



**MIDAC<sup>®</sup>**

**+ *batteries***

# ***Manuale***

## ***Batterie Trazione***

Indice:

## **1. Accumulatori Piombo Acido**

## **2. Principi di base**

2.1 Tensione

2.2 Capacità

## **3. Batteria ad uso trazione, Caratteristiche costruttive**

3.1 Elementi

3.2 Cassone

3.3 Connessioni

## **4. Stato degli elementi**

4.1 Elementi Carichi

4.2 Elementi Carichi Secchi

## **5. Uso della Batteria**

5.1 Dati di targa

5.2 Carica

5.3 Sale di carica

5.4 Vita della batteria in funzione dell'utilizzo

5.5 Consigli pratici

## **6. Manutenzione**

## **7. Sicurezza e avvertenze**

## 1. Accumulatori Piombo Acido

Un accumulatore elettrochimico è un **generatore elettrochimico** e come tale costituisce un apparato in grado di erogare energia elettrica sfruttando reazioni elettrochimiche che avvengono al suo interno.

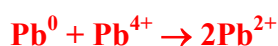
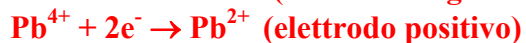
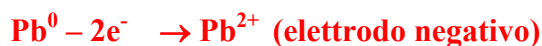
Fanno parte di questa categoria le **pila** e gli **accumulatori elettrici**. Le pile erogano energia elettrica ma, una volta scaricate, non possono più essere riutilizzate (si parla anche di celle primarie). Un accumulatore elettrico, invece, è in grado di accumulare nuovamente energia elettrica dopo essere stato scaricato, essendo possibile ripristinare, tramite una fonte di energia esterna, una differenza di potenziale elettrochimico tra gli elementi che lo compongono rendendolo nuovamente in grado di erogare energia elettrica (celle secondarie). Nel momento in cui l'accumulatore trasforma la propria energia chimica in energia elettrica, questo si **scarica**, ovvero i composti chimici che lo costituiscono si trasformano in altri composti in equilibrio tra loro. Sottoponendo però l'accumulatore elettrico ad una tensione esterna contraria (spendendo, quindi, energia) è possibile ricostituire le condizioni iniziali ricreando quella differenza chimica tra gli elementi che ne caratterizzava lo stato primitivo. Si parla in questo caso di **carica** dell'accumulatore.

Gli accumulatori elettrochimici possono essere composti da svariate coppie di elementi chimici, noi ci occuperemo di accumulatori al Piombo-Acido.

Un accumulatore al Piombo-Acido è una cella elettrochimica che basa la sua reazione sulla differenza di potenziale, che si crea tra due diversi composti di Piombo, in virtù di due stati di ossidazione diversi: il **Pb metallico** (Pb) ed il **Biossido di Piombo** (PbO<sub>2</sub>).

Il Pb metallico si trova ad uno stato di ossidazione 0 (ovvero tutto il suo mantello elettronico è completo), mentre il PbO<sub>2</sub> si trova ad uno stato di ossidazione +4 (quindi è carente di 4 elettroni).

La reazione che si presenta è pertanto la seguente:

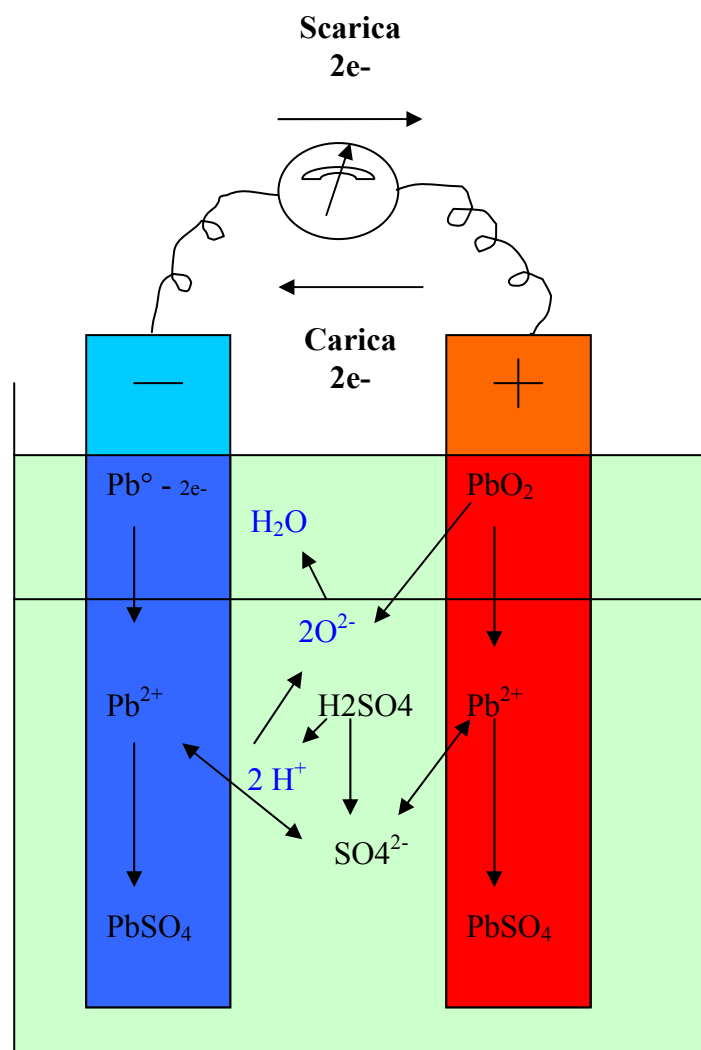


La reazione completa diventa:



Sostanzialmente l'elettrodo negativo perde due elettroni a favore dell'elettrodo positivo, entrambi si trasformano in Solfato di Piombo a stato di ossidazione +2.

La reazione avviene spontaneamente ed il passaggio di elettroni attraverso un conduttore (avente una determinata resistenza elettrica) che collega l'elettrodo negativo a quello positivo rappresenta la corrente elettrica che viene sfruttata nella reazione. Ogni cella al Pb acido ha una tensione a vuoto di ca. 2 Volt.



## 2. Principi di base

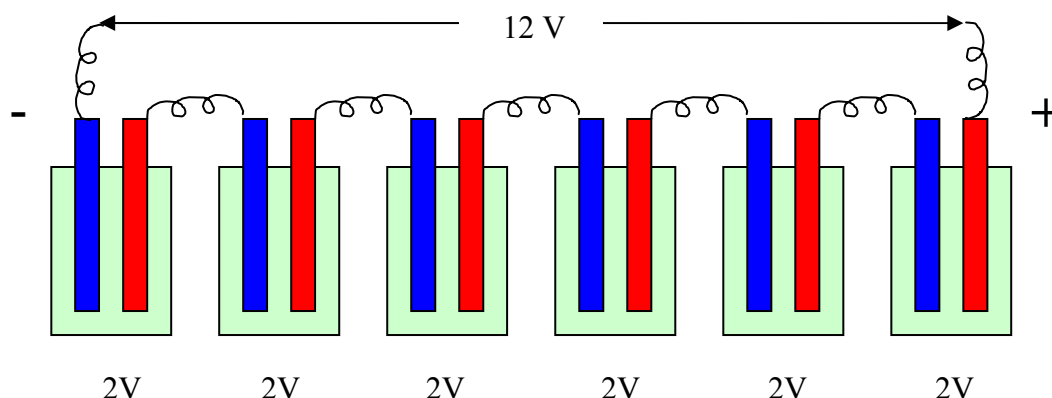
Le grandezze principali che caratterizzano una cella al Piombo Acido sono la Tensione ai terminali e la sua Capacità.

