

Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione: locali di ricarica batterie

Il seguente reportage è tratto dal nuovo volume “Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione: locali di ricarica batterie” edito dal CEI che si pone l'obiettivo di chiarire, analizzando fisicamente e normativamente il fenomeno, gli aspetti più controversi del problema dell'emissione di gas dalle batterie e la corretta procedura di classificazione dei locali adibiti alla ricarica

Tipologia di batterie

Gli elementi o le batterie di elementi sono caratterizzati dalla loro capacità di accumulare energia elettrica, espressa in amperora (Ah). Il valore della capacità varia con le condizioni di utilizzo, quali la durata di scarica, la corrente, la tensione finale e la temperatura.

Dipendentemente dalla loro destinazione d'uso, le batterie sono distinte in:

- **batterie per avviamento** (serie CEI EN 60095);
- **batterie di trazione** (serie CEI EN 60254);
- **batterie stazionarie** (serie CEI EN 60896)

Tale distinzione rispecchia anche una differente tecnologia di costruzione. Le batterie per avviamento sono progettate per erogare correnti di elevata intensità per brevi periodi (tipiche per l'avviamento di un motore termico). Viceversa per le batterie di trazione si richiede l'erogazione di una corrente costante fino ad una certa frazione di scarica della batteria ed una possibilità di compiere un grande numero di cicli di carica e scarica. Le batterie più utilizzate industrialmente sono le batterie al Piombo e le batterie al Nichel-Cadmio.

Le batterie al piombo hanno elettrolita costituito da una soluzione di acido solforico ed elettrodi realizzati in Piombo (elettrodo positivo) e in Biossido di Piombo (elettrodo negativo). Esse si distinguono, secondo la tecnologia costruttiva, in due tipologie:

- **batterie al piombo a vaso aperto** (flooded/wet cell);
- **batterie VRLA.**

Le batterie a vaso aperto sono il modo più antico di realizzare un accumulatore al piombo. Gli elettrodi sono costituiti di lastre, aventi spessore e composizione leggermente diversa dipendentemente dalla destinazione d'uso della batteria (di trazione, stazionaria o per avviamento), immerse in una soluzione di acido solforico. Per tale motivo le celle sono anche dette wet (umide) o flooded (a flusso liquido).

Il termine VRLA è l'acronimo di Valve Regulated Lead Acid cioè batterie regolate con valvole. Le batterie VRLA, nella documentazione commerciale, sono definite in cento modi diversi, contribuendo ad ingenerare una certa confusione nell'utente: sono infatti dette a ricombinazione, sigillate, ermetiche, sealed, senza manutenzione.

Alcune definizioni fanno pensare ad un dispositivo del tutto isolato dall'esterno. In realtà, il contenitore che racchiude gli elettrodi e l'elettrolita è quasi ermetico, essendo provvisto di una o più valvole di sfiato. Infatti un involucro del tutto sigillato sarebbe molto pericoloso a causa della sovrappressione che si verrebbe a creare nel dispositivo durante la ricarica (o, peggio, in caso di sovraccarica) a causa della emissione di gas.

La dizione a ricombinazione significa che la maggior parte dell'Ossigeno che si sviluppa al polo positivo si ricombina con l'Idrogeno prodottosi al polo negativo in modo da riformare acqua (in generale con efficienza superiore al 95%) evitando così la disidratazione dell'elettrolito.

Il termine senza manutenzione, si riferisce al fatto che essendo ridotta l'emissione di gas, e quindi la dispersione di elettrolito, in generale, le batterie VRLA non necessitano di aggiunta di acqua o di elettrolito.

Le batterie VRLA sono costruite con due differenti tecnologie, che differiscono sostanzialmente nella tecnica con cui è realizzato l'elettrolito:

- batterie AGM - Absorbent Glass Mat;
- batterie al gel – Gel Cell.

