

GUIDA TECNICA

# I criteri di scelta, dimensionamento e utilizzo delle batterie per UPS

A cura del Gruppo Tecnico UPS di ANIE Automazione

2019



## INDICE

1. Il Gruppo UPS di ANIE Automazione	pag. 2
2. Scopo del documento	pag. 3
3. Che cos'è un UPS	pag. 3
4. Tipologia di accumulatori utilizzati negli UPS.	pag. 4
4.1 Accumulatori al Piombo Acido regolati a valvole, VRLA	pag. 5
4.2 Accumulatori al Piombo Acido a vaso aperto	pag. 5
4.3 Accumulatori al Nichel-Cadmio	pag. 5
4.4 Accumulatori agli Ioni di Litio	pag. 6
4.5 Volani (Flywheel)	pag. 6
4.6 Batterie al Sodio Nichel	pag. 6
4.7 Super Condensatori	pag. 7
5. Caratteristiche costruttive delle batterie	pag. 7
5.1 Batteria piombo-acido	pag. 9
5.2 Batteria Nichel-Cadmio	pag. 10
5.3 Batteria al litio	pag. 10
6. Caratteristiche funzionali delle batterie	pag. 12
7. Dimensionamento delle batterie per UPS	pag. 14
7.1 La soglia di taglio del voltaggio batteria ( $V_{cutoff}$ )	pag. 15
7.2 La potenza (o corrente) fornita dalla batteria	pag. 15
7.3 Metodo di dimensionamento delle batterie per applicazioni UPS	pag. 16
7.4 Esempio di dimensionamento della capacità della batteria di accumulatori per scarica a potenza costante	pag. 17
8. Principali cause di guasto delle batterie	pag. 19
9. Manutenzione delle batterie	pag. 20
9.1 La batteria all'interno dell'UPS	pag. 20
9.2 La durata di vita attesa nominale delle batterie	pag. 20
9.3 La durata di vita di esercizio	pag. 21
9.4 Criteri di manutenzione	pag. 21
9.5 Monitoraggio delle batterie	pag. 22
10. Accumulatori al piombo: sostanze assorbenti e neutralizzanti	pag. 23
11. Fine vita delle batterie	pag. 27

# Il Gruppo UPS di ANIE Automazione

*ANIE Automazione rappresenta in Italia il punto di riferimento per le imprese fornitrici di sistemi e soluzioni tecnologiche all'avanguardia per l'automazione di fabbrica, di processo e delle reti di pubblica utilità.*

ANIE Automazione è una delle 14 associazioni di Federazione ANIE, la Federazione Nazionale delle Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche, aderente a Confindustria.

Le oltre 100 Aziende associate ad ANIE Automazione rappresentano un settore che in Italia realizza un fatturato aggregato di circa 5 miliardi di euro.

L'Associazione è membro di CEMEP (European Committee of Manufactures of Electrical Machines and Power Electronics).

ANIE Automazione si propone di favorire lo sviluppo delle imprese e, in particolare offre ai Soci servizi, soluzioni e competenze a valore aggiunto quali:

- La rappresentanza, attraverso la Federazione, presso le principali istituzioni nazionali, europee e internazionali.
- L'attività di monitoraggio del mercato per agevolare lo sviluppo del business e avere disponibile un quadro preciso e aggiornato dei principali trend del settore.
- La promozione delle tecnologie sia in Italia che all'estero.
- Il sostegno formativo e informativo attraverso consulenze in materia di normativa tecnica e ambientale, supporto legale e appalti, studi economici, organizzazione di eventi, internazionalizzazione.
- Le pubblicazioni di carattere tecnico-divulgativo e di approfondimento sulle tecnologie di riferimento e sul mercato globale di settore.

- Gli eventi organizzati per valorizzare le competenze tecnologiche, dare la più ampia visibilità possibile a prodotti e servizi offerti nei mercati di riferimento e promuovere i brand delle aziende.

ANIE Automazione è organizzata in Gruppi di Lavoro composti da rappresentanti aziendali e coordinati dalla Segreteria dell'Associazione.

In particolare il **Gruppo UPS** di ANIE Automazione è costituito dai principali e più qualificati costruttori di gruppi statici di continuità (UPS). Un UPS (Uninterruptible Power Supply) è un sistema che, agendo come interfaccia tra la rete elettrica ed i carichi critici, fornisce al carico un'alimentazione elettrica continua di alta qualità, indipendentemente dallo stato della rete; alimentazione garantita per un tempo determinato anche quando la sorgente di alimentazione primaria è completamente mancante.

Il Gruppo UPS rileva il mercato nazionale in maniera molto precisa grazie alla percentuale elevata di copertura che si avvicina al 90%. La partecipazione attiva al Working Group UPS del CEMEP permette di aggregare anche i dati del mercato europeo.

Il Gruppo contribuisce alla definizione della normativa tecnica nazionale e internazionale partecipando alle attività del Sotto Comitato 22 UPS del CEI. Inoltre, tramite la partecipazione all'Associazione europea le aziende socie possono esprimere la loro posizione in merito alle principali Direttive e Regolamenti discussi a livello di Commissione Europea.