### 2.1 Tensione

La tensione esprime la differenza di potenziale che esiste tra il polo positivo ed il polo negativo e si misura in Volt (V).

Come già precisato, ogni cella al Piombo Acido ha una tensione di circa 2V.

Per ottenere una tensione più elevata è necessario collegare in serie più celle da 2V. Si ottengono così batterie a tensione pari a multipli di 2V. Per esempio collegando in serie 6 celle da 2V otteniamo una batteria da 12V. Più celle si collegano in serie e più elevata sarà la tensione ai poli terminali.



Un elemento trazione nuovo appena uscito dalla sala di carica, dopo opportuna stabilizzazione ha mediamente una tensione a vuoto (cioè misurata ai poli senza alcun carico collegato) di circa 2,13V; questa tensione dipende dalla densità dell'elettrolito e dalla temperatura dell'elemento. Un elemento totalmente scarico avrà una tensione a vuoto inferiore ai 2,00 V

### 2.2 Capacità

Immaginiamo di avere un passaggio di cariche elettriche “q” all'interno di un conduttore e di poter misurare quante ne passano nell'unità di tempo; supponiamo che in 1 secondo passino “n” cariche “q”; possiamo dire che se il flusso di cariche è di n cariche “q” ogni secondo, questo flusso si indicherà come q/secondo, per convenzione questo flusso (q/secondo) si esprime in Ampere (A).

Abbiamo visto che, quando una cella al Piombo acido viene scaricata, una certa quantità di elettroni (cioè di cariche elettriche) passa da un elettrodo all'altro attraverso un conduttore esterno che li unisce.

La capacità esprime la quantità di cariche elettriche che la cella è in grado di erogare in una certa quantità di tempo. Pertanto, dato per esempio un flusso di 10 q/secondo, cioè di 10 A per un tempo di 10 secondi, avremo:

$10 \text{ q/secondo} \times 10 \text{ secondi} = 100\text{q}$ , o meglio  $10 \text{ A} \times 10 \text{ secondi} = 100 \text{ A secondo}$ .

Per comodità il tempo viene espresso in ore (h) e pertanto la capacità in  $A \times h = Ah$ .

La capacità è legata alla quantità di materia attiva presente nella cella. Più materia attiva è presente e più saranno gli elettroni (e quindi le cariche elettriche) che saranno scambiati, di conseguenza più grande sarà la cella e più elevata sarà la sua capacità. Una cella che eroga 10Ampere (A) per un tempo totale di 20 ore (h) avrà una capacità di  $10A \times 20h = 200 Ah$ .

La capacità, inoltre, dipende anche dal regime di scarica, cioè dal tempo in cui vogliamo scaricare la cella. Le batterie per uso trazione hanno, come riferimento, la scarica in 5h ( $C_5$ ) per cui una batteria che eroga 50A per 5h avrà capacità  $C_5$  di  $50A \times 5h = 250Ah$  o meglio una batteria avente 250Ah di capacità  $C_5$  sarà in grado di erogare 50A per un tempo di 5h.

### 3. Batteria ad uso Trazione, Caratteristiche Costruttive

Per batteria ad uso trazione si intende una batteria che costituisce la fonte di energia per i mezzi a propulsione elettrica.

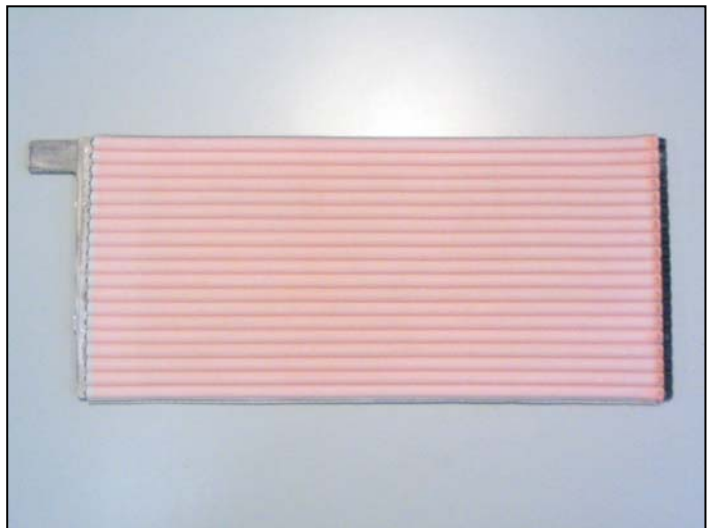
Questa è composta da un numero variabile di **elementi** da 2V di varie dimensioni collegati in serie ed allocati all'interno di un contenitore, che può essere metallico o di materiale plastico, detto **cassone**. Gli elementi sono collegati tra di loro per mezzo di connessioni che collegano tra loro gli elementi formando un'unica serie. La tensione varierà a seconda del numero di elementi mentre la capacità sarà determinata dalla dimensione dell'elemento utilizzato. Una batteria formata da 24 elementi da 300 Ah ciascuno avrà una tensione totale di 48V ed una capacità di 300Ah.

#### 3.1 Elementi

Un elemento è composto da più **placche positive tubolari** saldate assieme e da più **placche negative piane** saldate assieme ed intervallate alle positive. Le placche sono distanziate tra di loro per mezzo di opportuni **separatori**. Il numero delle placche negative è generalmente pari al numero delle placche positive più una. La saldatura delle placche tra loro avviene per mezzo di una fusione di piombo, che viene denominata connessione, da cui esce un polo terminale. Il gruppo di placche positive e negative così costituito, è allocato all'interno di un contenitore plastico in polipropilene (PP) di dimensioni standard, che viene chiamato **vaso**. Il coperchio in PP viene termosaldato al vaso; dal coperchio fuoriescono i poli terminali. Ogni coperchio è dotato di un foro di accesso chiuso da un tappo, che permette di effettuare la manutenzione ordinaria. Il vaso contenente il gruppo placche viene riempito con una soluzione acquosa di **acido solforico**.