Se, dopo la completa **carica della batteria**, si continua a fornire energia non si ha ulteriore incremento di carica ma l'energia fornita ha il solo effetto di produrre la dissociazione dell'acqua contenuta nell'elettrolito. La massima quantità teorica di gas prodotto da una batteria, al termine della ricarica, è pari a 684 cm³ di miscela di gas (Idrogeno + Ossigeno) alla temperatura di 25°C e pressione di 101325 Pa. Non si tratta pertanto di solo Idrogeno, ma di una miscela costituita, in volume, di 2/3 di Idrogeno ed 1/3 di Ossigeno. Tale emissione è la massima teorica quando, a fine carica della batteria, l'energia fornita produrrebbe solo la dissociazione dell'acqua.

Nella pratica, l'emissione del gas avviene solo in piccola parte e nella fase finale della ricarica. Infatti, come discusso precedentemente, all'inizio della ricarica della batteria gli ioni idrogeno ed ossigeno che si formano non producono gas molecolare ma partecipano alla reazione chimica.

Le batterie al Nichel Cadmio si sono imposte negli ultimi decenni a causa della loro affidabilità e durata di vita a fronte di un maggiore costo e di una minore tensione di cella (tensione nominale 1,2 V). Gli elettrodi delle batterie sono costituiti di Idrato di Nichel, per l'elettrodo positivo, e Cadmio spugnoso per l'elettrodo negativo. L'elettrolita è una soluzione acquosa di Idrossido di Potassio al 20-34% in peso.

Modalità di ricarica

La durata di vita e l'emissione di gas dalle batterie dipende in modo sostanziale dalle modalità di ricarica della batteria. In particolare, deve essere posta particolare attenzione nella ricarica delle batterie VRLA, dove l'utilizzo di un caricabatteria non idoneo può ridurre drasticamente la durata di vita della batteria.

Le tipologie di caricabatteria si distinguono in funzione dei parametri elettrici (tensione e corrente) erogati e della eventuale presenza di una temporizzazione. Si distinguono caricabatteria di tipo:

- non regolato;
- auto-regolato.

Un caricabatteria non regolato è un dispositivo che fornisce una semplice carica con tensione e corrente non costante. Questi caricatori prendono anche il nome di taper charger in quanto la corrente diminuisce (taper) automaticamente nel tempo, seguendo l'evoluzione della carica della batteria.

Un caricabatteria auto-regolato è un caricatore che controlla continuamente lo stato di carica della batteria e sospende la ricarica quando è stato fornito il quantitativo corretto di energia elettrica provvedendo solamente una sovraccarica minima nel caso in cui ad esso venga collegata una batteria completamente carica.

Sono disponibili caricatori con diversi profili di carica in funzione delle differenti fasi previste nella ricarica. In generale, le tipologie di ricarica prendono il nome dalla sequenza delle fasi di ricarica a tensione costante (U) o a corrente costante (I). Si hanno così profili di carica U, IU, IUI, IUIU, etc.

Il modo di ricarica della batteria è determinante al fine di definire l'emissione di gas. Infatti la batteria inizia ad emettere gas in misura rilevante solo quando la tensione ai suoi capi raggiunge la tensione di gassificazione (gassing voltage) che per le batterie al Piombo è pari a 2,4 V e per quelle al Nichel-Cadmio è 1,45 V (a 25°C). In tale fase l'emissione di gas è direttamente proporzionale alla corrente di ricarica utilizzata.

Emissione di idrogeno

Come illustrato ai precedenti punti, una batteria di accumulatori emette, inevitabilmente, una certa quantità di gas (idrogeno ed ossigeno) durante la ricarica. La quantità di gas emesso è molto variabile e dipende sostanzialmente da:

- tipologia di cella (Piombo, Nichel-Cadmio);
- tecnologia costruttiva (batteria regolata a valvole o a vaso aperto);
- profilo di ricarica (IU, IUI, etc.);
- fase di ricarica.