Tra le iniziative del Gruppo, per lo sviluppo del settore, si ricorda la pubblicazione di diverse guide tecniche nazionali ed europee, di articoli e manuali con i quali le aziende mettono a disposizione dei lettori competenza ed esperienza e svolgono una insostituibile opera di diffusione della cultura della qualità tendente a sensibilizzare l'appropriato utilizzo degli UPS, a totale beneficio del comparto e dei suoi utilizzatori finali.

**ANIE**  
AUTOMAZIONE



# Scopo del documento

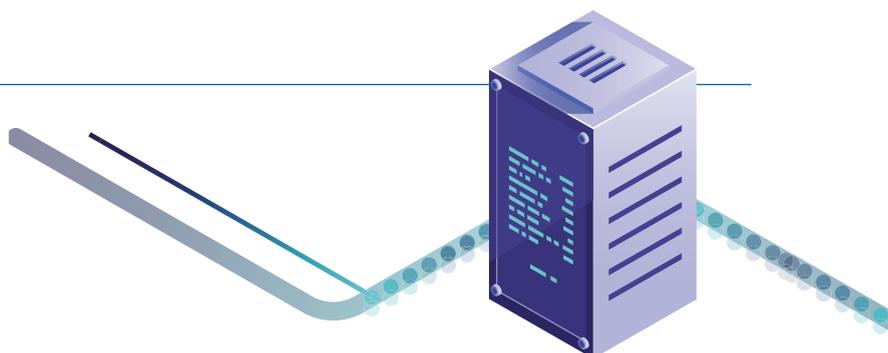
*Nei sofisticati sistemi UPS odierni, le batterie rappresentano il componente meno avanzato tecnologicamente e la loro importanza è spesso sottovalutata dagli operatori del settore.*

Questo è un grave errore in quanto un guasto alla batteria è spesso la causa primaria della perdita di carico dell'UPS. La presente Guida mira a fornire una panoramica delle informazioni tecniche necessarie a **scegliere, gestire e**

**mantenere le batterie degli UPS**, in modo da estenderne l'aspettativa di vita e risparmiare tempo e possibili problemi in futuro evitando serie conseguenze sull'attività dell'utilizzatore di UPS.

La Guida nasce anche dall'esigenza delle aziende del Gruppo UPS di ANIE Automazione di **trovare delle linee guida comuni e condivise** sul dimensionamento delle batterie e sul metodo di calcolo dell'autonomia degli UPS con l'obiettivo di rendere visibili i parametri utilizzati dal costruttore e dai quali derivano le autonomie dichiarate sulla documentazione commerciale.

# Che cos'è un UPS



*Le apparecchiature elettriche di continuità devono garantire il mantenimento ininterrotto del servizio di alimentazione dell'utenza in caso di sospensione dell'alimentazione di rete. In tali categorie rientrano gli **UPS o gruppi di continuità**, gli **STS o sistemi di trasferimento statici**, i **CPSS o sistemi di alimentazione centralizzata per l'emergenza**, con relativi accessori e opzioni a corredo (es. filtri, batterie, trasformatori, ecc.).*

Il gruppo di continuità funziona da riserva di energia in caso di black out della rete. Grazie al tempo di intervento immediato, è in grado di **garantire continuità e sicurezza in ambienti pubblici e in tutti quei casi in cui è fondamentale la continuità dell'alimentazione**, ad esempio negli aeroporti, nelle sale operatorie, nei processi industriali, nelle telecomunicazioni, nei locali pubblici, ecc.

A più di 25 anni dalla loro prima comparsa, i gruppi statici di continuità (UPS) rappresentano oggi oltre il 95% dei sistemi di back-up dell'alimentazione venduti, copertura che supera il 98% per le applicazioni informatiche ed elettroniche.

Anche negli UPS l'evoluzione tecnologica, l'utilizzo di componenti di ultima generazione ed altre innovative soluzioni, hanno permesso di migliorare le prestazioni, ridurre sensibilmente le perdite ed il consumo elettrico consentendo una notevole riduzione dei costi di esercizio.

Agendo come interfaccia tra la rete e le utenze, gli UPS forniscono al carico un'alimentazione elettrica continua di alta qualità, indipendentemente dallo stato della rete.

Gli UPS garantiscono una tensione di alimentazione affidabile, **esente dai disturbi di rete**, entro tolleranze compatibili con i requisiti delle apparecchiature elettroniche, avvalendosi di una fonte di alimentazione (batteria) generalmente sufficiente a garantire la sicurezza delle persone e delle apparecchiature.

I gruppi statici di continuità sono generalmente costituiti da tre blocchi principali:

- un raddrizzatore-caricabatterie per convertire la corrente alternata in corrente continua e caricare la batteria;
- un set di batterie (generalmente al piombo) per immagazzinare l'energia e recuperarla istantaneamente, a seconda delle necessità, per periodi tipicamente compresi tra 5 e 30 minuti, con possibilità di autonomie più lunghe;

- un convertitore statico (inverter) per trasformare questa tensione continua in alternata perfettamente stabilizzata e filtrata in tensione e/o frequenza.