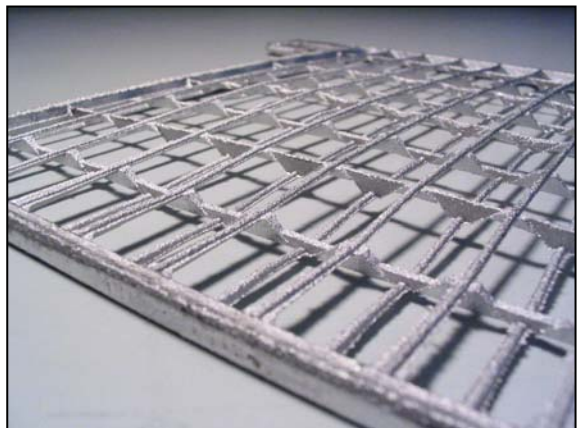
### 3.1.1 Placche Positive

Una placca positiva è costituita da una spina in lega di piombo inserita in una guaina di poliestere riempita con una pasta a base di Sali e Ossidi di Piombo che una volta caricata si trasforma in Biossido di Piombo ( $\text{PbO}_2$ ). Il  $\text{PbO}_2$  costituisce la materia attiva positiva. Tali placche vengono definite placche tubolari o placche corazzate ed hanno come caratteristica una elevata resistenza all'uso ciclico cioè a subire molte scariche e ricariche. La materia attiva positiva, essendo trattenuta dalla guaina di poliestere rimane sempre ben collegata con la spina di piombo garantendo il necessario contatto con il conduttore per tutta la durata della vita della batteria. Quando viene scaricata la materia attiva positiva si trasforma in solfato di Piombo ( $\text{PbSO}_4$ )

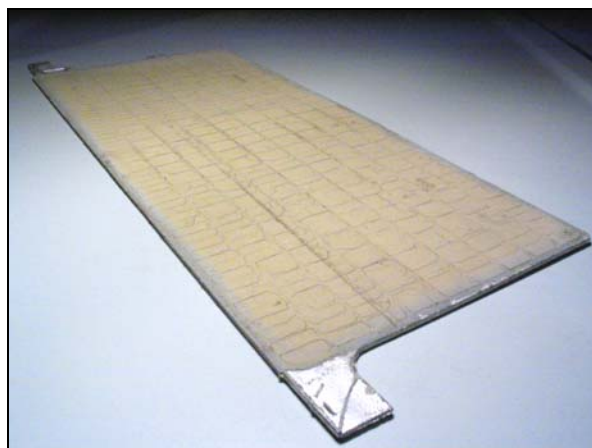


### 3.1.2 Placche Negative

Una placca negativa è costituita da una griglia di piombo ottenuta per colata (fusa) e successivamente spalmata con una pasta a base di Sali e Ossidi di Piombo che una volta caricata si trasforma in Piombo metallico spugnoso ( $\text{Pb}^\circ$ ). Il  $\text{Pb}^\circ$  costituisce la materia attiva negativa. Anche la materia attiva negativa quando viene scaricata si trasforma in solfato di Piombo ( $\text{PbSO}_4$ ).

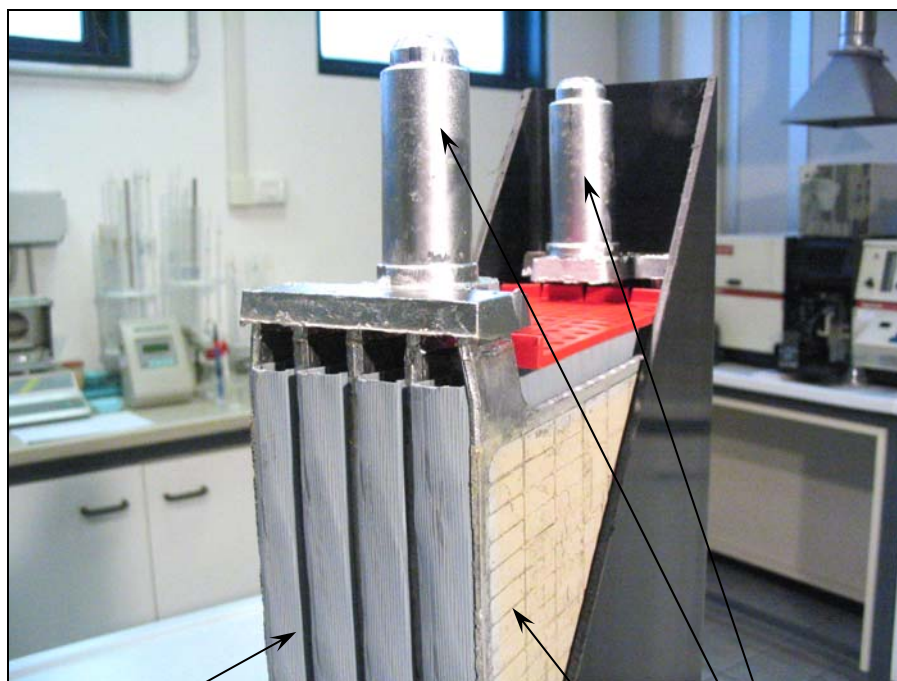






### 3.1.3 Separatori

I separatori sono costituiti in materiale plastico, generalmente PE, PVC, Gomma o altro e possono presentarsi sotto forma di fogli o maniche. La funzione di questi materiali è quella di mantenere distanziate le placche positive e negative quanto basta che queste non si tocchino creando un corto circuito. I separatori sono costituiti da materiali sufficientemente porosi da far passare i sali disciolti nell'elettrolito dalla placca positiva a quella negativa e viceversa. La resistenza elettrica dei separatori deve essere sufficiente ad evitare il crearsi di cortocircuiti ma nello stesso tempo deve essere sufficientemente bassa per non compromettere l'efficienza dell'elemento.



Placca positiva con separatore a busta

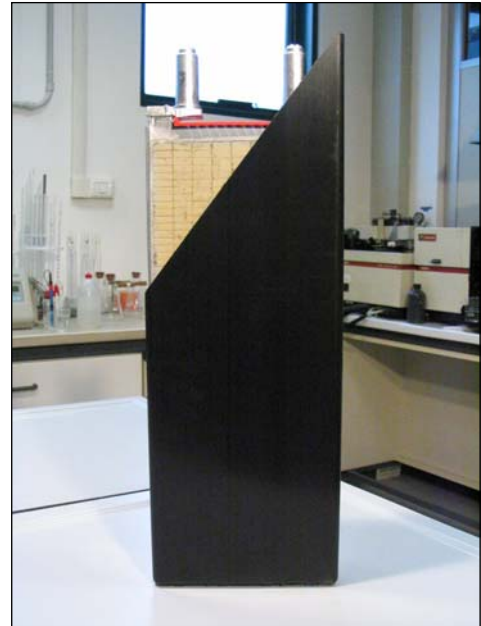
Poli terminali

Placca negativa esterna



### 3.1.4 Vaso

Il vaso è il contenitore in cui viene inserito il gruppo composto da placche + placche – e separatori e che quindi costituisce, assieme al coperchio, l'involucro esterno dell'elemento. E' costruito in materia plastica (generalmente PP). Le misure dei vasi sono standardizzate e generalmente vengono utilizzati la serie a norme DIN e la serie a norme BS che definiscono le dimensioni di ingombro degli elementi e le caratteristiche elettriche..



