di una mole di cariche elementari e vale  $F = 96485 \text{ C/mol}$ .

Questo implica che 96485 Coulomb trasportano una mole di metallo o idrogeno del bagno galvanico. Ricordando che un ampere è definito come 1 coulomb/secondo la quantità  $n$  di moli "trasportate" al secondo vale quindi:

$$n = I/F$$



dove  $I$  è la corrente in Ampere e  $F$  la costante di Faraday.

In altri termini una corrente di 1 Ampere “trasporta” circa  $10 \times 10^{-6}$  moli al secondo. Utilizzando la massa molare dell'idrogeno ( $2 \times 10^{-3}$  kg/mol) ottiene:

$$Q = 2 \times 10^{-8} \cdot I = \text{kg/s (Per elemento)}$$

Il principio di protezione si basa sulla diluizione della concentrazione all'interno del sistema tramite un'adeguata ventilazione forzata e naturale, facendo così in modo che la concentrazione sia inferiore al LEL. Il calcolo si basa quindi sulla verifica del rapporto tra la portata di ventilazione e la produzione di idrogeno.

$$QV = Q/\text{LEL}$$

Dove

$Q$  = quantità idrogeno generata in Kg/s

$QV$  = la portata di aria necessaria alla diluizione in  $\text{m}^3/\text{s}$

LEL = Limite inferiore di esplosività (5%) =  $0,0033 \text{ kg}/\text{m}^3$

Scritta più semplicemente:

$$\mathbf{QV = 0,025 \cdot I \text{ in } \text{m}^3/\text{h (per elemento)}}$$

Calcolo delle aperture di ventilazione (naturale)

La portata d'aria attraverso un foro o un tubo si può calcolare con la seguente formula:

$$Qv = A \cdot V \text{ in } \text{m}^3/\text{s} \quad \text{dove}$$

$A$  = superficie del foro in  $\text{m}^2$

$V$  = velocità dell'aria in  $\text{m}/\text{s}$ .

Nella pratica industriale si assume come velocità dell'aria su un'apertura posta in alto e un'altra analoga nella parte bassa distanziate almeno di due



metri una velocità minima pari a 0,1 m/s. Sostituendo i valori nella formula si ottiene:

$$A = QV/V = QV \cdot 10 / 3600 = 0,00277 \cdot QV \text{ in m}^2$$

$$A = 28 \cdot QV \text{ in cm}^2$$

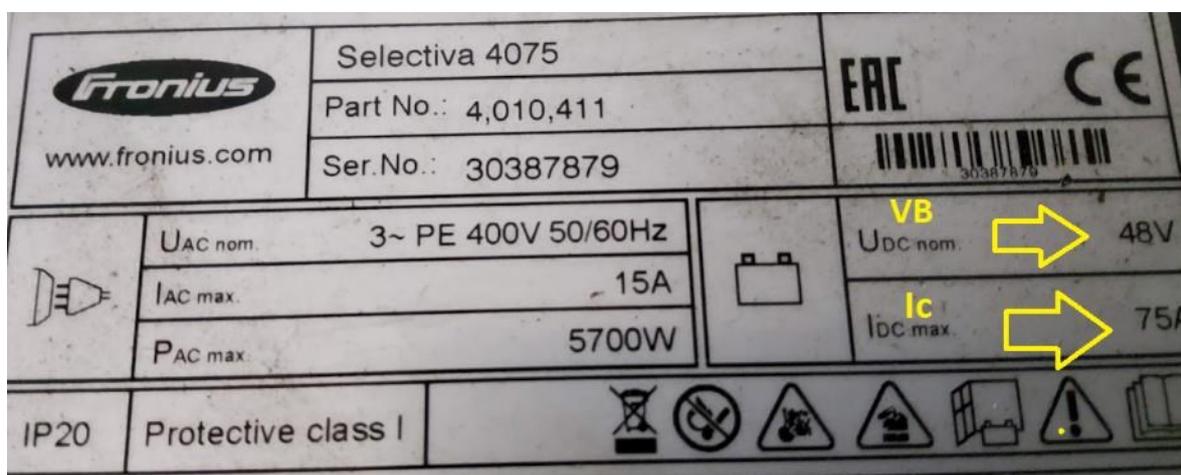
In pratica il "28" riportato nella CEI deriva dalla conversione da metri cubi / ora a metri cubi/secondo. Le aperture di ventilazione dovranno essere una in alto a soffitto, nella parte più alta e l'altra a filo terra distanziate almeno da due metri.

17

### Esempio

Per calcolare la ventilazione necessaria servono solo i due seguenti dati:

- Corrente di carica in Ampere: Si legge direttamente sul carica batterie
- Tensione di carica in Volt: Si legge direttamente sul carica batterie



Quindi con IC = 75 A e Vb = 48 V otteniamo:

$$n = \text{Numero elementi} = Vb/2 = 24$$

$$QV = 24 \cdot 0,025 \cdot 75 = 45 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$A = 45 \cdot 28 = 1260 \text{ cm}^2$$



## BOMBOLE DI ACETILENE NON REVISIONATE

Di solito le bombole "cartaginesi" si riconoscono subito, sono blocchi di ruggine con i colori del secolo scorso. Le bombole di Acetilene vanno revisionate ogni dieci anni perché sono molto pericolose. L'Acetilene infatti può esplodere anche in assenza di Ossigeno per decomposizione in Idrogeno e Carbonio ovvero basta un urto intenso o una temperatura elevata per innescarlo. Per questo motivo all'interno delle bombole viene inserita una massa porosa con una miscela di Acetone, di solito in fibra di vetro (Amianto nel passato), per limitare questo tragico effetto di decomposizione. La reazione di decomposizione produce i seguenti effetti:

18

- Un rapido, incontrollato e violento sviluppo di calore (aumento di temperatura), che favorisce ancora di più la decomposizione portando ad un processo a catena che si estende alle molecole non ancora coinvolte.
- Un forte aumento di pressione che può portare fino all'esplosione del recipiente che contiene l'Acetilene, con possibili effetti distruttivi.

Un'altra caratteristica delle bombole "cartaginesi" sono le filettature arrugginite.





La filettatura arrugginita implica una riduzione dello spessore e quindi una minore tenuta della valvola qui risolto con un po' di Teflon polverizzato.



Personalmente penso che le bombole delle foto, benché siano garantite dal bollino giallo, data di nascita 1960, non sono mai state revisionate. Su una bombola di questo genere mi viene il dubbio che la massa porosa, dopo 63 anni, non sia più presente. La mancanza della massa porosa implica che in caso di urto o caduta la bombola potrebbe esplodere. Lavorando in tutta Italia posso garantire che è un'usanza molto diffusa e non locale e che è molto facile trovare le bombole "cartaginesi" anche nelle aziende più virtuose.