Questi tre requisiti possono essere integrati con funzioni supplementari: un bypass automatico per l'alimentazione nel caso di sovraccarichi o per guasti dell'UPS, un bypass manuale che consente un isolamento completo dell'UPS e varie opzioni di segnalazione e manutenzione locale o a distanza.

Negli ultimi anni, gli UPS sono diventati un **elemento indispensabile per la distribuzione dell'alimentazione di alta qualità**. Ognuno dei loro componenti è stato progettato per integrarsi perfettamente nel layout dell'installazione, sia nel caso di un'alimentazione da 250VA per i personal computer di un ufficio, come per una complessa installazione da 2000 kVA in un importante centro di elaborazione dati del settore terziario oppure ancora per la protezione di una unità produttiva.

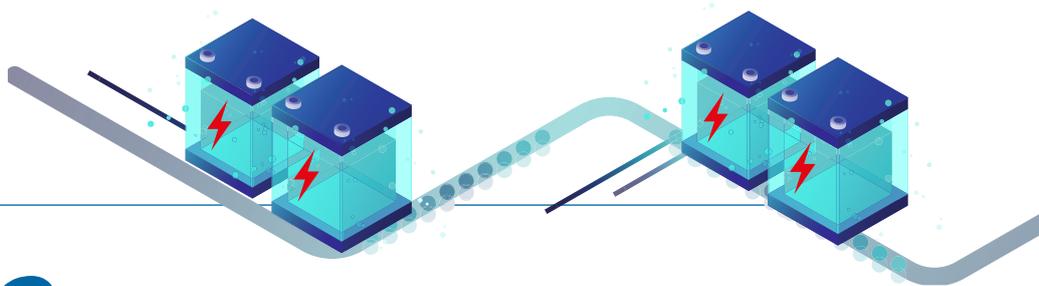
#### Capitolo 4

# Tipologia degli accumulatori utilizzati negli UPS

*Gli UPS per garantire la continuità dell'alimentazione elettrica ai carichi preferenziali, in caso di mancanza di rete, devono attingere energia dagli accumulatori.*

Gli UPS prevedono a questo scopo un raddrizzatore per costituire un punto elettrico interno in tensione continua da cui ricaricare e mantenere carichi gli accumulatori. L'inverter, per ricreare la tensione alternata in uscita, preleva quindi l'energia o dal raddrizzatore, in presenza di rete, o dagli accumulatori, in mancanza di rete. Questi accumulatori possono essere realizzati con varie tecnologie, ognuna con benefici e limiti.

**Di seguito riportiamo alcuni esempi.**



## 4.1

### Accumulatori al Piombo Acido regolati a valvole, VRLA

Tali tipologie prevedono un elettrolita a base acida. Sono dotati di una valvola per ciascuna cella per regolare eventuali sovrappressioni interne; non è richiesta manutenzione in quanto non è possibile aggiungere acqua, utilizzano la ricombinazione interna.

Ne esistono di due tipi: AGM (Absorbed Glass Mate) ad elettrolito assorbito in una struttura di fibra di vetro, e GEL ad elettrolito gelificato. Entrambe le soluzioni sono a bassissima emissione di gas e sono quindi installabili in aree accessibili all'operatore. Le VRLA possono essere installate dentro l'UPS, in armadi o scaffali esterni. È la tipologia più utilizzata per il rapporto favorevole prezzo/prestazioni. Tali accumulatori vengono principalmente suddivisi per vita attesa: 5, 10/12, oltre 12, 15, 20 anni di vita (più lunga è la vita attesa più alto è il costo, più grande lo spazio occupato). Le batterie VRLA necessitano di alcune attenzioni tecniche con riguardo alla ventilazione per la diluizione dell'idrogeno emesso durante il loro funzionamento. Riferimento normativo è la IIEC 62485-2 che sostituirà definitivamente la CEI EN 50272-2 nel 2021. Ad oggi entrambe le Norme sono applicabili.



Fig. 1:  
Accumulatore al Piombo Acido regolato a valvole, VRLA

## 4.2

### Accumulatori al Piombo Acido a vaso aperto

Questi accumulatori con contenitore a vaso aperto, prevedono un elettrolita a base acida in forma liquida. È richiesta manutenzione per il rabbocco di acqua. Sono disponibili in varie tipologie e per vita attesa. Necessitano di scaffali e locali appositi con una adeguata ventilazione per la diluizione dell'idrogeno a causa dello sviluppo di ossigeno, ma soprattutto di idrogeno durante le fasi di ricarica.



Fig. 2:  
Accumulatore al Piombo Acido a vaso aperto

## 4.3

### Accumulatori al Nichel-Cadmio

Prevedono un elettrolita a base alcalina e il contenitore è a vaso aperto. È necessaria la manutenzione per il rabbocco di acqua. Sono disponibili in varie tipologie e per vita attesa. Possono lavorare con temperature più elevate rispetto alle batterie al piombo acido. Esistono anche nella versione a bassissima manutenzione. Necessitano in genere di locali appositi con una rilevante ventilazione per la diluizione dell'idrogeno a causa di una importante perdita d'acqua. Sono installabili su scaffale e, in genere, hanno costi più alti rispetto agli accumulatori al piombo acido.