### 3.1.5 Acido Solforico

L'acido solforico ( $H_2SO_4$ ) viene usato, in soluzione acquosa, come elettrolito, ed è a tutti gli effetti materia attiva della reazione. L'acido solforico è un gas che si scioglie molto facilmente in acqua e che forma soluzioni così concentrate da raggiungere la densità di 1840 g/l pari al 98% in peso. Generalmente la densità usata negli elementi carichi è di circa 1280 g/l a 25°C. Un elemento totalmente scarico ha una densità inferiore a 1150 g/l a 25°C. L'Acido solforico utilizzato deve essere ad elevata purezza, in quanto la presenza di poche ppm (parti per milione) di alcune sostanze - es. Ferro (Fe) e Cloro (Cl) - potrebbero pregiudicare il funzionamento dell'elemento, o comprometterne la durata.

### 3.1.6 Poli

I Poli di un elemento possono essere del tipo in "piombo a saldare" o del tipo "a vite". Nel primo caso, per collegare i vari elementi della batteria, è necessario saldarli assieme per mezzo di barrette di piombo, che vengono fuse sulle testa del polo stesso; nel secondo caso, apposite connessioni di rame, rivestite di materiale isolante, vengono avvitate sul polo, che racchiude un inserto filettato.



### 3.1.7 Tappi

I tappi consentono un rapido accesso all'interno dell'elemento per effettuare le manutenzioni. Esistono varie categorie di tappi, ma, fondamentalmente, si dividono in due classi: tappi semplici e tappi a rabbocco automatico.

I tappi semplici, a vite, a baionetta, o semplicemente a pressione, consentono, una volta aperti, di verificare la camera superiore dell'elemento. Talvolta sono dotati di cestello o di altro accorgimento, che facilita la lettura del livello dell'elettrolito. I tappi a rabbocco automatico possono essere a galleggiante o a pressione. I tappi a rabbocco automatico sono collegati tra loro tramite un apposito circuito, che, collegato all'innesto principale con un contenitore d'acqua demineralizzata, ne rende possibile il rabbocco contestuale in tutti gli elementi, fino al livello necessario.

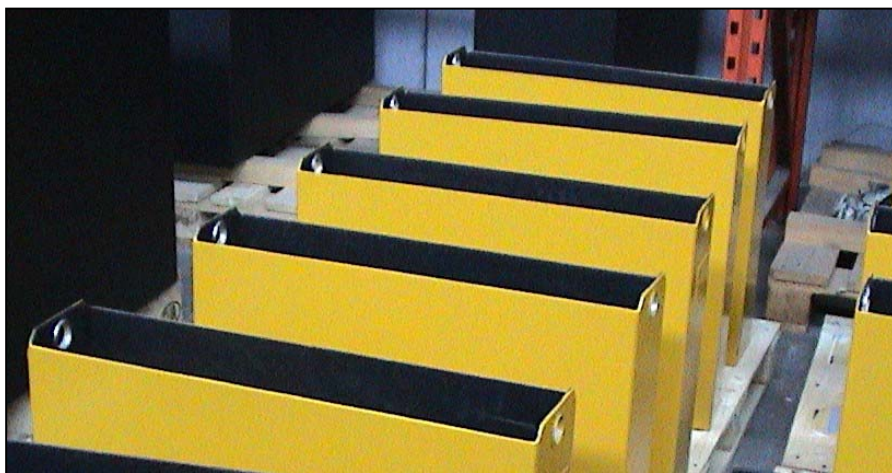


### 3.2 Cassone

Il cassone è il contenitore degli elementi e può essere costruito in metallo o in materiale plastico. La forma e le dimensioni del cassone variano a seconda del tipo di applicazione.

Esistono migliaia di forme diverse di cassoni, e le poche standardizzazioni esistenti non hanno trovato larga applicazione.

Il cassone è spesso dotato di fori per la fuoriuscita dei cavi terminali, di anelli per il sollevamento della batteria, e talvolta di fissaggi per l'ormeggio al carrello.



Internamente ogni cassone metallico è solitamente rivestito da un film di materiale plastico chiamato fertene, che resiste ad eventuali fuoriuscite di elettrolito e garantisce l'isolamento elettrico degli elementi. Esternamente il cassone viene abitualmente verniciato secondo le richieste del cliente. Talvolta il cassone risulta esposto e diventa parte della carrozzeria del carrello stesso. In tal caso la verniciatura del cassone diventa un requisito fondamentale in quanto l'estetica del carrello dipende anche dalla verniciatura del cassone.

Poiché la batteria deve avere, a seconda dell'applicazione, anche una massa minima stabilita dalle case costruttrici dei carrelli, talvolta, vengono adagate sul fondo del cassone lastre di piombo, fino al raggiungimento della massa prevista per quella batteria.



### 3.3 Connessioni

Le connessioni sono i collegamenti elettrici con cui vengono costruite le serie di elementi che compongono la batteria. Possono essere del tipo “in piombo”, e saldate in testa ai poli terminali, oppure del tipo “a vite”, serrate da un bullone tra i terminali, appositamente predisposti per questo tipo di collegamento.



## 4. Stato degli elementi

Gli elementi sono disponibili in due grandi categorie: Carichi, e Carichi secchi.

### 4.1 Elementi carichi.

Gli elementi carichi sono già riempiti di elettrolito e pronti per essere utilizzati. Lo stoccaggio deve essere pertanto opportunamente gestito, in quanto dal momento in cui l'elemento viene caricato, questo inizia a "vivere" e quindi ad "invecchiare". E' pertanto sconsigliabile di mantenere a stock elementi carichi per lunghi periodi, pena deterioramento precoce degli stessi .

### 4.2 Elementi Carichi secchi

Gli elementi carichi secchi sono costruiti con placche preventivamente caricate in apposite vasche di formazione, quindi lavate, ed essiccate in atmosfera controllata , che evita l'ossidazione delle placche negative durante la fase d'essiccazione. Questi elementi sono di più facile gestione a livello di stock, in quanto possono essere immagazzinati per periodi molto più lunghi. L'attivazione, cioè l'operazione per renderli pronti all'uso, è piuttosto semplice e non necessita di apparecchiature particolari.

#### 4.2.1 Attivazione elementi/batterie carichi secchi

4.2.1.1 Togliere i tappi di servizio

4.2.1.2 Riempire tutti gli elementi con l'elettrolito (acido solforico diluito per accumulatori - densità = 1,275 kg/l alla temperatura di 30°C) fino a coprire il gruppo delle piastre o il paraspruzzi.

4.2.1.3 Attendere circa 3 ore

4.2.1.4 Aggiustare il livello dell'elettrolito per compensare l'assorbimento delle piastre e ripristinare il livello ottimale (20 mm sopra il bordo superiore dei separatori)

4.2.1.5 Collocare il termometro in un elemento centrale della batteria

4.2.1.6 Collegare la batteria al carica batterie ed iniziare il processo di carica con una corrente pari a 1/10 della capacità nominale (es.: una batteria da 800 Ah dovrà essere caricata con una corrente di 80 A).

4.2.1.7 Durante la carica accertarsi che la temperatura non superi i 55°C. Se necessario sconnettere il caricabatteria e lasciare raffreddare la batteria prima di riprendere la carica.

4.2.1.8 Continuare la carica fino al raggiungimento della tensione pari a 2,60-2,70 Volt/elemento e densità dell'elettrolito compresa tra 1,270 e 1,290 kg/l alla temperatura di 30°C.