Per questi motivi vi ricordo le seguenti misure di prevenzione:

### **Misure di prevenzione**

- Le bombole di Acetilene vanno revisionate ogni dieci anni. Richiedere la documentazione scritta dell'avvenuta verifica in particolare quando vi consegnano dei blocchi di ruggine.
- Le bombole di Acetilene vanno protette dai raggi solari (decomposizione termica).



- Le bombole di Acetilene vanno legate con catenella o mezzi equivalenti per prevenirne la caduta.
- Le bombole vanno tenute sempre verticali e non fatte rotolare in nessun modo.
- Utilizzare solo cannelli di saldatura a norme di legge, muniti di un dispositivo che impedisca il ritorno di fiamma e l'ingresso di ossigeno o aria nella tubazione dell'Acetilene.
- Non tenere depositi di acetilene in ambienti chiusi o sotterranei.

20

Bisognerebbe inoltre prestare attenzione anche alle bombole di Ossigeno, anche in questo caso si trovano bombole imbarazzanti.



Bombola di Ossigeno "Cartaginese"

Una forte concentrazione ( $> 25\%$ ) di ossigeno può provocare combustioni spontanee, può accelerare le combustioni già in atto e produrre esplosioni. Questo è vero anche per composti molto ricchi di ossigeno come clorati, perclorati dicromati, acqua ossigenata, ecc. L'ossigeno puro infatti è un



potentissimo comburente; ciò fa sì che, in presenza di atmosfere pesantemente sovra ossigenate (**oltre al 25%**), basta un innesco anche blando per scatenare un incendio molto difficile da domare.

Non solo, con la sovra ossigenazione abbiamo un aumento della velocità di combustione fino a giungere all'esplosione, allargamento del campo di infiammabilità e diminuzione della temperatura di ignizione; per esempio la temperatura di ignizione della carta scende da 240°C a 180°C, quella del cotone da 250°C a 180°C e il PVC da 315°C a 200°C.

21

Quando si maneggia ossigeno puro compresso, per evitare il rischio di combustioni o esplosioni, è necessario utilizzare attrezzature cosiddette *ossigeno compatibili* o *pulite per ossigeno*, cioè, pulite accuratamente da ogni traccia di grassi e olii. Perdite di ossigeno da bombole si possono stratificare in basso essendo più pesante dell'aria (raffreddamento dovuto alla fuoriuscita dalla bombola) creando delle zone pericolose in tombini, fosse e avvallamenti. L'ossigeno è fra i componenti più aggressivi e tossici esistenti in natura. Tale sua caratteristica deriva dalla sua instabilità che lo porta ad essere violentemente tendente a legarsi a quasi tutti i composti.



## IL POLISTIROLO PUO' ESPLODERE

Come è noto, una volta prodotto il Polistirolo emette una certa quantità di Pentano fino a fine vita. La quantità di Pentano emesso durante la produzione e a fine vita di varia in funzione della densità finale ottenuta, dal tipo di pre-espansione utilizzato, dal tempo di maturazione, dalla temperatura di condizionamento, dalle condizioni dell'ambiente di stoccaggio. Le perdite di Pentano durante le fasi produttive sono identificabili dalla tabella, di seguito riportata, elaborata dall'AIPE (Associazione Italiana Polistirolo Espanso).

22

PERDITA DI PENTANO <sup>a</sup>			
FASI DEL PROCESSO	PENTANO TOTALE (%)	N - PENTANO (%)	PERDITA DI N-PENTANO DALLE FASI DI PROCESSO
1. MATERIA PRIMA <sup>b</sup>	ca. 0.1 - 0.5	<b>0.1 - 0.5</b>	<b>0 - 10%</b>
2. PRE-ESPANSIONE	ca. 0.6 - 1.8	<b>0.5 - 1.5</b>	<b>10 - 30%</b>
3. INVECCHIAMENTO (24 ore)	ca. 0.6 - 1.8	<b>0.5 - 1.5</b>	<b>10 - 30%</b>
4. STAMPAGGIO	ca. 0.6 - 1.8	<b>0.5 - 1.5</b>	<b>10 - 30%</b>
5. DEPOSITO BLOCCHI IN EPS <sup>c</sup>	ca. 0.6 - 2.0	<b>0.5 - 1.9</b>	<b>10 - 40%</b>
6. DEPOSITO PRODOTTI IN EPS	ca. 0.5 - 0.8	<b>0.2 - 0.4</b>	<b>4 - 8%</b>
7. PENTANO RESIDUO <sup>d</sup>	ca. 0.1 - 0.3	<b>0.0 - 0.2</b>	<b>0 - 4%</b>

a. Si assume che all'inizio del processo la quantità di pentano totale e di n-pentano contenuto nella materia prima sia rispettivamente di 6.0 e 4.8 %;  
b. Emissione durante il trasporto e lo stoccaggio;  
c. Dopo 14 giorni;  
d. Quantità di pentano ancora presente nell'EPS dopo circa 1 anno.

Si può quindi assumere come Pentano residuo una percentuale pari al 0,3% in peso.



Di seguito si riportano le caratteristiche fisiche del Pentano:

- Classificazione = H 225 Infiammabile
- Temperatura di autoaccensione = 260 °C
- LEL = 1,4 %
- UEL= 8 %
- Densità vapore rispetto all'aria = 2,5 (più pesante)

23

Dalla tabella “Perdita di Pentano” si osserva che in un anno la perdita di Pentano dal Polistirolo ovvero la cessione in ambiente è pari a circa il 0,5% indipendente dalla densità.

Si ottiene quindi:

- Percentuale di perdita giornaliera in peso di Pentano= 0,0014%.
- Densità Polistirolo = 50 kg/m<sup>3</sup>
- Emissione Pentano per metro cubo al giorno = 0,000070 Kg

Viste le quantità normalmente utilizzate negli imballaggi non esistono pericoli di formazione di atmosfere potenzialmente esplosive, stiamo parlando infatti di pochi grammi di Polistirolo.

Viceversa, in depositi e siti industriali dove viene stoccato in grandi quantità è necessario predisporre adeguati impianti di ventilazione per evitare pericolosi accumuli di Pentano potenzialmente esplosivo.



## ESPLOSIONI IMPIANTI OLIO DINAMICI (presse, macchine utensili, compattatori)

Prima di leggere questo paragrafo date un'occhiata al seguente video.