La massima emissione di idrogeno (0,00042 m³/Ah alla temperatura di 0°C) corrisponde al caso di una batteria completamente carica ove l'energia fornita produce solamente l'elettrolisi dell'acqua.

Tale situazione, in pratica, non accade (o non dovrebbe accadere) mai nel funzionamento normale. Infatti i dispositivi di ricarica dovrebbero essere controllati e/o temporizzati in modo da interrompere (o ridurre) il flusso di corrente al termine della fase di carica.

In ogni caso, l'emissione di gas è funzione della corrente di ricarica ed è quindi maggiore durante la ricarica rapida (boost charge) rispetto alla carica di mantenimento a tampone (float charge). Inoltre si ha una certa emissione di gas durante la carica di equalizzazione (equalize charge).

Zona nell'intorno della batteria

Per ciascuna cella (o monoblocco) di una batteria regolata a valvole, l'emissione avviene appunto dalla valvola di sicurezza (tipicamente una o due per cella). Tale emissione produce inevitabilmente, nell'intorno della valvola stessa, una zona potenzialmente pericolosa.

La Norma CEI EN 50272-2 (relativa alle batterie stazionarie), indica un metodo di calcolo dell'estensione della zona classificata, normalmente dell'estensione di alcuni decimetri, basato sulla nozione di volume esplosivo ipotetico. La Norma CEI EN 50272-3 (relativa alle batterie di trazione) indica, convenzionalmente, una **estensione della zona** di 0,5 m. Tali valutazioni sono, in particolare per le batterie stazionarie, a favore della sicurezza e tengono anche conto di eventuali anomalie di funzionamento del sistema di ricarica o degli elementi delle batterie. Tale calcolo sarà illustrato nei punti successivi.

In generale si avranno estensioni della zona pericolosa diverse nel caso di emissione da una batteria regolata a valvole (emissione alla pressione iniziale pari alla pressione di apertura della valvola di sicurezza con bassa portata di emissione) e da una batteria a vaso aperto (emissione a pressione atmosferica con portata di emissione più consistente rispetto al caso precedente).

Inoltre, l'estensione della zona pericolosa sarà diversa dipendentemente dalle condizioni di ventilazione. In particolare, risulterà ridotta in ambiente esterno rispetto all'ambiente interno.

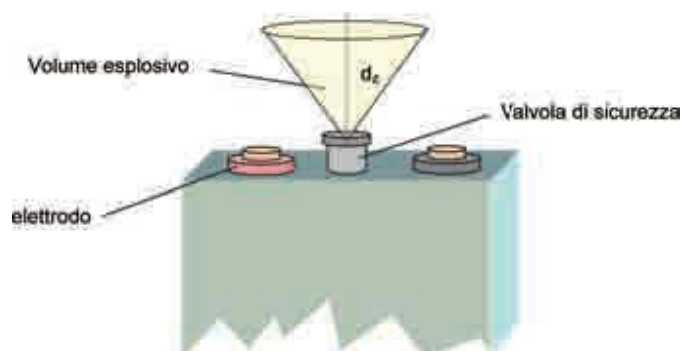


Fig. 1 - Emissione di gas dalla valvola di sicurezza di un elemento di batteria regolato a valvole

Nelle batterie regolate a valvole, durante la ricarica a tampone, l'emissione (di grado continuo) di Idrogeno è di fatto estremamente modesta, tale da non creare generalmente un volume pericoloso significativo, nell'intorno di

ciascuna valvola (Fig. 1). L'emissione risulta maggiore, ma ancora modesta, durante la ricarica rapida (emissione di primo grado). Diviene infine apprezzabile (simile cioè al caso delle batterie a vaso aperto) nel caso di anomalie di funzionamento del sistema di ricarica o degli elementi delle batterie (emissione di secondo grado). Per le batterie a vaso aperto, l'emissione di gas è più consistente (almeno un ordine di grandezza), e di fatto può ritenersi distribuita su tutta la superficie del sistema di accumulatori in quanto avviene da una o più aperture di ventilazione della cella o del monoblocco (Fig. 2).

