

Romano Moscatelli

Bombole

ad aria compressa

*Pressione massima
di carica
delle bombole
per aria compressa
respirabile
e tecnologie
costruttive*

Anche se le bombole per aria compressa destinate all'uso con autorespiratori sono un argomento estremamente puntuale e specifico, la complessità delle implicazioni ad esse correlate e le recenti innovazioni in termini di direttive, di normative e di decreti, hanno fatto sì che anche il tecnico più aggiornato possa avere qualche difficoltà a ricostruire un quadro chiaro e completo sulla materia.

Va anche precisato che rimangono ancora alcuni aspetti da chiarire o contraddittori, ma sicuramente negli ultimissimi anni molto è cambiato, ed in positivo, per allineare il nostro paese alla realtà degli altri stati della comunità europea, e per rendere utilizzabili le tecnologie più avanzate, ancorché ampiamente consolidate e collaudate, a tutto vantaggio della sicurezza e dell'operatività dei vigili del fuoco.

Va premesso che la direttiva sulle attrezzature a pressione, meglio nota come PED, non è nata avendo come obiettivo primario le bombole per aria compressa respirabile per apparecchi respiratori, ma al contrario queste ne costituiscono un'applicazione molto particolare e numericamente marginale. Questo è il motivo per cui alcuni aspetti sono ancora in via di chiarimento soprattutto nella loro applicazione.

Ciò non di meno la PED è il testo legislativo più pertinente per l'argomento che stiamo affrontando e che nel seguito, per brevità e snellezza di trattazione chiameremo bombole, avendo però chiaro che ci riferiremo esclusivamente alle bombole per aria compressa per apparecchi respiratori.

Ai sensi della direttiva sulle attrezzature a pressione 97/23/EC del 29 maggio 1997, appunto la PED, le bombole sono definite come "recipienti" e l'aria respirabile è un fluido del gruppo 2.

Le bombole per autorespiratori rientrano nell'ambito della direttiva in quanto la loro pressione di esercizio è superiore a 0,5 bar relativi.

Bombole ad aria compressa



ITER LEGISLATIVO

Il 15 marzo 2001 è entrato in vigore il decreto del ministero dei Trasporti e della Navigazione (pubblicato sul supplemento ordinario n.154 alla Gazzetta Ufficiale n.141 del 20 giugno 2001) che ha innalzato il valore della pressione massima di carica e di esercizio per le bombole contenenti aria compressa respirabile a 300 bar (superando il decreto ministeriale del 12 settembre 1925 che imponeva il limite di 250 bar).

Nel medesimo decreto si determina anche il raccordo tra valvola della bombola e riduttore che deve essere conforme alla norma UNI EN 144-2. Il decreto peraltro fa riferimento alle sole bombole in acciaio.

Il 22 gennaio 1998 viene emanato un primo decreto (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 58 del 11/3/1998) che autorizza l'uso sperimentale delle bombole in materiale composito per aria compressa.

Il 15 marzo 2001 è entrato in vigore il decreto del ministero dei Trasporti e della Navigazione (pubblicato sul Supplemento ordinario n.153 alla Gazzetta Ufficiale n.140 del 19 giugno 2001) che consente definitivamente in Italia l'uso delle bombole per aria compressa in materiale composito interamente avvolto conformi alla norma EN 12245.

Non essendo le bombole in composito esplicitamente richiamate nel decreto che eleva la pressione massima di carica a 300 bar, si rende necessario un successivo decreto. (datato 18 ottobre 2001 e pubblicato il 9 novembre 2001 sulla Gazzetta Ufficiale n. 261 che ammetta tale valore di pressione anche per le bombole in materiale composito.

Sia per le bombole in acciaio, sia per quelle in composito, quale che sia la pressione massima di esercizio, la pressione di collaudo è pari ad una volta e mezza la pressione massima di esercizio, e la pressione di scoppio deve essere non inferiore al doppio di quella di collaudo ovvero a tre volte quella massima di esercizio.