<https://www.youtube.com/watch?v=PvI5As5rMUI>



24

La costruzione di impianti oleodinamici trova applicazioni che spaziano dal settore energetico a quello delle macchine utensili, impianti industriali, di sollevamento e presse. Gli olii utilizzati all'interno dei circuiti olio dinamici hanno una temperatura di infiammabilità maggiore di 200 °C, quindi in caso di perdita "liquida" non si hanno effetti esplosivi o di fiammate.

Occorre però tenere presente che gli olii possono essere innescati a temperatura ambiente se in forma nebulizzata. Quindi nel caso in cui ci sia una fuoriuscita di olio nebulizzato dovuto alla alta pressione (100 bar) da un foro di dimensioni critiche la formazione di un 'atmosfera potenzialmente esplosiva è molto probabile.

In questo caso risulta anche molto probabile la formazione di cariche elettrostatiche a causa delle caratteristiche dielettriche degli olii. Ipotizzando quindi la formazione di un foro di guasto sulla tubazione che alimenta il circuito alla pressione di 100 bar. Si possono generare i seguenti casi:



- Foro con diametro maggiore di 0,5 mm (indicativo): In questo caso la fuoriuscita di olio è essenzialmente liquida ad alta velocità. Come riportato in precedenza olii in fase liquida non risultano infiammabili.
- Foro con diametro inferiore a 0,5 mm (indicativo): In questo caso il foro si comporta da ugello generando una nube nebulizzata potenzialmente infiammabile.

25

Occorre precisare che il diametro del foro di guasto non rimane costante nel tempo ma che tenderà ad aumentare limitando l'emissione nebulizzata all'inizio del guasto. Essendo l'evento molto improbabile ovvero in caso di guasto l'emissione è di secondo grado generando una zona 2. Una stima della zona pericolosa può essere effettuata tramite l'equazione di Bernoulli a cui si rimanda.

In un intorno del foro la concentrazione può assumere valori confrontabili con il LEL tipico dei gas (5 %). Considerando la densità dell'aria pari a 1,29 kg/m<sup>3</sup> per arrivare al LEL per metro cubo di aria occorrono circa 0,048 kg di Olio. Con questa ipotesi l'estensione della zona si può assumere, tenendo conto di un tempo di precipitazione/dispersione aerosol di 10 secondi pari a circa 2 metri dal foro di guasto. Nel caso del video quello che sembra sia avvenuto è la rottura della valvola di regolazione della pressione. La rottura ha causato un'emissione catastrofica di olio liquido e nebulizzato che si è immediatamente innescato.

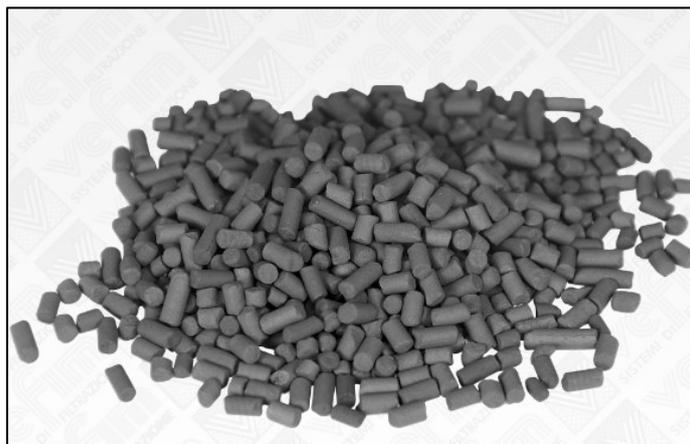
### **Misure di prevenzione**

Alcuni costruttori prescrivono una verifica dei raccordi e delle tubazioni ogni 150 ore di funzionamento, cosa che non vien mai fatta. Inoltre, occorre che siano presenti un adeguato numero di estintori che vanno stimati non sulla quantità di olio presente nella macchina (pochi kilogrammi) ma sull'estensione della nube di olio nebulizzato che si potrebbe creare.



## QUANTO ASSORBONO I CARBONI ATTIVI?

La capacità di adsorbimento di carboni attivi non è infinita, anzi, è molto limitata. Bene che vada riescono ad assorbire circa il 50 per cento in peso. Vuol dire che, se ho un kg di carboni attivi al massimo assorbono mezzo chilogrammo di inquinante.



26

Un modo di dare un'idea della massa di inquinante che un carbone attivo può adsorbire è suddividere i composti in 3 classi a facilità di adsorbimento decrescente.

Classi:

A = Sostanze con elevata capacità di adsorbimento da parte dei carboni attivi (20-50%);

B = Sostanze con buona capacità di adsorbimento da parte dei carboni attivi (10-25%);

C = Sostanze con poca capacità di adsorbimento da parte dei carboni attivi (< 15%);

Come dire che prima di proporre i carboni attivi per assorbire vapori infiammabili è meglio fare due calcoli. Per i calcoli vai al seguente link.

<https://www.gavelligiovanni.it/index.php/rischio-esplosione/ma-quanto-assorbono-i-carboni-attivi>



## ESPLOSIONI DI FUSTI E CISTERNE

Nelle nostre valutazioni Atex inseriamo sempre, in particolare per la saldatura con acetilene e ad arco, la seguente misura di prevenzione da attuare relativamente durante le operazioni di saldatura:

**È vietato effettuare operazioni di saldatura o taglio su recipienti o tubazioni che abbiano contenuto liquidi infiammabili o combustibili senza aver provveduto ad una adeguata bonifica”**

27

**Il rischio** nasce dal fatto che tutti i vapori dei solventi organici (alcool, acetone, benzina, toluene, ecc.) sono più pesanti dell'aria di conseguenza se contenuti all'interno, per esempio di un fusto, tenderanno a stratificare sul fondo e resteranno lì, in mancanza di bonifica/ aspirazione per tempi infiniti; in gergo Atex possono creare potenziali zone 0. Come dire che, anche se la benzina evapora sicuramente i vapori **non tenderanno** ad andare verso l'alto. Per dare un'idea della densità relativa dei vapori di benzina, che sono 3,5 volte più pesanti dell'aria, è come se provassimo a **far galleggiare in acqua un blocco di alluminio**.

**Il secondo** aspetto che contribuisce al rischio è il basso Lel della benzina; il Lel è quella concentrazione minima della miscela vapore/ aria in grado di innescarsi che per la benzina a temperatura ambiente vale circa l'1,5 %.

Il Lel però tende a diminuire con l'aumentare della temperatura, per esempio all'interno di un fusto riscaldato, il Lel di un vapore organico infiammabile può diminuire di circa 1% ogni 100 gradi, come dire che per innescare vapori di benzina a circa 100 gradi basta una concentrazione pari a circa il 0,5 %.