4.2.1.9 Completato il processo di carica controllare che la densità dell'elettrolito sia omogenea su tutti gli elementi e se necessario eseguire un ulteriore aggiustamento dei livelli con ACQUA DISTILLATA.

4.2.1.10 Montare i tappi ed eseguire un'accurata pulizia della batteria.

## 5. Uso della Batteria

### 5.1 Dati di targa

I dati di targa principali di una batteria ad uso trazione sono la **Tensione**, espressa in Volt (V) la **Capacità** in 5ore (C5) espressa in Amperora (Ah) (cfr. § 2.1 e § 2.2) e il **Peso**. Il peso è un dato caratteristico in quanto la batteria funziona generalmente da contrappeso nell'utilizzo dei carrelli elevatori; è un dato importante in quanto la sicurezza delle operazioni di elevazione dei carichi dipende dal rispetto del requisito minimo del peso stabilito dal costruttore del carrello per una data batteria.



### 5.2 Carica

Esistono svariati metodi di carica a seconda dell'esigenza e del tipo di apparecchiature che si dispone. Tra questi meritano di essere citati:

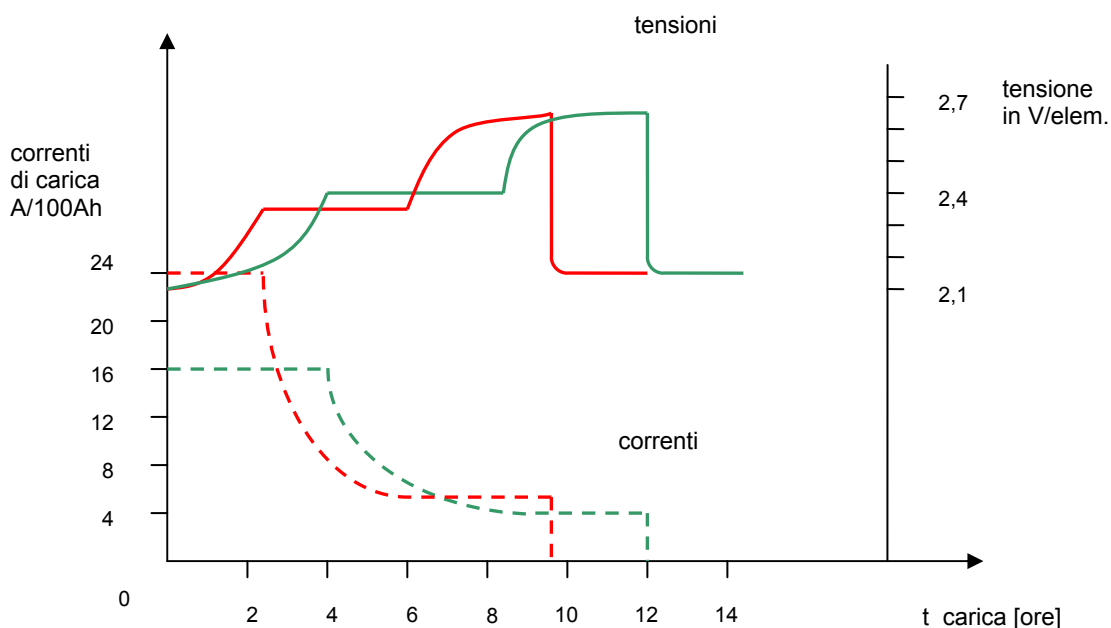
#### 5.2.1 Carica $I_{cost}$

La carica a  $I$  costante consiste nel caricare la batteria utilizzando una corrente  $I$  costante generalmente pari ad 1/10 della capacità per un periodo di tempo variabile. Generalmente il fattore di carica è uguale ad 1,20 cioè si ricarica circa il 20% in più di quanto prelevato durante la scarica. Durante la carica la tensione sale liberamente ed ha un picco di salita quando nell'elemento si arriva a 2,40V per poi stabilizzarsi verso una tensione di 12,75V.

### 5.2.2 Carica IU<sub>0</sub> ed IU<sub>Ia</sub>

La carica IU<sub>0</sub> consiste in una prima fase di carica a corrente I costante fino ad un valore prefissato di tensione (generalmente 2,40V) per poi continuare a tensione costante V= 2,40V. In questa seconda fase la corrente decresce verso lo zero; la fase termina dopo un periodo prefissato di fase 2. La carica IU<sub>Ia</sub> ha una prima ed una seconda fase identica alla precedente a cui si aggiunge una terza fase a corrente costante per un periodo di tempo prefissato. In quest'ultima fase la tensione viene lasciata libera di crescere.

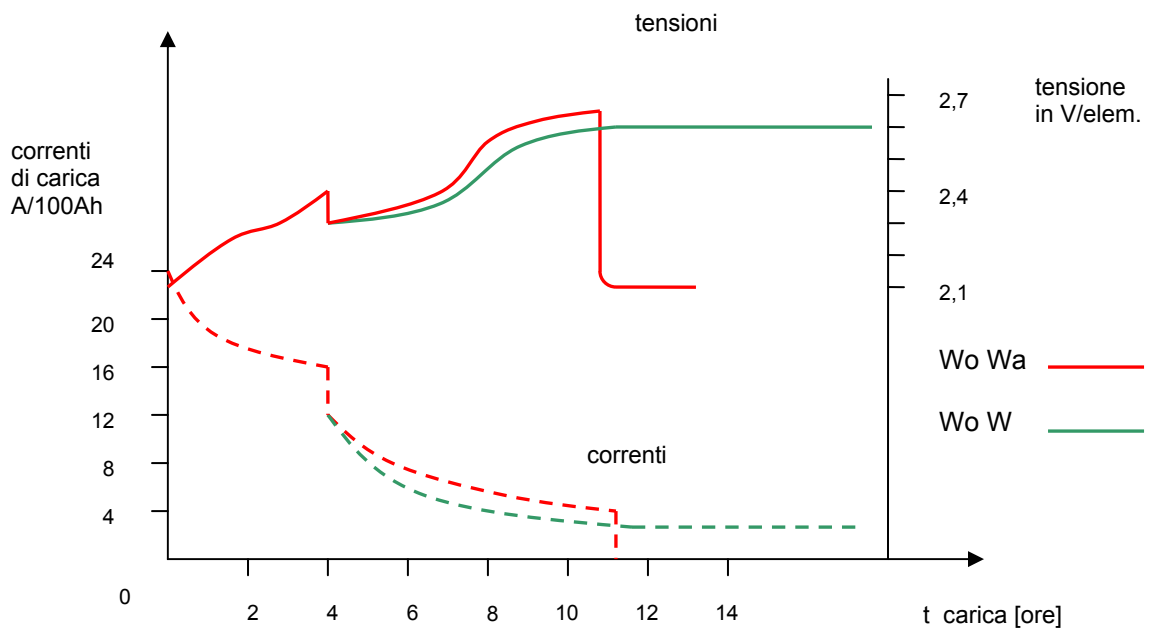
*Carica IU<sub>Ia</sub>*



### 5.2.3 Carica $W_0W_a$

La carica a potenza costante prevede una carica in cui la potenza  $W = IV$  viene mantenuta costante ad un valore prefissato, in questa fase via via che la tensione sale la Corrente decresce.