Fig. 3:  
Accumulatori al Nichel-Cadmio

#### 4.4

#### Accumulatori agli Ioni di Litio

Questi accumulatori sono forniti in armadi che ne consentono il monitoraggio. Sono caratterizzati da elevata energia immagazzinata. Occupano spazi più contenuti, prevedono un maggiore numero di cicli di carica/scarica e possono essere ricaricati più velocemente rispetto alle batterie sopra indicate. Il sistema elettronico di monitoraggio (BMS) è parte integrante degli accumulatori, che non abbisognano della ventilazione per la diluizione dell'idrogeno (non c'è produzione di gas durante la ricarica). I costi sono più alti rispetto agli accumulatori al piombo acido.



Fig. 4:  
Accumulatori  
agli Ioni di Litio

#### 4.5

#### Volani (Flywheel)

Sono accumulatori ad energia meccanica, che viene accumulata su una massa rotante (volano); talvolta sono realizzati con una grossa massa con numero di giri basso o con una piccola massa con numero di giri alto. Installati in armadio, sono dotati di elettronica di controllo e convertitori di potenza per la carica e la scarica ed il collegamento con l'UPS. Non abbisognano della ventilazione per la diluizione dell'idrogeno (non utilizzano acqua). Forniscono autonomie di secondi; con carichi bassi le autonomie possono arrivare a 1 o 2 minuti. Possono essere messi in parallelo per aumentare l'autonomia, che comunque sarà sempre molto breve. I costi sono più alti rispetto agli accumulatori al piombo acido.

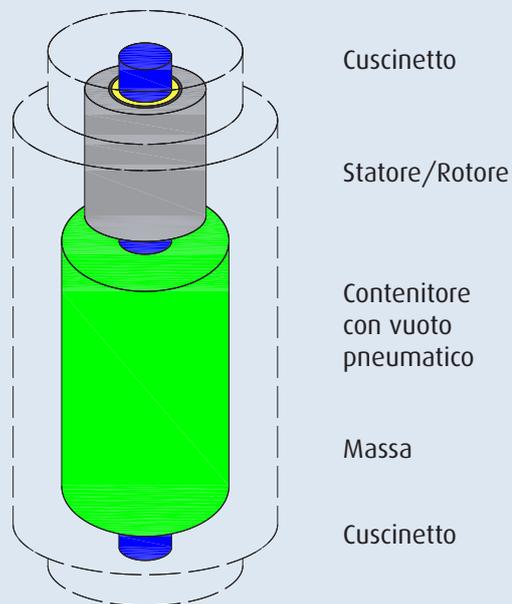


Fig. 5:  
Volano

#### 4.6

#### Batterie al Sodio Nichel

Si tratta di accumulatori a secco senza elettrolita (non utilizzano acqua). Funzionano alla temperatura di circa 250°C; la carica avviene scaldando gli accumulatori attraverso l'applicazione di tensione.

Prevedono un contenitore isolante per il calore ed un controllo elettronico. Lavorano in un ampio campo di variazione della temperatura ambiente. I costi sono più alti rispetto agli accumulatori al piombo acido.



Fig. 6:  
Batteria al Sodio NichelA

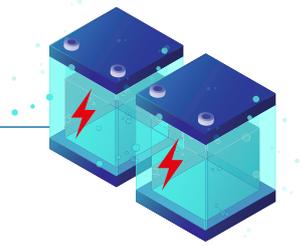
## 4.7 Super Condensatori

Si tratta di condensatori appositamente costruiti ed assemblati per accumulare energia. Permettono un alto numero di cicli, alte correnti di scarica e ricarica veloce, anche perché l'autonomia è molto limitata: possono fornire energia solo per pochi secondi. I costi sono più alti rispetto agli accumulatori al piombo acido.



## Capitolo 5

# Caratteristiche costruttive delle batterie



*La batteria è un sistema di accumulo di energia elettrochimica in grado di generare una differenza di potenziale che può far circolare una corrente elettrica in un circuito finché l'energia non è esaurita.*

Le batterie possono essere suddivise in due categorie:

**Primarie:** batterie che, una volta esaurite, non possono essere ricaricate e riportate al loro stato iniziale di carica (batterie non ricaricabili).

**Secondarie:** queste batterie, note anche come accumulatori, possono essere ricaricate e riportate al loro stato iniziale di carica.

L'argomento è molto vasto perché il mercato offre molteplici tipi di accumulatori. La continua evoluzione della tecnologia delle batterie costringe, infatti, i costruttori di UPS a evolvere i sistemi di ricarica. Gli UPS attualmente utilizzano in prevalenza batterie al piombo per applicazioni civili e industriali; per alcune applicazioni particolari, in ambienti con temperature di lavoro elevate, sono da

tempo disponibili batterie con tecnologia al nichel cadmio (NiCd) e si stanno affacciando nel modo UPS anche batterie agli Ioni di Litio.

La scelta della tecnologia delle batterie per una data applicazione è sempre un compromesso fra il costo della soluzione, le prestazioni, la sicurezza e l'ambiente.