**L'ultimo** aspetto riguarda il fatto che per avere danni seri sono sufficienti piccole quantità di liquido infiammabile. In generale in un ambiente confinato i danni che si hanno, in caso di esplosione, con una concentrazione in volume pari al 20 % sono simili a quelli con una concentrazione pari all'80%. Come dire che, se abbiamo un fusto con la miscela aria/ vapore che occupa il 20 % del volume gli effetti in caso di innesco sono simili a quelli del caso



con riempimento all'80%. Quindi se consideriamo un fusto da 1000 litri è sufficiente avere un atmosfera potenzialmente esplosiva all'interno del fusto pari a 200 litri. Per avere una atmosfera esplosiva con volume di 200 litri, con un vapore surriscaldato (100°C) di benzina con LEL pari a 0,5% servono 1 litro di vapori di benzina che corrispondono a **pochi grammi di liquido**.

28

Riassumendo occorre tenere conto dei seguenti aspetti:

- Tutti i vapori di solventi organici (benzina, toluene, acetone,) sono più pesanti dell'aria di conseguenza se contenuti all'interno di un fusto resteranno all'interno per tempi infiniti.
- Se il fusto è riscaldato il lel diminuisce rispetto alla temperatura ambiente e bastano poche quantità di liquido (pochi grammi) per avere danni seri.

Quindi prima di effettuare operazioni di saldatura su fusti o tubazioni è necessario effettuare una adeguata bonifica, per esempio capovolgendo il fusto o aspirando anche se all'interno sono contenuti pochi grammi di liquido.

### **Non solo benzina**

Quanto descritto in precedenza può avvenire anche con liquidi normalmente non infiammabili a temperatura ambiente come per esempio gasolio, olii, glicole. Infatti, se portiamo per esempio del gasolio che normalmente si infiamma a circa 60 °C a 100 gradi (per riscaldamento del fusto) il risultato è che **si comporta esattamente come la benzina. Quindi la bonifica va eseguita in modo accurato anche nel caso di liquidi combustibili**. Questo aspetto va tenuto conto anche nel caso si utilizzino forni in cui vengono introdotti materiali combustibili per esempio nei forni di rinvenimento con metalli lubrificati o di essiccazione.



## BOMBOLE DI OSSIGENO ED ESPLOSIONI



29

### Esplosione bombole Ossigeno Milano

Una forte concentrazione ( $> 25\%$ ) di ossigeno può provocare combustioni spontanee, può accelerare le combustioni già in atto e produrre esplosioni. Questo è vero anche per composti molto ricchi di ossigeno come clorati, perclorati dicromati, acqua ossigenata, ecc. L'ossigeno puro infatti è un potentissimo comburente; ciò fa sì che, in presenza di atmosfere pesantemente sovra ossigenate (oltre al 25%), basta un innesco anche blando per scatenare un incendio molto difficile da domare.

Non solo, con la sovra ossigenazione abbiamo un aumento della velocità di combustione fino a giungere all'esplosione, allargamento del campo di infiammabilità e diminuzione della temperatura di ignizione; per esempio, la temperatura di ignizione della carta scende da  $240^{\circ}\text{C}$  a  $180^{\circ}\text{C}$ , quella del cotone da  $250^{\circ}\text{C}$  a  $180^{\circ}\text{C}$  e il PVC da  $315^{\circ}\text{C}$  a  $200^{\circ}\text{C}$ .

Quando si maneggia ossigeno puro compresso, per evitare il rischio di combustioni o esplosioni, è necessario utilizzare attrezzature cosiddette ossigeno compatibili o pulite per ossigeno, cioè, pulite accuratamente da ogni traccia di grassi e olii. Perdite di ossigeno da bombole si possono stratificare in basso essendo più pesante dell'aria (raffreddamento dovuto alla fuoriuscita dalla bombola) creando delle zone pericolose in tombini, fosse e avvallamenti.



## Precauzioni e consigli per l'uso sicuro dell'ossigeno

- Controllare che non vi siano perdite nelle tubazioni e nei raccordi ed eliminare subito le fughe. Quando l'Ossigeno esce da una bombola risulta più pesante dell'aria e può concentrarsi nelle zone basse come fosse, cunicoli, scantinati, ecc.;
- Proteggere le tubazioni flessibili ed i raccordi da strappi o schiacciamenti;
- Fare eseguire i lavori di manutenzione a personale esperto;
- Chiudere dopo l'uso sempre il rubinetto sulla bombola;
- Le bombole devono essere sempre messe in un luogo protetto in modo che non possano cadere e protette dagli urti;
- Non usare alcun tipo di olio o di grasso sulle bombole e su tutti gli strumenti che sono a contatto con l'ossigeno;
- Le bombole di ossigeno non devono essere esposte a temperature elevate;
- Non permettere che si fumi vicino alle attrezzature per la somministrazione di ossigeno e non usate l'ossigeno vicino a fiamme libere;
- Aerare i locali ove è presente una alta concentrazione di ossigeno;
- Usare solo attrezzature studiate e concepite per essere usate con l'ossigeno. Non tentare mai di adattare una qualsiasi altra attrezzatura che non sia costruita per questo uso;
- Assicuratevi che le sedi per la rubinetteria e le guarnizioni per l'ossigeno siano in buone condizioni, e realizzate con materiali compatibili con l'uso dell'ossigeno (teflon).



## BATTERIE AGLI IONI DI LITIO

### Introduzione

Si iniziano a vedere nelle aziende più strutturate, essenzialmente nei reparti di logistica, i primi carrelli elevatori e trans pallet che incorporano batterie agli ioni di Litio. Le batterie agli ioni di Litio permettono di evitare complicazioni Atex come, per esempio, sistemi di ventilazione o aperture e procedure di ricarica. Il problema è che si è notato che vi è una scarsa informazione sul fatto che il rischio dovuto all'introduzione di batterie al Litio può essere maggiore rispetto alle batterie al Piombo in particolare in caso di incendio. Gli incendi causati dalle batterie agli ioni di Litio sono tra i più impegnativi da spegnere, poiché si innescano reazioni a catena che sviluppano altissime temperature con conseguenti incendi difficilmente estinguibili con gli agenti estinguenti più comuni.

Il D.lgs. 81/2008 che rappresenta il Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro, è molto chiaro sugli obblighi previsti dalla legge. A fronte di un'accurata valutazione dei rischi specifici per il tipo di attività svolta, è dovere del datore di lavoro “l'eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, la loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico”.