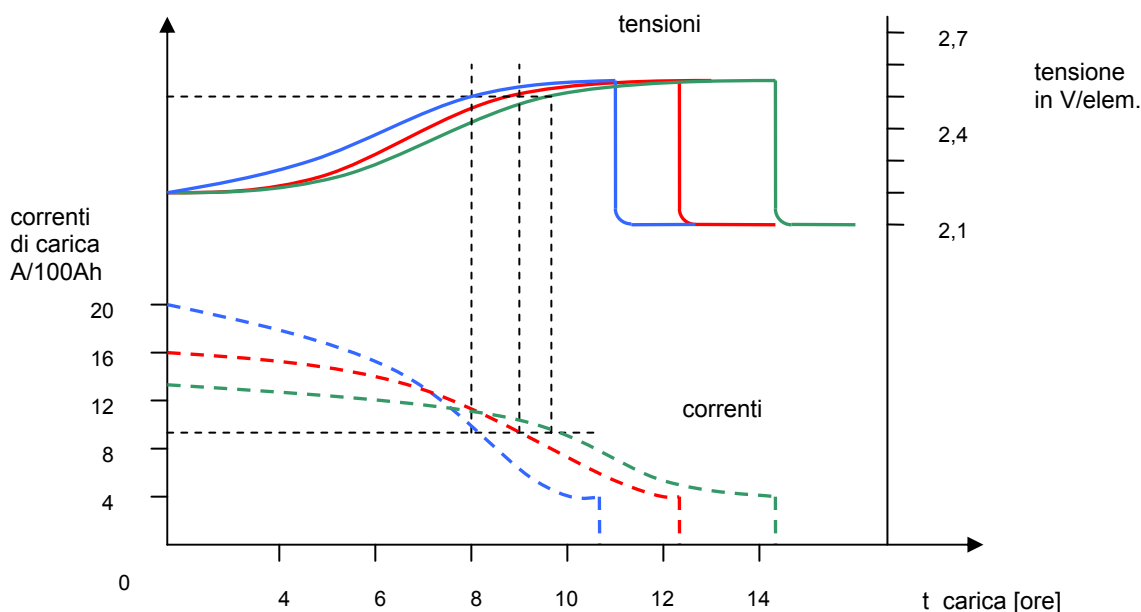
La carica ha caratteristica decrescente della corrente di carica, commutazione automatica su altra caratteristica con un valore inferiore di corrente. Disinserimento automatico del circuito a fine carica (curva rossa) o senza disinserimento (curva verde)





### 5.2.4 Carica Wa

La carica viene effettuata con corrente decrescente e fine carica con disinserimento automatico. E' il sistema di carica più utilizzato nel mercato in quanto semplice e poco costoso. Richiede mediamente un tempo di ricarica pari a circa 10-12 ore proporzionalmente allo stato della taratura dello strumento.



### 5.3 Sale di carica

La sala di carica è il locale adibito alla carica della batteria. Il locale deve essere sufficientemente arieggiato per favorire il deflusso dei gas che si sviluppano durante la fase finale di carica. Quando gli elementi che costituiscono la batteria raggiungono la tensione di 2,40V iniziano a sviluppare Idrogeno ( $H_2$ ) dall'elettrodo negativo ed Ossigeno ( $O_2$ ) dall'elettrodo positivo. Questi gas costituiscono una miscela esplosiva per cui è necessario che venga permessa la più rapida via di uscita per evitare il pericolo di esplosione. L'idrogeno e l'ossigeno infatti reagiscono facilmente tra di loro con una reazione fortemente esotermica (sviluppo di calore) per trasformarsi in acqua ( $H_2O$ ).

La concentrazione limite inferiore di esplosività dell'idrogeno nell'aria è del 4%, quindi un locale di carica conterrà sicuramente un'atmosfera esplosiva se il suo volume non sarà superiore di almeno 25 volte il volume di idrogeno liberato; per ragioni di sicurezza occorre non superare MAI una concentrazione di idrogeno pari all' 1%.

In particolare per la sala carica delle batterie occorre seguire alcune regole:

- a. Utilizzare un locale almeno 100 volte più grande del volume di idrogeno sviluppato; tale locale è opportuno sia munito di una moderata aerazione a circolazione naturale.

**b.** In mancanza di locale adeguatamente ampio, occorre predisporre un'aerazione sufficiente, di preferenza nella parte alta del locale. Pur in presenza di impianti di ventilazione forzata è comunque necessario anche un ricambio d'aria a circolazione naturale.

**c.** Se lo sviluppo orario di idrogeno è di qualche punto percentuale superiore rispetto al volume del locale di carica, occorre disporre di una ventilazione forzata con una portata oraria da 50 a 100 volte la quantità di idrogeno generata dalla batteria. In tali situazioni pertanto è indispensabile eliminare qualsiasi possibilità di accumulo dell'idrogeno, per difetto di ventilazione, predisponendo un sistema di controllo che blocchi la carica nell'eventualità che la ventilazione venisse meno. D'altro canto la necessità di tale tipo di ventilazione apparirà necessaria a causa delle minuscole goccioline e dei vapori di acido solforico che possono rendere difficilmente respirabile l'aria del locale di carica pur essendo ben al di sotto del limite di esplosività dell'idrogeno. La ventilazione dovrà essere effettuata per estrazione di aria nella parte alta del locale con un'entrata di aria naturale nella parte bassa; sarebbe oltremodo consigliabile l'uso di una cappa posizionata sopra la batteria che si sta caricando per convogliare gas e vapori ed evitare la loro dispersione nel locale.

**d.** Sono inoltre necessarie alcune cautele procedurali da tenere nel comportamento durante la carica come ad esempio:

- Evitare qualsiasi tipo di scintilla o fiamma libera all'interno dei locali di carica, che devono comunque essere tenuti separati dalle altre lavorazioni.
- Tenere i quadri di carica possibilmente fuori dai locali di carica.
- Evitare di collegare i morsetti già in tensione ai poli della batteria.
- Evitare di creare cortocircuiti tra le parti in tensione della batteria con oggetti metallici.
- Fare eseguire il lavoro a personale competente e adeguatamente informato sui rischi specifici che comporta la carica delle batterie.

### **5.3.1 Calcolo della quantità di idrogeno emesso da una batteria**

Dalla legge di Faraday sull'elettrolisi si sa che in un elemento di una batteria (di tensione nominale di 2V), al momento della carica, lo sviluppo di 1 g di H<sub>2</sub>, corrispondente a circa 11,2 litri di gas a condizioni normali (25°C, 1 Atm), consuma 96500 C (Coulomb); in altre parole ogni Ah è in grado di sviluppare 0,42 litri di idrogeno. Per semplicità di calcolo e per maggiore sicurezza, si ammette che la quantità di energia fornita serva esclusivamente a ricostituire la capacità iniziale della batteria ed a fare elettrolisi dell'acqua contenuta nella soluzione elettrolitica. Tale semplificazione porta a risultati approssimati per eccesso poiché si trascura che una parte dell'energia fornita alla batteria viene poi perduta per effetto Joule (sviluppo di calore) dovuto alle resistenze interne della batteria.