**Di seguito si elencano i principali parametri che caratterizzano gli accumulatori**

1. Tensione [V]: differenza di tensione misurabile ai capi degli elettrodi.
2. Capacità (C): la corrente media espressa in Ah erogata dalla batteria in una scarica completa effettuata nel corso di un preciso periodo di tempo. Ad esempio, C indica la corrente erogata dalla batteria nel caso di scarica in 1 ora, C/5 la corrente nel caso di scarica in 5 ore, C/10 nel caso di scarica in 10 ore, ecc. La capacità nominale dipende dalla tecnologia della batteria: per esempio, la capacità nominale delle batterie al piombo acido è C/10, mentre quella delle batterie NiCd è C/5.
3. Densità volumetrica di energia [Wh/l]: misura quanta energia è immagazzinabile a parità di volume.

4. Densità gravimetrica di energia [Wh/kg]: misura quanta energia è immagazzinabile a parità di peso.
5. Corrente di picco [A]: massima corrente fornibile in un breve lasso temporale senza compromettere l'integrità della batteria.
6. Temperatura d'esercizio [°C]: temperatura alla quale la batteria opera correttamente in sicurezza.
7. Autoscarica [%]: quantità di energia persa autonomamente dalle celle in un determinato tempo.
8. Numero di cicli: numero di cariche/scariche che una batteria può fornire prima di giungere a fine vita (80% residuo della sua capacità iniziale).
9. DoD = Capacità scaricata/Capacità nominale
10. SoC = Capacità residua/Capacità nominale = 1 - DoD.

Altri parametri non facilmente quantificabili, ma comunque di estrema importanza, sono la sicurezza e l'affidabilità. Entrando nello specifico, le più importanti tipologie di batterie presenti sul mercato adatte per l'accumulo di energia negli UPS sono:

1. Batterie piombo-acido.
2. Batterie sodio-cloruro di nichel.
3. Batterie al litio.

Per le loro alte correnti di scarica e per il rapporto prezzo/prestazioni la tecnologia al piombo acido trova oggi largo uso negli UPS; le batterie al nichel cadmio, molto prestanti, hanno trovato impiego in applicazioni particolari dati i loro costi e alcune problematiche legate al loro utilizzo; infine, per quantità di energia immagazzinabile, prestazioni e numero di cicli di carica/scarica, le batterie al Litio hanno le carte in regola per essere impiegate negli UPS nel prossimo futuro.

Weight of battery cells - Placed on the Market in Italy

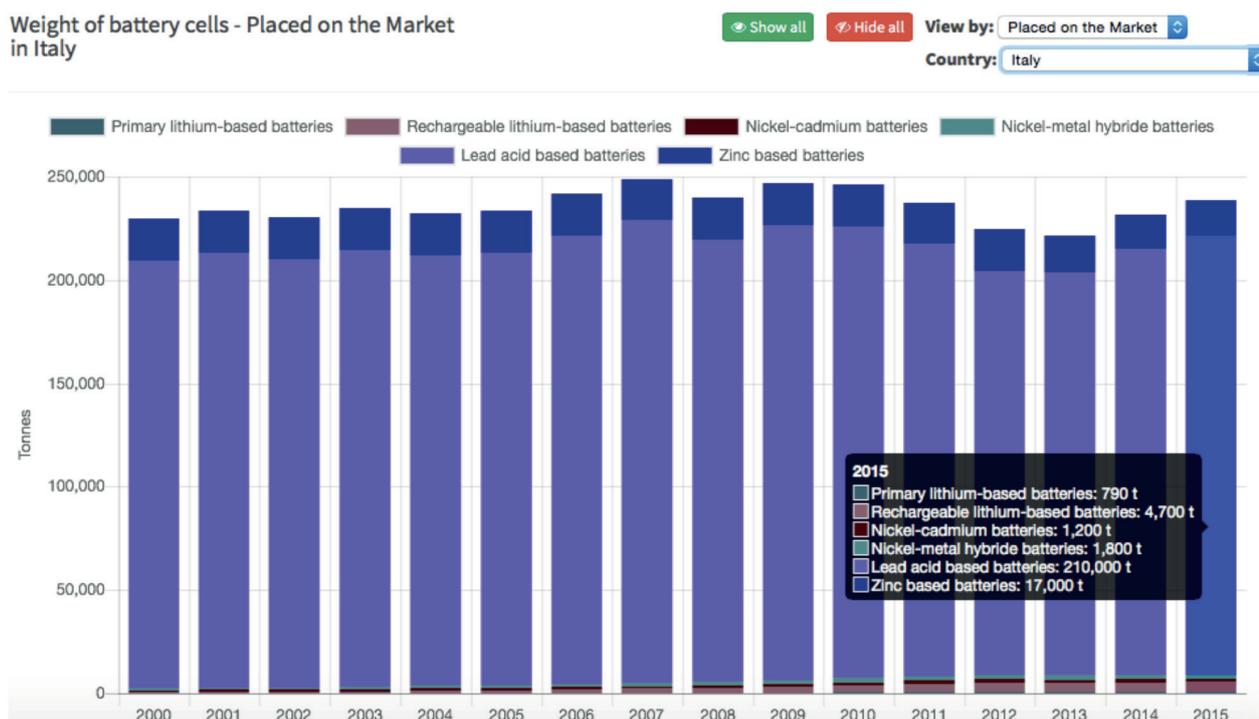
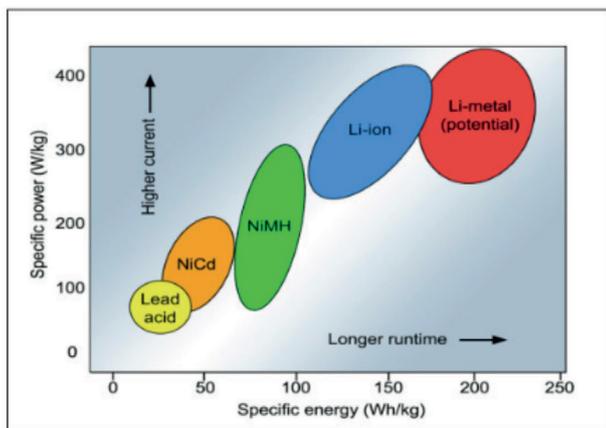