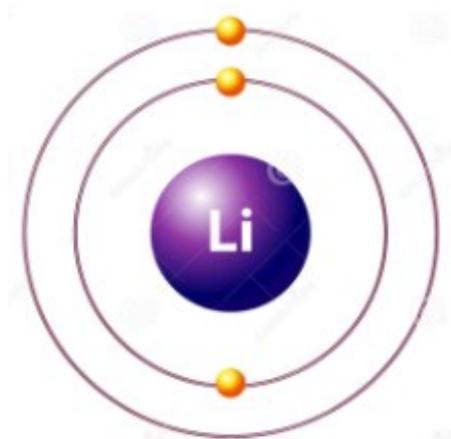
Inoltre, è obbligo del datore di lavoro “adottare le misure necessarie ai fini della prevenzione incendi e dell'evacuazione dei luoghi di lavoro (...) Tali misure devono essere adeguate alla natura dell'attività, alle dimensioni dell'azienda o dell'unità produttiva, e al numero delle persone presenti”. Nel caso delle batterie al litio, è necessario quindi, che il datore di lavoro riconosca il pericolo intrinseco derivante dalla loro gestione, e prenda di conseguenza i provvedimenti adeguati alla tutela di operatori, beni aziendali e ambienti di lavoro.



## Cosa è il Litio

Il Litio è l'elemento chimico della tavola periodica degli elementi che ha numero atomico tre e simbolo Li e nella tavola periodica degli elementi è collocato subito dopo l'Idrogeno e l'Helio. È il secondo elemento del primo gruppo, ma è il primo degli elementi metallici e il capostipite dei metalli alcalini. Tra questi, l'energia di ionizzazione e l'affinità elettronica del litio sono le più alte; di conseguenza, ha anche la più alta elettronegatività.

32



Atomo di Litio

Questi sono i motivi per cui viene utilizzato per la costruzione di accumulatori di energia. Come gli altri metalli alcalini, il Litio nella sua forma pura è altamente infiammabile e leggermente esplosivo se esposto all'aria e soprattutto all'acqua, con la quale reagisce in maniera violenta con produzione di idrogeno.

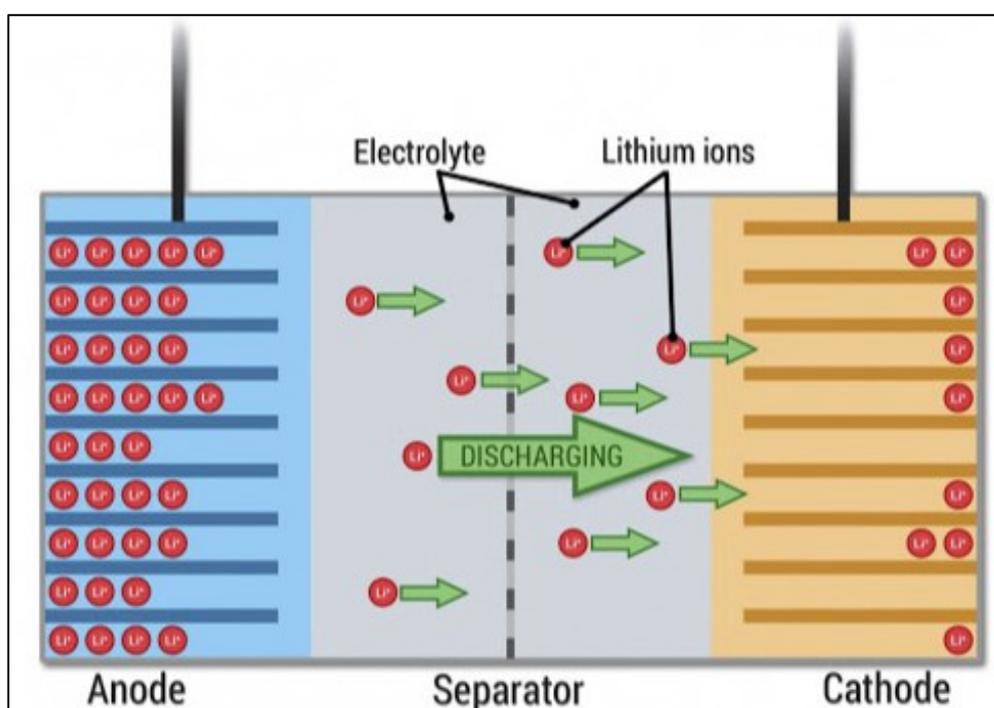


## Perché potrebbe incendiarsi un accumulatore al Litio

Vi sono varie tipologie di accumulatori ma sono tutte caratterizzate dalla seguente struttura:

- Un Anodo
- Un Catodo
- Un setto di separazione
- Una soluzione elettrolitica.

33

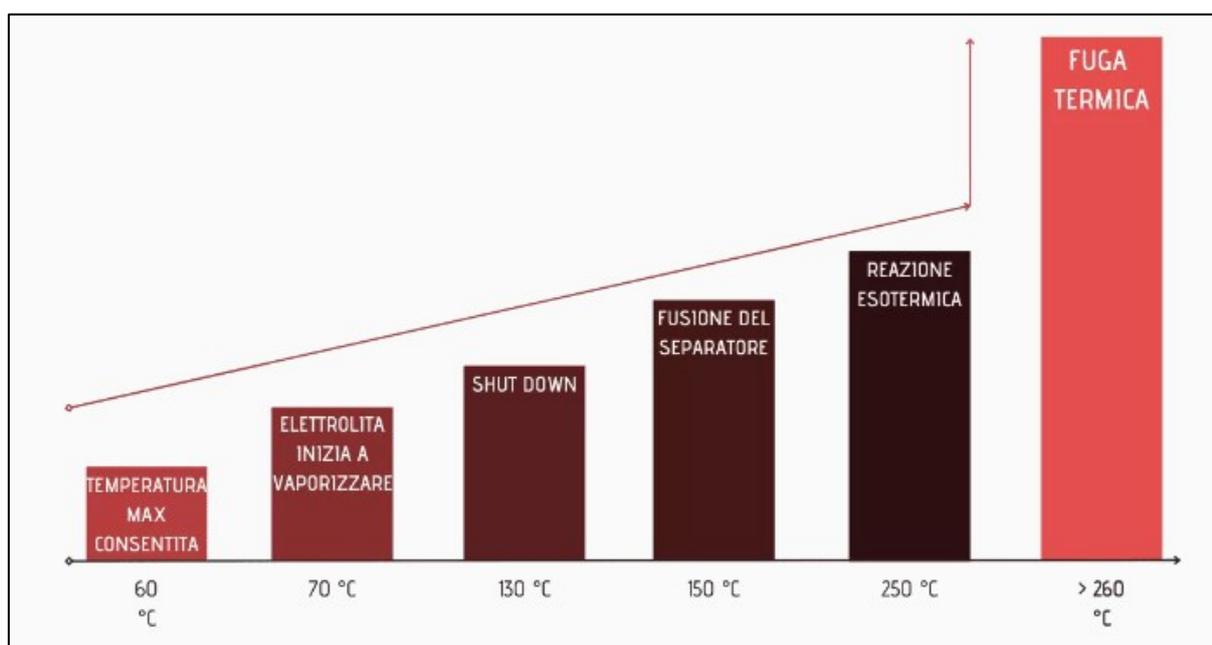


Le principali cause che possono far innescare un accumulatore al Litio sono le seguenti:

- Contatto elettrico tra Anodo e Catodo dovuto a urto, perforazioni o vibrazioni.
- Impurezze (particelle metalliche) nella soluzione elettrolitica. Le particelle metalliche possono creare un “ponte elettrico” tra Anodo e Catodo.
- Temperatura troppo alta (maggiore di 60 °C) o troppo bassa (minore di 0°C).



- Rottura del setto separatore dovuta a urti, vibrazioni o perforazioni.
- Errata carica e scarica dell'accumulatore. Gli accumulatori vanno sempre ricaricati nel range 20 – 80 % ovvero non vanno scaricati totalmente. Gli accumulatori agli ioni di Litio non devono abbassarsi al di sotto di 2 V/cella per un certo periodo di tempo in quanto all'interno delle celle si potrebbero formare delle "deviazioni" (Shunt) di Rame che possono portare ad un'auto scarica o ad un corto circuito elettrico.



### Progressione termica

Le aziende produttrici cercano comunque di ridurre al minimo i rischi predisponendo i seguenti sistemi di sicurezza:

- Limiti dei potenziali di carica e scarica,
- Bilanciamento dei potenziali di carica per celle in serie,
- Un dispositivo di sicurezza contro i corti circuiti,
- Carica-batteria intelligenti dedicati,
- Elettronica di controllo montata sulla batteria,
- Produzione delle batterie in camere "bianche".



## Gas pericolosi prodotti durante un incendio di un accumulatore al Litio

All'interno di un accumulatore al Litio sono presenti sostanze chimiche molto pericolose per la salute.

N. CAS	MATERIALE	% peso
1307-96-6	Ossido di cobalto	<30%
1313-13-9	Biossido di manganese	<30%
1313-99-1	Monossido di nichel	<30%
7440-44-0	Carbonio	<30%
-	Elettrolita*	<20%
24937-79-9	Polivinilidenfluoruro (PVdF)	<10%
7429-90-5	Foglio di alluminio	2-10%
7440-50-8	Foglio di rame	2-10%
-	Alluminio e materiali inerti	5-10%

(\*) Ingredienti principali: Esafluorofosfato di litio, carbonati organici

35

Quando bruciano, le batterie a ioni di litio possono produrre fumi tossici contenenti HF, ossidi carbonio, alluminio, litio e cobalto. Può inoltre formarsi penta fluoruro di fosforo, un gas molto tossico, che provoca ustioni a pelle, mucose e occhi e inoltre reagisce violentemente con l'acqua liberando acido fluoridrico (tossico e corrosivo). In caso di incendio in un luogo in cui siano presenti batterie a ioni di litio, irrorare la zona adiacente con acqua. Se una batteria sta bruciando, l'acqua può non essere in grado di spegnere le fiamme ma raffredda le batterie nelle vicinanze e impedisce il propagarsi dell'incendio.



## QUANDO IL GASOLIO DIVENTA INFIAMMABILE

Il gasolio è caratterizzato da una temperatura di infiammabilità superiore a 50 °C, di conseguenza a temperatura ambiente non sviluppa vapori potenzialmente infiammabili.

In letteratura esistono però dei casi in cui alcune centrali a gasolio sono state oggetto di esplosione dovute al surriscaldamento di gasolio finito accidentalmente su parti calde degli impianti o per fuoriuscita in forma nebulizzata da tubazioni di alimentazione o durante il carico delle cisterne.

***Il gasolio in forma nebulizzata risulta infatti, che, se anche a temperatura ambiente, infiammabile.***

All'interno delle centrali termiche l'alimentazione dei bruciatori avviene nella parte bassa spesso tramite tubi flessibili. Durante il funzionamento e in caso di guasto/perdita è probabile la formazione di una nube di gasolio nebulizzato. Occorre proteggere/segnalare le tubazioni da urti o inciampi che potrebbero creare la fuoriuscita di gasolio ovvero fare attenzione a eventuali perdite e sgocciolamenti.

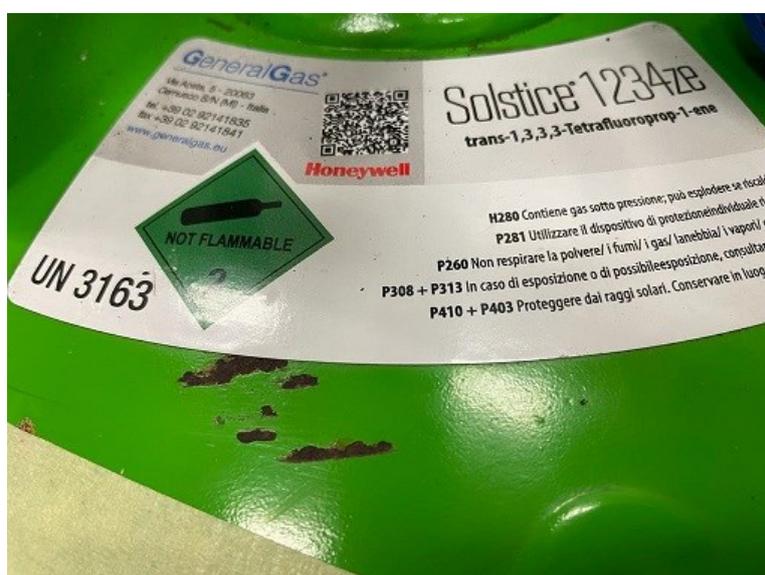
Questo è il motivo per cui può capitare che in caso di incidente un'automobile alimentata a gasolio (Autobus, articolato) prenda fuoco o addirittura esploda. La pressione generata durante l'urto può comprimere il serbatoio di gasolio e immettere nell'ambiente gasolio nebulizzato facilmente infiammabile.