Dalle ipotesi sopra esposte si conclude che la quantità di idrogeno gassoso (espressa in litri) liberato nel corso della carica di una batteria al piombo-acido è determinabile (con un certo errore per eccesso) dalla seguente formula:

$$L H_2 = V * ( C_1 - C_2 ) * 0,21$$

Ove:

$L_{H_2}$  = Volume di Idrogeno espresso in litri sviluppato durante la carica della batteria.

$C_1$  = Capacità espressa in Ah forniti per la ricarica (si considera generalmente il prodotto delle ore di carica moltiplicato per l'intensità di carica della prima ora, si commette un leggero errore per eccesso)

$C_2$  = Capacità nominale della batteria espressa in Ah

$V$  = tensione media ai poli della batteria.

Essendo in grado di calcolare la quantità di idrogeno che la batteria può sviluppare durante la carica è possibile dimensionare correttamente il locale e l'impianto di aspirazione necessario per evitare rischi.

#### **5.4 Vita della batteria in relazione all'utilizzo (effetto della temperatura)**

Le prestazioni della batteria dipendono dalla cinetica della reazione chimica sopra descritta o meglio dipendono dalla velocità con cui avviene tale reazione. Tale velocità è strettamente legata alla temperatura a cui la batteria si trova al momento dell'utilizzo. Più la temperatura è alta e più le reazioni chimiche coinvolte sono veloci. Le prestazioni risultano quindi amplificate a temperature elevate e si riducono, anche drasticamente, a temperature basse. Anche le reazioni indesiderate, come la corrosione e l'autoscarica, vengono amplificate dalla temperatura compromettendo talvolta la vita della batteria. Ogni 10°C in più rispetto alla temperatura di utilizzo standard (25-30°C) dimezzano di fatto la vita della batteria. Una batteria che viene utilizzata ad una temperatura media di 45°C avrà una vita attesa di circa  $\frac{1}{4}$  del normale. Per quanto riguarda l'autoscarica, una batteria a magazzino a temperatura elevata si "autoscarica" molto più velocemente che non a temperatura media. Per contro le basse temperature influenzano negativamente le prestazioni della batteria ma non hanno nessun effetto negativo sulla vita della stessa. A basse temperature le prestazioni risultano notevolmente ridotte ma anche le reazioni "parassite" vengono ridotte. Una batteria a magazzino a temperature fredde ha un'autoscarica bassissima; a 0°C questa è praticamente nulla.

Un altro fattore legato alla vita della batteria è il grado di profondità di scarica. Abituamente una batteria viene scaricata fino a circa l'80% e quindi messa in carica. E' tuttavia possibile scaricare la batteria a livelli molto più bassi utilizzando le riserve della medesima. Questo è motivo di degrado irreversibile molto più rapido delle materie attive fino a pregiudicare una vita corretta delle stesse.

Durante la carica della batteria è pertanto suggeribile di sollevare il coperchio eventualmente presente sopra la batteria per garantire una maggiore dispersione del calore che si sviluppa durante l'operazione onde evitare il surriscaldamento della stessa.

E' inoltre da evitare di effettuare la carica al sole o in ambiente non sufficientemente aerato, non solo per i problemi connessi con lo sviluppo di gas e vapori acidi ma anche per evitare in tutti i modi il surriscaldamento.

## 5.5 Consigli Pratici

### 5.5.1 Installazione di batterie cariche

Daremo di seguito alcune istruzioni pratiche sull'installazione di una batteria trazione:

Verificare il corretto collegamento (polarità) dei cavi terminali ed il serraggio delle viti dei connettori:

- |                              |       |
|------------------------------|-------|
| - terminali a Vite Verticale | 10 Nm |
| - terminali Tronco Conici    | 10 Nm |
| - terminali Cable Tech       | 25 Nm |
| - connettori Cable Tech      | 25 Nm |

Procedere alla carica della batteria .

(Per le batterie carica secca: vedi § 4.2.1)

### 5.5.2 Utilizzo

Accertarsi che durante l'utilizzo le aperture d'aerazione non siano ostruite.

Non aprire o chiudere i contatti durante le fasi di carica o scarica.

Evitare scariche profonde, oltre l'80% della capacità nominale. Il limite della scarica corrisponde alla densità dell'elettrolito di ca. 1,13 Kg/l (30°C).

Le scariche profonde pregiudicano il buon funzionamento e la durata della batteria.

Dopo la fase di scarica la batteria deve essere quanto prima ricaricata.

### 5.5.3 Carica

Al termine del turno lavorativo, ed in ogni caso allorché l'elettrolito presenti una densità inferiore a 1,13 Kg/l, caricare la batteria come segue:

- effettuare la carica in luoghi esclusivamente a ciò destinati e ben aerati
- aprire il coperchio del vano batteria
- i tappi dei singoli elementi devono rimanere chiusi
- eseguire la carica esclusivamente con un raddrizzatore idoneo (se non idoneo potrebbe danneggiare la batteria o comprometterne il buon funzionamento)
- collegare la batteria al raddrizzatore rispettando le polarità ed iniziare la carica
- verificare che all'inizio della carica la temperatura dell'elettrolito non sia inferiore a 10°C
- verificare che durante la carica la temperatura dell'elettrolito non superi i 50°C
- terminata la carica verificare che l'elettrolito abbia raggiunto le seguenti densità, riferite a 30°C:

1,285 Kg/l  $\pm$  0,010 per batterie serie MDL

1,29 Kg/l  $\pm$  0,005 per batterie serie BH

N.B.: Temperature superiori a 30°C riducono la densità dell'elettrolito e temperature inferiori la aumentano. Il fattore di correzione è di 0,0007 Kg/l per °C. (cfr § 6.6)

Es.: ad una densità di 1,26 Kg/l, rilevata alla temperatura di 45°C, corrisponde una densità di 1,27 a 30°C

- controllare che il livello dell'elettrolito superi di circa 20 mm il bordo superiore dei separatori e se necessario rabboccare con acqua distillata

**N.B.: Il rabbocco deve essere effettuato dopo la fase di carica.**

- per verificare il livello dell'elettrolito di batterie dotate di Rabbocco Centralizzato (RC), sarà sufficiente osservare gli appositi indicatori di livello
- per la carica di batterie tipo Air Tech (AT), verificare che la pompa d'insufflazione sia posta in posizione più elevata rispetto alla batteria

#### **5.5.4 Carica di equalizzazione**

La carica di equalizzazione, che deve essere eseguita periodicamente al termine della normale fase di carica, contribuisce a mantenere efficiente la batteria ed è particolarmente indicata dopo utilizzi con scarica profonda o ricariche incomplete.

#### **5.5.5 Temperature**

La temperatura nominale dell'elettrolito è di 30°C e non deve mai superare, durante l'esercizio, i 55°C.