Fig. 8: Diffusione dei principali tipi di batteria sul territorio italiano (2015)

Il tipo di tecnologia adottata determina altre caratteristiche importanti, come le dimensioni e il peso delle batterie. Per esempio nella figura sotto riportata sono evidenziate le efficienze delle tecnologie delle batterie in funzione del rapporto energia/peso.



**Figure :** Specific energy and specific power of rechargeable batteries. Specific energy is the capacity a battery can hold in watt-hours per kilogram (Wh/kg); specific power is the battery's ability to deliver power in watts per kilogram (W/kg).

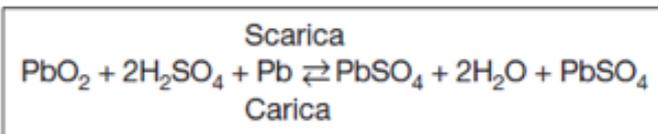
Fig. 9: Efficienza delle batterie in funzione al rapporto energia/peso

## 5.1 Batteria piombo-acido

Una batteria al piombo è costituita da uno o più elementi in lega di piombo (Pb) immersi in una soluzione di acido solforico.

Le batterie sono composte da una o più celle, comunemente 3, 6 o 12, ciascuna delle quali genera una *fem* (forza elettromotrice) di circa 2.2 V, e forniscono rispettivamente una differenza di potenziale di 6, 12 o 24 V nominali.

Ecco lo schema della reazione:



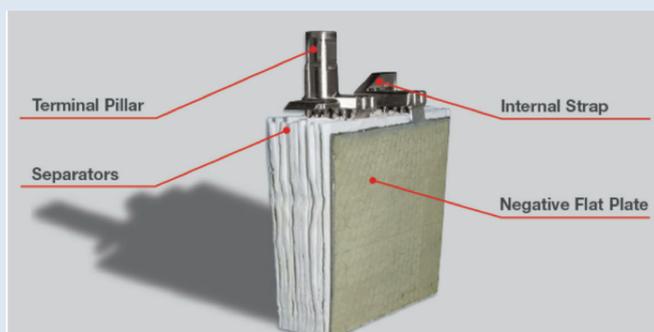
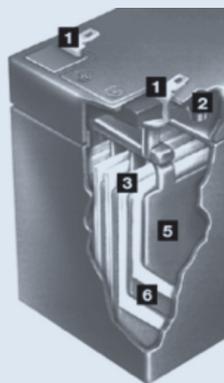
(Fonte Manuale\_Tecnico della FIAMM.pdf)

Le batterie al piombo-acido sono classificate in due famiglie distinte per tecnica costruttiva:

- Batterie regolate da valvola VRLA (Valve-Regulated Lead-Acid)
- Batterie a vaso aperto VLA (Vented Lead-Acid).

Le batterie VRLA possono essere classificate a loro volta in:

- Batterie AGM (Absorbed Glass Mat).
- Batterie gel.



Esempio cella

Componenti	Materiali
1. Terminali	Ottone stagnato
2. Valvola di sicurezza	Gomma sintetica lubrificata
3. Separatore	Lana di vetro
4. Contenitore e coperchio	Resina sintetica ABS
5. Piastra negativa	Piombo e ossido di piombo
6. Piastra positiva	Piombo e ossido di piombo
Elettrolita	Acido solforico diluito

Fig. 10: Elementi costruttivi della batteria

\*Fonte: Manuale tecnico per batteria al piombo a ricombinazione interna. FIAMM

## Accumulatore

L'accumulatore AGM ha l'elettrolito assorbito in un separatore in fibra di vetro, mentre quello al gel ha l'elettrolito miscelato con polvere di silice a formare una "gelatina".

In entrambi i casi l'accumulatore non contiene acido liquido, posto invece in un feltro assorbente in microfibra di vetro che assorbe l'acido della batteria come una spugna, consentendo di utilizzare in modo più efficiente il ristretto spazio e volume della batteria; ciò si traduce quindi in una maggior corrente di spunto.

La tecnologia AGM consente di immobilizzare l'acido rendendolo al contempo disponibile per le piastre e facendo sì che le reazioni tra l'acido e il materiale della piastra avvengano rapidamente.