## L'INFIAMMABILITA' DEL GAS R1234 ZE È MOLTO DISCUTIBILE

L'infiammabilità del trans-1,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-ene (R1234 ZE) è discutibile in quanto dipende dalle condizioni sperimentali. **Il problema è che sulle bombole la marcatura è quella di gas non infiammabile.** Il gas viene utilizzato negli impianti di refrigerazione in sostituzione di quelli che creano il buco dell'Ozono.

37



Il gas viene classificato:

- Come non infiammabile secondo ASTM E681.
- Sopra i 60 °C, il gas risulta infiammabile con l'intervallo di infiammabilità del 5,7% ~ 11,3% secondo lo standard ASTM E 681-01.
- A 100 °C risulta infiammabile con intervallo di infiammabilità 7%-12% secondo lo standard ASTM E 681-04.
- **Secondo lo standard HG / T2765.4 il gas risulta infiammabile a partire da 25°C con un intervallo di infiammabilità compreso tra il 6% e il 24 %.**

Diciamo che il gas si comporta un po' come l'Ammoniaca, altro gas refrigerante difficile da innescare ma non privo di rischio.



Si propone di assumere a favore della sicurezza i seguenti parametri:

- LEL = 6% (0,10 Kg/m<sup>3</sup>)
- UEL = 11%
- Temperatura di infiammabilità = 25 °C.
- Temperatura di autoaccensione = 368 °C (Scheda di sicurezza PAN GAS)
- M = 114 (Massa Molare)
- MIE = 1000 J

38

La densità del gas in ambiente aperto è funzione della temperatura e assume i seguenti valori:

Temperatura	Densità kg/m <sup>3</sup>	Densità relativa aria
-20	5,7	4,5
0	5,3	4,2
20	4,9	3,9
40	4,6	3,7

Risulta quindi che il gas è sempre più pesante dell'aria, di conseguenza, tenderà a stratificare in basso come il GPL. Di questo gas si riesce a calcolare tutto. Si riporta il calcolo della portata di emissione con i seguenti parametri:

- LEL = 6 % (0,10 Kg/m<sup>3</sup>)
- Pressione = 8 bar
- CD = 1
- Foro di guasto = 0,25 mm<sup>2</sup>
- Temperatura = 40 °C
- Flusso = Sonico
- DZ = 1 metro dalla perdita
- Tipologia di zona = Zona 2 con 0,05 m/s
- Portata di emissione WQ = 0,0014954 Kg/



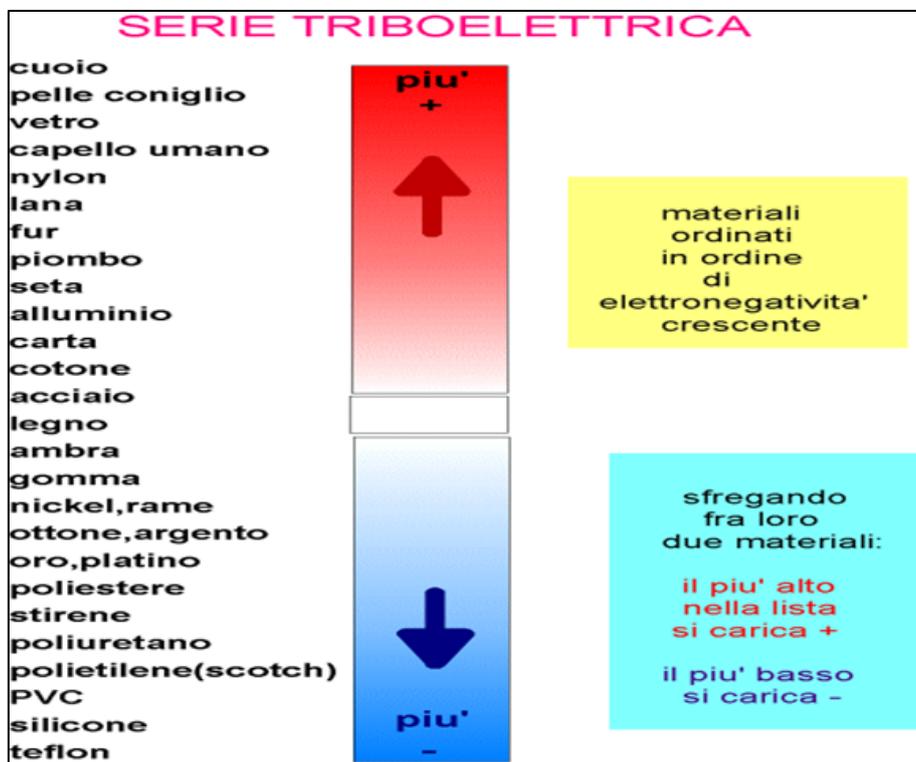
## ELICOTTERI, API E CARICHE ELETTROSTATICHE

Ogni volta che si ha uno strofinio tra due materiali diversi si possono generare cariche elettrostatiche e quindi scintille. Esempi di produzione di cariche elettrostatiche sono:

- Aria all'interno delle tubazioni degli impianti di aspirazione.
- Aria convogliata sugli aerografi di verniciatura.
- Strofinio abbigliamento in Poliestere con scarpe da ginnastica isolanti.
- Carri cisterna e autoveicoli durante il moto.
- Nastri di levigatrici.
- Pulizia con aria compressa.

39

Per avere un'idea della carica accumulata per strofinio si può prendere in considerazione la serie triboelettrica.



Un materiale in cima alla tabella tende a cedere elettroni (e caricarsi positivamente) mentre quelli vicini al fondo tendono ad accettare elettroni



e caricarsi negativamente. Ad esempio, mettendo a contatto del nylon e del teflon, il nylon si caricherà positivamente e il teflon negativamente. Ma se il nylon viene strofinato sulla pelle si caricherà, in maniera più debole, negativamente. Maggiore è la distanza nella tabella e maggiore è l'intensità della carica generata. L'accumulo di carica  $Q$  implica poi la generazione di una tensione che può essere molto elevata e produrre scosse elettriche e/o scintille. La tensione si può calcolare con la seguente formula:

40

$$V = Q/C = \text{Volt}$$

dove  $Q$  è la carica in Coulomb e  $C$  la capacità in Farad.

### L'Elicottero

Le pale di un elicottero durante la rotazione e il contatto con l'aria producono una certa quantità di cariche elettrostatiche. Di conseguenza un elicottero durante il volo può essere "caricato" anche con migliaia di Volt. Per consentire all'elettricità statica di scaricarsi prima che una persona entri in contatto con l'elicottero o il personale eventualmente calato tocchi il suolo si collega al gancio del paranco un cavo di opportuna lunghezza per scaricare l'elettricità statica a terra.