**N.B.: Temperature superiori ai 30°C accorciano la durata della batteria e temperature inferiori ne diminuiscono l'efficienza.**

## **6.0 Manutenzione**

### **6.1 Giornaliera**

Dopo una fase di scarica ricaricare e rabboccare la batteria

### **6.2 Settimanale**

Verificare i serraggi delle viti dei connettori e dei terminali ed eseguire una carica di equalizzazione.

### **6.3 Mensile**

Alla fine di una fase di carica verificare ed annotare la tensione e la densità di ogni singolo elemento della batteria.

In caso di considerevoli variazioni rispetto alla verifica precedente contattare il servizio assistenza.

Batterie con R.C.: verificare il livello dell'elettrolito, di tutti gli elementi, prelevandolo mediante il densimetro attraverso l'apposita apertura dei tappi.

Eseguire un'accurata pulizia della batteria.

### **6.4 Pulizia**

La pulizia della batteria è particolarmente importante per il suo buon funzionamento ed è pertanto necessario eseguire le seguenti operazioni:

- al termine dell'operazione di carica asciugare e pulire con cura i coperchi degli elementi e tutte le parti esterne della batteria
- aspirare i liquidi dal cassone utilizzando gli appositi tubicini di cui le batterie sono dotate
- verificare lo stato dell'isolamento interno e della verniciatura esterna del cassone

## 6.5 Batterie a magazzino

Le batterie non utilizzate devono essere mantenute in ambiente coperto, asciutto, non polveroso ed al riparo dal gelo. Eseguire dei controlli e delle ricariche periodicamente, con frequenza almeno mensile.

Si raccomanda di non lasciare mai per più di 2 giorni le batterie scariche, con l'elettrolito a densità inferiore a 1,20 Kg/l (tensione 2,05 V) e di eseguire cariche complete prima di periodi di lunga inattività. Una batteria carica a magazzino deve essere controllata almeno una volta al mese provvedendo a ricaricarla qualora la tensione dovesse scendere al di sotto di 2,05V per elemento.

## 6.6 Controllo della densità dell'elettrolito.

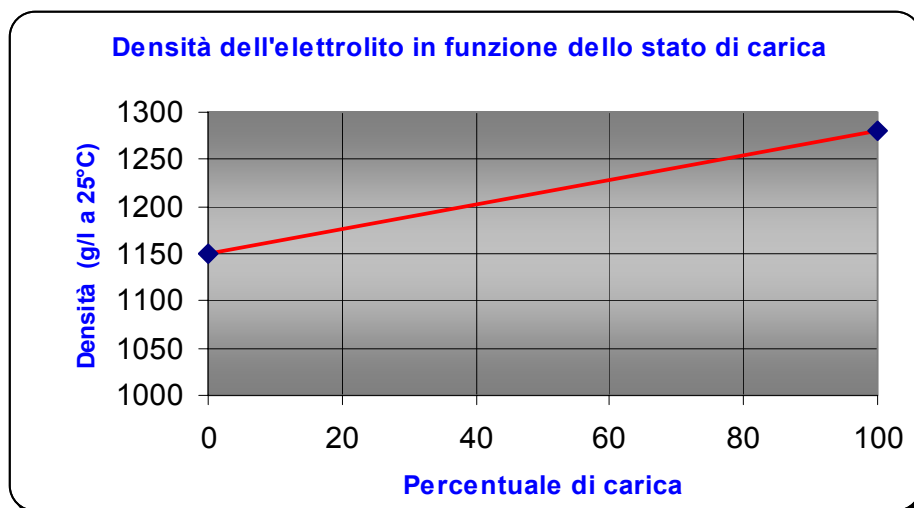
E' consigliabile di controllare periodicamente la densità dell'elettrolito.

L'elettrolito è una soluzione acquosa di acido solforico (altamente corrosivo) è pertanto obbligatorio indossare le apposite protezioni (occhiali, guanti e camice antiacido).

L'elettrolito ha una densità che è proporzionale allo stato di carica della batteria, pertanto una verifica della densità consente di valutare meglio lo stato di salute di una batteria. Una batteria ben carica ma con una densità che a fine carica non raggiunge i requisiti minimi potrebbe

essere indizio di incipiente solfatazione o di una carica effettuata in modo incompleto.

In una batteria nuova dopo essere stata ricaricata la densità avrà un valore equivalente a circa 1270÷1290 g/l a 25°C. Una batteria completamente scarica avrà una densità equivalente a circa 1150 g/l a 25°C o inferiore.



La densità si misura con uno strumento che chiamato densimetro o aerometro. Il densimetro è uno strumento che sfrutta il peso ed il volume di un galleggiante opportunamente calibrato per indicare il livello di densità di un liquido. Tale operazione deve essere fatta ad una temperatura controllata poiché la densità di ogni fluido dipende dalla temperatura a cui il fluido stesso si trova. Il densimetro si presenta generalmente come un cilindro in materiale trasparente all'interno del quale si trova un galleggiante. Per mezzo di una pompetta posizionata sopra il cilindro si può aspirare il liquido da misurare e leggere dove il galleggiante si posizionerà. Sarà opportuno rilevare con un termometro la temperatura del liquido per poter fare le opportune correzioni.



La densità dipende dalla temperatura ed ogni valore diverso dalla temperatura di riferimento (25°C) dovrà essere ricalcolato per evitare di commettere errori. Per calcolare la corretta densità si utilizza la seguente formula:

$$d_{25} = d_t + 0,7 (t-25)$$

ove:

$d_{25}$  = densità a 25°C espressa in g/l

$d_t$  = densità alla temperatura  $t$ .

$t$  = temperatura a cui si trova il liquido da misurare.

Esempio:

misurando una densità di 1265 g/l alla temperatura di 45°C avremo:

$$d_{25} = 1265 + 0,7 (45-25) = \mathbf{1279 \text{ g/l a } 25^\circ\text{C}}$$



## 7. Sicurezza e Avvertenze

Diamo di seguito la spiegazione di alcuni simboli che vengono riportati sulle batterie:

	<b>RACCOMANDAZIONI PER L'ESERCIZIO IN SICUREZZA</b>
	Non fumare. Non usare fiamme libere, evitare cortocircuiti e qualunque sorgente di scintille in vicinanza delle batterie ed in zona di carica.
	Indossare sempre occhiali ed indumenti protettivi durante l'intervento sulla batteria.
	L'elettrolito è una soluzione corrosiva di acido solforico che può provocare gravi ustioni. In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente ed abbondantemente con acqua e consultare un medico.
	Prendere tutte le precauzioni pertinenti alla tensione dell'impianto contro ogni pericolo di scosse elettriche. Prima di operare sulle batterie, allontanare tutti gli oggetti metallici che si trovino nelle mani, nei polsi, sul collo o che possono cadere dalle tasche. Usare sempre attrezzi isolati. Non appoggiare utensili o altri conduttori sopra gli elementi.
	Le batterie in carica, in servizio ed in movimento emettono una miscela esplosiva di idrogeno e ossigeno. Rischio di esplosioni e deflagrazioni.
	Eseguire la carica in zona ben ventilata ed esclusivamente a ciò destinata. Aprire il coperchio del vano batteria prima di iniziare la carica.
 	Collocare i mezzi di pronto soccorso ed antincendio in luogo facilmente accessibile.