Questa soluzione compatta aumenta la resistenza alle vibrazioni rispetto alle batterie standard. Inoltre, l'auto-scarica delle batterie AGM è molto bassa (inferiore al 3% al mese), ma soprattutto la batteria di avviamento AGM è a prova di perdite di acido ed esente da manutenzione perché non ha necessità di rabbocchi. Il montaggio di queste batterie quindi non è più vincolato alla posizione orizzontale.

## Piastre

Le piastre sono in lega di piombo e devono soddisfare i tipici regimi di scarica degli UPS. Variando lo spessore e la superficie di scambio delle piastre si determinano le prestazioni della batteria.

Aumentando lo spessore delle piastre si aumenta la vita della batteria. Le griglie poi devono essere realizzate con una lega di piombo in grado di garantire alle piastre un'ottima resistenza meccanica e alla corrosione.

## Contenitori e coperchi

Contenitori (vasi) e coperchi sono costruiti in materiali plastici resistenti agli urti e ritardanti le fiamme. Sul mercato sono disponibili batterie in ABS secondo la normativa UL 94 (Classe di auto-estinguenza elevata V-0). Materiali con una resistenza al fuoco minore (grado di auto-estinguenza HB, il minimo richiesto oggi dalla norma EN 62040-1 par. 7.5 Resistenza alle fiamme) sono accettati in molte applicazioni.

Nelle batterie VRLA devono essere progettati in modo tale da sopportare pressioni interne pari ad almeno cinque volte la pressione di apertura delle valvole di sfiato.

## Separatore

I separatori rappresentano uno dei componenti fondamentali degli accumulatori a ricombinazione. Il separatore è caratterizzato da una resistenza interna molto bassa, che conferisce agli accumulatori un'ottima attitudine alle scariche rapide. I separatori avvolgono completamente e isolano tra loro le piastre di opposta polarità.

## Elettrolito

L'elettrolito è una soluzione acquosa di acido solforico di densità compresa tra 1,250 e 1,300 Kg/dm<sup>3</sup> a 20°C, con caratteristiche di purezza adeguata.

## Valvole

Ogni singolo elemento è corredato da una valvola unidirezionale in gomma, la cui pressione di apertura deve essere regolata in funzione dell'applicazione e delle esigenze costruttive.

## Terminali

I terminali sono di tipo filettato per facilitare il collegamento tra i singoli monoblocchi con lamelle o cavetti con capocorda e minimizzare le cadute di tensione.

Il passaggio dei terminali attraverso il coperchio è realizzato in modo da garantire la sigillatura ermetica fra terminale e coperchio.

Le connessioni interne fra gli elementi di un monoblocco sono saldate elettricamente attraverso i setti di separazione così da rendere minima la caduta di tensione al passaggio di corrente e garantire la completa impermeabilità tra elementi contigui.

## L'accumulatore VLA

Questo elemento deve il nome alla presenza di un eccesso di fluido elettrolita, dove le piastre di anodo e catodo sono completamente immerse.

Durante la reazione di ossidoriduzione si verifica una perdita di idrogeno e ossigeno, per elettrolisi, per questo è necessaria una manutenzione periodica con relativo rabbocco di acqua distillata.

Il peso di una batteria ad acido libero è molto inferiore rispetto ad una batteria AGM dello stesso amperaggio poiché le piastre sono più sottili anche se più numerose in quanto la sua caratteristica principale è quella di fornire una significativa corrente di spunto in Ampere (CCA).

## 5.2 Batteria Nichel-Cadmio

**Nichel-Cadmio (NiCd):** queste celle usano ossido di nichel per il catodo, cadmio per l'anodo e un sale per elettrolita. Hanno buone caratteristiche, ma soffrono il fenomeno della "memoria" per cui, se per più volte si ferma la scarica a un livello parziale, quello sarà memorizzato come ultimo stadio di scarica.

## 5.3. Batteria al litio.

La tecnologia al litio è attraente per la sua leggerezza e per il suo potenziale.

Le sue principali caratteristiche sono:

- elevata capacità di carica;
- alta potenza;
- costo delle materie prime che probabilmente godrà di ribassi dovuti alle economie di scala; anche la loro disponibilità sarà maggiore nei prossimi anni;
- alta velocità di ricarica;
- elevato numero di cicli (vita).

La struttura interna di una batteria agli ioni di litio è costituita da un elettrodo positivo (catodo), un elettrodo negativo (anodo) e un elettrolita come conduttore.

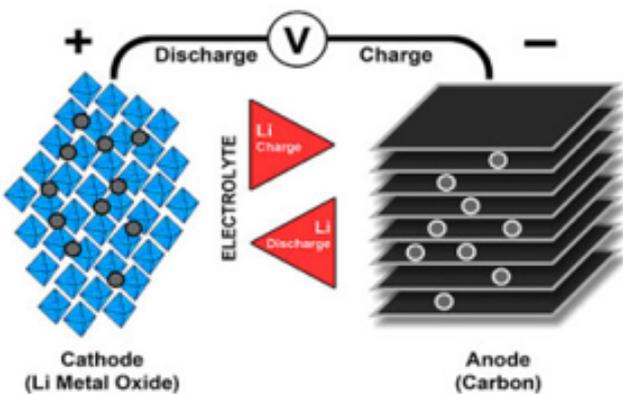


Fig. 11: Struttura interna di una batteria agli ioni di litio

Fonte: [https://batteryuniversity.com/learn/article/lithium\\_based\\_batteries](https://batteryuniversity.com/learn/article/lithium_based_batteries)