Le bombole, secondo quanto previsto nella nota alla tabella 2 dell'allegato II della direttiva, sono da considerarsi classificate nella III categoria (fino ad un valore del prodotto $PS \times V = 3000$ dove PS è la pressione di esercizio e V è la capacità idraulica della bombola, pertanto anche una bombola da 9 litri a 300 bar rientra in III categoria. Le bombole certificate conformemente alla citata direttiva hanno diritto alla libera circolazione ed uso in tutti gli stati membri della comunità europea. Per le bombole costruite conformemente alle norme tecniche EN e pubblicate sulla Gazzetta ufficiale della comunità europea, marcate CE, vige la presunzione di conformità ai requisiti essenziali di cui all'articolo 3 della PED. La marcatura CE è costituita dalle iniziali CE seguite dal numero dell'organismo notificato

implicato nella fase di controllo della produzione. Non è necessario ripetere la marcatura CE sulle varie attrezzature a pressione che costituiscono l'insieme.

Oltre alle punzonature previste dalla norma UNI EN 1089, la PED richiede che siano presenti sulla bombola:

- nome e indirizzo o altre indicazioni distintive del fabbricante e, se del caso, del suo mandatario stabilito nella comunità;
- limiti essenziali massimi e minimi ammissibili (p.e. di temperatura).

L'art.19 del D.L. 23 febbraio 2000 n.93 di recepimento della direttiva PED in Italia impone che vengano emanati dei decreti ministeriali di attuazione di tutti gli aspetti relativi alla messa in esercizio ed ai ricollaudi periodici.

Bombole ad aria compressa

Il valore di pressione massima più diffusamente utilizzato è quello di 200 bar e la bombola più comune è quella da sette litri.

Il valore di pressione massima di 250 bar, consentito sino al 15 marzo 2001, è concettualmente da intendersi comprensivo delle tolleranze dovute ad escursioni termiche sul valore normale di 200 bar (surriscaldamento delle bombole per effetto della compressione del gas durante la ricarica, esposizione al calore radiante durante l'intervento, permanenza in prossimità delle fiamme).

Ciò nonostante il valore di 250 bar come pressione di ricarica e quindi massima di esercizio ha avuto una qualche diffusione almeno nei seguenti due casi:

- autorespiratori dotati di bombole da 6 litri a 250 bar che miglioravano la prestazione di peso per litro di aria contenuto rispetto alla classica bombola da 7 litri a 200 bar.

- autorespiratori per uso navale omologati secondo una norma RINA, ora superata, che imponeva una prova empirica di durata effettiva su uomo di almeno un'ora. Per soddisfare tale requisito sembrava essere necessaria una riserva di

1750 litri di aria pari al contenuto di una bombola da 7 litri caricata appunto a 250 bar.

Le nuove disposizioni in ambito direttiva PED non rendono più necessaria tale configurazione e l'introduzione delle 300 bar rendono non più attuale neanche la configurazione 6 litri 250 bar. Ci si può chiedere perché non spingersi oltre le 300 bar con la pressione massima di carica per migliorare ulteriormente il rapporto peso/ingombro/autonomia.

In realtà negli Stati Uniti e paesi di influenza si va lievemente al di sopra, ma per un fatto esclusivamente di fattore di conversione tra sistema internazionale e pollici.

Il limite fisico risiede nel fatto che al di sopra delle 300 bar l'aria comincia a deviare significativamente dal suo comportamento quale gas perfetto: in altre parole ad un certo ulteriore aumento di pressione corrisponde una diminuzione di volume meno che proporzionale e l'aumento di peso strutturale della bombola è meno vantaggioso che ricorrere ad una bombola più grande a pressione più bassa.

TABELLA PESI/CAPACITA' BOMBOLE

Nella tabella di seguito riportata sono messe a confronto le principali caratteristiche delle bombole più comunemente utilizzate da parte dei vigili del fuoco europei. Si notino i vantaggi di peso nelle bombole in composito ed il fatto che essendo la struttura meccanicamente più resistente, è possibile realizzare bombole meno snelle (diametro maggiore e lunghezza minore) con il vantaggio dell'abbassamento del baricentro dell'autorespiratore.