L'estensione della zona pericolosa complessiva può ancora essere ricavata sulla base della valutazione di emissione da una singola cella, adottando un coefficiente di sicurezza quando le estensioni delle zone pericolose prodotte dalle singole celle si sovrappongono.

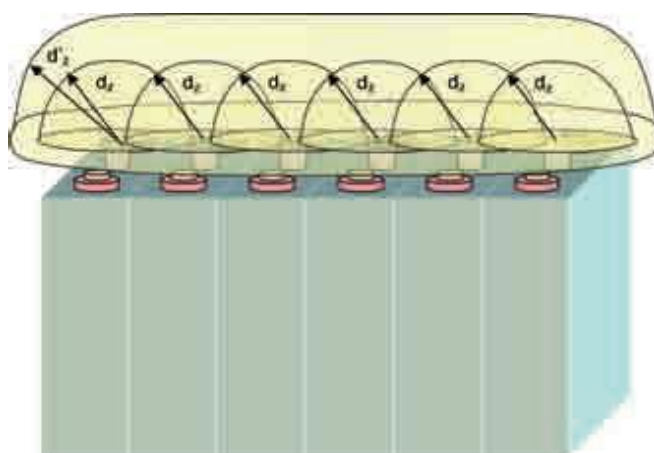


Fig. 2 - Emissione di gas da gruppo di elementi di batteria a vaso aperto

Ventilazione ambientale

Occorre innanzitutto sottolineare che negli ambienti ove vengono ricaricate le batterie è comunque necessario provvedere una adeguata ventilazione ambientale. Infatti, durante la ricarica, tutte le batterie emettono, in misura minore o maggiore, una certa quantità di gas (Idrogeno e Ossigeno).

Ciò premesso, vi è una grande differenza, da uno a due ordini di grandezza, nella portata di emissione di gas in funzione della tipologia costruttiva della batteria, cioè tra le batterie regolate a valvole e le batterie a vaso aperto. Inoltre vi è differenza di frequenza di emissione in considerazione della destinazione d'uso della batteria, cioè tra batterie di trazione e batterie stazionarie. Le batterie di trazione, spesso del tipo a vaso aperto, vengono infatti scaricate e ricaricate ciclicamente (tipicamente ogni giorno) e quindi producono quotidianamente l'emissione di una certa quantità di gas. Le batterie stazionarie, per la maggior parte della loro vita vengono mantenute sotto carica a tampone (float charge), una condizione ove l'emissione di gas è piuttosto ridotta. Solo occasionalmente (e raramente) devono intervenire ad alimentare il carico e conseguentemente sono oggetto di una ricarica rapida (boost charge), con emissione di gas più significativa.

La ventilazione dei locali batterie può essere realizzata sia con sistemi di **ventilazione forzata** (artificiale) sia, preferibilmente, con ventilazione naturale. In alcuni casi la ricarica delle batterie viene effettuata direttamente in ambiente esterno. Ciò capita frequentemente per la ricarica dei **carrelli elevatori elettrici** e degli altri mezzi simili.

Per i locali, al chiuso, dedicati alla ricarica delle batterie di trazione, e quindi ove avviene ciclicamente l'emissione di significative quantità di gas, la migliore soluzione progettuale è quella di realizzare un sistema di estrazione artificiale dell'aria in corrispondenza di ciascuna batteria, per mezzo di un'apposita cappa di aspirazione.

Ciò permette di confinare nel migliore dei modi la zona ove è presente l'emissione di gas e, con un'opportuna portata di aspirazione, ridurre la zona potenzialmente esplosiva a pochi centimetri intorno alle aperture di sfianto, anche nelle condizioni di carica più gravose (Fig. 3).