Cavo di messa a terra



I militari quando effettuano operazioni di discesa lanciano una corda molto pesante fino a terra in modo da scaricare le cariche elettrostatiche.



## API

Analogamente le Api durante il loro volo a causa dello strofio con l'aria si elettrizzano e possono essere caricate con tensioni dell'ordine del centinaio di volt (hanno una capacità piccola).



Se le api si trovano in grandi gruppi (quindi, per esempio, nell'alveare) possono dare vita a superfici cariche elettricamente che creano un campo elettrico collettivo molto più grande di quanto gli scienziati avessero immaginato finora, e paragonabile in certi casi a quello che si determina quando ci sono eventi atmosferici di portata significativa come i temporali. La misurazione del campo elettrico generato dagli sciame delle api è stata eseguita dai ricercatori dell'Università di Bristol, con rilevatori di campi elettrici e con stime matematiche e fisiche. Più in dettaglio, gli scienziati hanno scoperto che queste nuvole di insetti possono generare da 100 a 1000 volt per metro quadro, a seconda delle dimensioni dello sciame e



degli alveari. Quando un'ape si avvicina a un fiore essendo caricata elettricamente subirà una variazione di carica in quanto il fiore può essere connesso a terra o carico naturalmente, questa variazione di carica le permette di capire se il fiore è già stato visitato oppure no.

Vi consiglio il seguente articolo (Fonte):

<https://www.ibsafoundation.org/it/blog/elettricit -delle-api-modifica-clima-circostante>



## RIFORNIMENTO AEROMOBILI

L'attività di rifornimento degli aeromobili è regolata dal DECRETO 30 giugno 2011 (Disposizioni da osservarsi durante il rifornimento di carburante agli aeromobili). Il Decreto indica all'articolo 4 le misure di prevenzione previste. Di seguito le misure di prevenzione pertinenti riportate nell'articolo 4 del decreto.

43

Comma	Prescrizione
2	Il rifornimento di carburante agli aeromobili non può essere eseguito in assenza del Responsabile del rifornimento.
4	Durante le operazioni di rifornimento deve prevedersi intorno all'aeromobile una zona di sicurezza costituita da un'area circolare avente un raggio di metri 6 dai serbatoi degli aeromobili, dagli sfiati, dalle attrezzature e dai veicoli mobili usati per il rifornimento. Il Responsabile del rifornimento deve garantire che nessun estraneo alle operazioni di rifornimento, assistenza e controllo si trovi all'interno della predetta zona di sicurezza.
5	Le attrezzature per il rifornimento di carburanti e gli sfiati dei serbatoi dell'aeromobile non devono trovarsi ad una distanza inferiore a metri 15 da qualsiasi edificio, ad esclusione dei manufatti connessi con le pertinenti operazioni di scalo.
11	Durante le operazioni di rifornimento l'Operatore Aereo e l'Handler rifornitore adotteranno, per tipologia di aeromobile, le misure necessarie, indicate nelle proprie procedure operative, affinché sia esclusa la possibilità di determinare inneschi di vapori di carburante da parte di impianti e apparecchiature presenti nella zona di rifornimento provvedendo, altresì, ad attuare le procedure per la messa a terra dell'aeromobile e dei relativi mezzi di rifornimento.
12	Durante le operazioni di rifornimento nessun motore di spinta dell'aeromobile deve essere in funzione.



Comma	Prescrizione
14	<p>I veicoli non devono transitare o sostare sotto l'ala degli aeromobili, salvo quelli del rifornimento e solo se la loro presenza è indispensabile per le operazioni di rifornimento di carburante, di oli lubrificanti ed idraulici. Nel caso di rifornimento con autocisterna:</p> <p>a) la parte dell'autocisterna contenente l'apparato motore non deve sostare sotto l'ala;</p> <p>b) l'attrezzatura utilizzata per il servizio di manutenzione deve essere collocata ad una distanza superiore a 3 metri dalle aperture di sfiato dell'impianto di combustibile degli aeromobili.</p>
15	Tutti i mezzi rifornitori operanti nella zona di sicurezza devono essere muniti di estintori in perfetta efficienza.
16	Durante le operazioni di rifornimento, in prossimità della zona di sicurezza, devono essere presenti, a cura del Gestore dell'aeroporto, presidi antincendio in condizioni di perfetta efficienza e manutenzione, per un complessivo non inferiore a 50 kg di polvere chimica secca, di capacità estinguente non inferiore a «A- B1- C», e 50 litri di schiuma di capacità estinguente non inferiore a «A-B4».
16	Nel caso in cui avvenga un principio d'incendio o un versamento di carburante, l'Handler rifornitore, il Responsabile del rifornimento ed il Gestore aeroportuale devono attuare le misure di emergenza previste dal Regolamento ENAC e le procedure operative definite, in sede locale, per ogni singolo aeroporto.



## LISTA CONTROLLO IMPIANTI A RISCHIO ATEX GAS/VAPORI

Tipologia di sorgente
Locali batterie UPS
Saldo brasatura acetilene/ossigeno
Saldo brasatura GPL/ossigeno
Utilizzo bombole GPL (asfalti, riscaldamento)
Centrali termiche metano (olio diatermico, vapore, riscaldamento)
Brucciatori forni a metano
Riscaldatori pensili aria calda metano/GPL (tipo Robur)
Cabine verniciatura a solvente
Depositi liquidi infiammabili
Deposito interrato GPL
Deposito fuori terra GPL
Impianto di aspirazione vapori solventi
Cabina sterilizzazione Ossido di Etilene
Deposito bombole (Ossido di Etilene, Acetilene, GPL, Idrogeno)
Erogatori gas metano, GPL, benzina, idrogeno distributore
Utilizzo di alcool e solventi per pulizia maggiore di 2 litri al giorno
Laboratorio chimico con utilizzo di gas infiammabili (idrogeno, acetilene)
Laboratorio chimico con utilizzo di liquidi infiammabili max 2 litri/giorno
Celle galvaniche (acide, basiche)
Armadi per liquidi infiammabili
Postazione distaccante stampi
Utilizzo di bombole ARCALL 11 e/o FLAMAL 28 per saldatura
Impianto ossi idrogeno per saldatura
Forni sinterizzazione a idrogeno (endogas)
Miscelatori ad alta temperatura (olio, cere, stabilizzanti, polimeri)
Miscelatori vernici infiammabili
Lavaggio autocisterne con solventi infiammabili
Impianto pulizia fusti con liquidi infiammabili
Area ricarica batterie muletti e trans pallets
Locale adibito all'evaporazione/asciugatura solventi
Impianto biogas
Impianto ammoniacca