N.B. I valori sono da intendersi approssimativi e desunti dai più significativi modelli attualmente in commercio.

Tipo bombole	Capacità (litri)	Pressione (bar)	Capacità nominale (Nom.-l)	Autonomia a 40 l/m	Peso bombola (kg)	Peso bombola vol. (kg/l)	Confronto pesi/vol. %	Lunghezza (mm)	Diametro
Acciaio	7	200	1400	35	7,3	5,2	100	580	140
Acciaio	6	300	1800	45	9,8	5,4	104	530	140
Composto con liner in alluminio	6,8	300	2040	51	4,2	2,1	40	530	157
Composto con liner in alluminio	9	300	2700	67	4,8	1,8	34	556	174
Composto con liner in alluminio	9	300	2700	67	5,2	1,9	37	565	174
Composto con liner in plastica	6,8	300	2040	51	3,6	1,8	34	562	157
Composto con liner in plastica	9	300	2700	67	4,5	1,7	32	565	176

Bombole ad aria compressa

L'aria con cui possono essere ricaricate le bombole è definita dalla norma EN 12021 in cui sono anche elencati i gas che possono essere presenti nella miscela e le loro massime concentrazioni ammesse. Particolare attenzione va posta, all'umidità dell'aria stessa che, pur essendo innocua dal punto di vista fisiologico, se eccessiva, può avere i seguenti effetti indesiderati:

- il vapore acqueo presente a pressione atmosferica liquefa a pressione più elevata e la quantità di acqua che viene a trovarsi nella bombola sottrae volume all'aria e riduce quindi la capacità effettiva e l'autonomia. L'acqua non dovrebbe comunque raggiungere direttamente il riduttore di pressione (eventualità che sarebbe estremamente grave perché potrebbe portare al suo bloccaggio) perché le valvole sono munite di un pescante che preleva l'aria in una zona sufficientemente distante dal fondo;

- l'umidità può innescare fenomeni di corrosione;
- i cristalli di ghiaccio che si formano quando l'aria umida espande nel riduttore di pressione, ne possono compromettere il regolare funzionamento ed accelerare l'usura degli O-ring.

L'umidità non deve eccedere 50 mg/m³ per pressioni di carica comprese tra 40 e 200 bar e non deve eccedere 35 mg/m³ per pressioni di carica maggiori di 200 bar.

Oltre all'umidità possono essere presenti nell'aria altre sostanze tossiche che vanno rimosse mediante l'uso di filtri sul compressore. Esse derivano da:

- punto inadatto di prelievo dell'aria per il compressore (seminterrati in zone ad alto traffico veicolare).

- tracce di lubrificanti del compressore e loro derivati generati dalle temperature di esercizio del compressore stesso. La loro massima concentrazione non deve eccedere gli 0,5 mg/m³ e non debbono in ogni caso eccedere l'eventuale TLV.

- il monossido di carbonio non deve superare le 1.5 ppm. Il biossido di carbonio non deve superare le 500 ppm;

- l'aria deve essere priva di odore o sapore.

Gli accorgimenti da tenere sempre presenti sono:

- collocare la presa di aria del compressore in una zona dove l'aria sia verosimilmente pura;

- mantenere sempre in perfetta efficienza i filtri del compressore sostituendoli frequentemente;

- analizzare periodicamente l'aria compressa che si carica nelle bombole con rivelatori di gas. L'aria compressa nelle bombole non risulta che, di per sé, abbia una scadenza. Valgono le seguenti considerazioni:

- l'interno della bombola deve essere privo di sostanze nocive che possano evaporare nell'aria stessa;

- almeno ad ogni scadenza di ricollaudò della bombola l'aria viene comunque ricambiata;

- le bombole in composito ammettono una lievissima permeabilità pertanto va verificato se la pressione permanga pari a quella di carica o necessiti di un rabbocco. Appare invece soprattutto accademica la considerazione che tale permeabilità sia selettiva in funzione della dimensione della molecola e che pertanto possa comportare un impoverimento della percentuale di ossigeno.