La portata di estrazione della cappa deve essere calcolata in modo da diluire al di sotto del **LEL**, in ogni caso, con un opportuno coefficiente di sicurezza, la concentrazione di Idrogeno all'interno della cappa e nei condotti del sistema di aspirazione. In tal modo è possibile adottare un sistema di aspirazione di realizzazione ordinaria, senza dover ricorrere a costruzioni a sicurezza (**ATEX**).

In ogni caso, è opportuno che il sistema di ventilazione offra una continuità di servizio con **disponibilità BUONA**. A tal fine è sufficiente interbloccare il sistema di ventilazione con l'erogazione della corrente alle batterie, tramite opportuni rilevatori del flusso di ventilazione effettivamente presente.

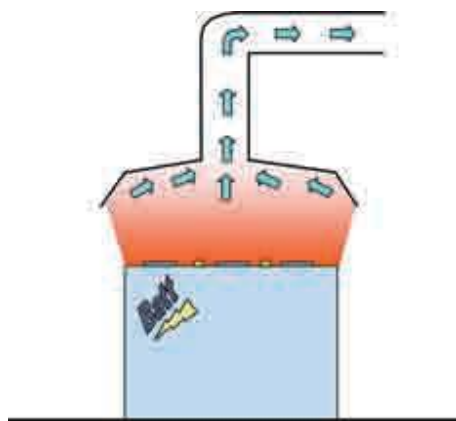


Fig. 3 – Estrazione locale tramite cappa

Nelle sale batterie stazionarie e nei piccoli locali di ricarica per batterie di trazione si utilizza normalmente una ventilazione ambientale generale, senza aspirazione localizzata (cappe). Tale ventilazione può essere realizzata con un sistema di estrazione artificiale oppure per ventilazione naturale, in ogni caso la portata di ventilazione dovrà essere dimensionata sulla base della portata complessiva di gas emesso da tutte le batterie presenti.

Conclusioni e riferimenti normativi

L'estensione della zona prossima alla batteria, ove è possibile la formazione di atmosfera esplosiva per emissione di idrogeno durante la ricarica, dipende: dalla destinazione d'uso delle batterie (di trazione o stazionarie), dalla loro tipologia costruttiva (a vaso aperto o regolate a valvole), dalle modalità di ricarica e dal tipo di ventilazione adottato.

Per le batterie regolate a valvole, durante il normale esercizio, l'emissione è sempre piuttosto ridotta in ragione delle caratteristiche costruttive delle batterie che favoriscono la ricombinazione dei gas (Ossigeno e Idrogeno) e obbligano l'utilizzo di caricabatteria con basse correnti e tensioni nella fase finale di carica. Per tali batterie,

l'estensione della zona pericolosa prossima alla batteria stessa, calcolata con il metodo indicato dalle Norme CEI EN 50272 è largamente a favore della sicurezza.

Per le batterie a vaso aperto stazionarie, l'estensione della zona pericolosa prossima alla batteria calcolata con il metodo delle Norme **CEI EN 50272** non differisce sostanzialmente dalla valutazione effettuata con la **Guida CEI 31-35**.

Per grosse batterie di trazione, la zona di 50 cm indicata dalla Norma CEI EN 50272-3 potrebbe non essere sufficiente nel caso di ricarica in locali chiusi. Peraltro, in tali condizioni, se sono disponibili numerose postazioni di ricarica, è opportuno provvedere all'installazione di cappe di aspirazione in corrispondenza di ciascuna postazione. In tal modo, la zona pericolosa si riduce a pochi centimetri nell'intorno della batteria stessa.

Il calcolo semplificato della dimensione delle aperture di ventilazione naturale proposto dalle Norme CEI EN 50272 potrebbe non sempre essere sufficiente a garantire una buona ventilazione dell'ambiente. Si consiglia pertanto di verificarlo alla luce delle indicazioni della Guida CEI 31-35.

Fonte: Ceimagazine