Il materiale attivo dell'elettrodo positivo è tipicamente un ossido di metallo litiato mentre per l'elettrodo negativo si fa

uso di materiali al carbonio. Nelle prime Li-ion commerciali per l'elettrodo negativo si faceva uso del coke (prodotto del carbone) ma successivamente, dal 1997, molte aziende produttrici di batterie agli ioni di litio si sono dirette verso la grafite, che permette di ottenere prestazioni migliori e in particolare una curva di scarica più piatta, indicativa di un potenziale più costante durante la fase di scarica della batteria.

La grafite è composta da strati di atomi di carbonio uniti per creare una rete di esagoni di carbonio (figura 11).

Queste reti di atomi di carbonio formano più fogli accatastati uno sopra l'altro (di solito non in modo regolare).

La grafite è uno dei materiali al carbonio più comuni, seguito dai carboni "duri" e "morbidi".

Un altro materiale anodico impiegato, ma non a base di carbonio, è il titanato di litio, con cui si ottengono una buona capacità di carico, una maggiore durata, eccellenti prestazioni alle basse temperature e una sicurezza maggiore; purtroppo l'energia specifica è ridotta e il costo è elevato.

È da considerare, inoltre, l'utilizzo futuro di un nuovo materiale che promette di migliorare ulteriormente le prestazioni delle batterie agli ioni di litio: il grafene.

Per quel che riguarda i materiali attivi impiegati per l'elettrodo positivo, i più comuni sono:

- litio-ossido di cobalto ( $\text{LiCoO}_2$ )
- litio-miscela di ossidi di metallo
- litio-ossido di manganese ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ )
- litio-ferro fosfato ( $\text{LiFePO}_4$ )

Costruttivamente le batterie al litio di grosse dimensioni sono realizzate assemblando celle in serie e parallelo.

A parità di energia queste batterie consentono una riduzione dei volumi e dei pesi rispetto alle batterie in piombo.



Fig. 12: Batteria al litio

Fonte: Wikipedia

# Caratteristiche funzionali delle batterie

*La manutenzione delle batterie è una pratica fondamentale se si vuole assicurare l'affidabilità del sistema UPS. Le tecniche di manutenzione tradizionali possono richiedere molte ore di lavoro ed essere quindi costose, il che riserva l'attuazione della manutenzione preventiva solo alle applicazioni più critiche o strategiche.*

Tuttavia, tramite una chiara comprensione delle cause principali di guasto delle batterie e con una corretta misurazione e stima della loro condizione tramite combinazioni ad hoc di metodi di test, è possibile definire una strategia di manutenzione ottimale per l'intero sistema, senza costi eccessivi: questo farà sì che le spese operative (OPEX) per la manutenzione siano indirizzate a proteggere l'investimento di capitale e a ottimizzare la durata delle batterie. Le batterie hanno una vita attesa limitata, influenzata da diversi fattori, per cui anche se molte sono in grado di assicurare alimentazione utilizzabile per la maggior parte della loro durata, sono soggette a guasti e problemi prematuri (essiccazione, solfatazione, sviluppo di calore), riducendone la durata fino al termine della loro vita utile (quando le batterie presenteranno una capacità residua dell'80%, limite generalmente accettabile dall'UPS). Per conoscere le condizioni operative e ottimizzare la durata delle batterie, al fine di pianificarne eventuali azioni correttive, occorre adottare delle procedure che ne aumentino l'affidabilità (interventi per impedire un deterioramento accelerato), effettuando misure ed analisi che ne prevedano la salute e la durata di servizio stimata.

## Tipologie di test di batteria

Per le batterie VRLA, il test annuale di scarica era inizialmente il miglior metodo per misurare la capacità delle batterie e valutarne le condizioni operative. Questo rimane il modo più accurato, ma anche il più costoso, ed è comunque valido solo al momento del test, in quanto non può predire la loro durata residua. In anni recenti, i miglioramenti tecnici apportati alle batterie VRLA e il costo elevato dei test di scarica hanno spinto molti utenti a cercare



Fig. 13: Batterie

tecniche alternative. La modalità più diffusa oggi al posto della scarica completa è una scarica parziale utilizzando il carico stesso, oppure un carico fittizio ricreato dall'UPS. Questo metodo ha anch'esso un punto debole, perché molti problemi potrebbero non essere rilevati durante il test.

Grazie alle tecnologie odierne esistono opzioni migliori rispetto alla pratica corrente di eseguire lo stesso test delle batterie anno dopo anno per verificarne le condizioni, effettuando prove delle prestazioni e test dello stato di salute. Le misurazioni della tensione di mantenimento a livello di cella o di monoblocco servono infatti ad assicurare che la carica sia corretta: qualsiasi cella presenti uno scostamento della tensione di mantenimento significativo dalla media della stringa potrebbe segnalare la presenza di difetti, ma tale test non dà indicazioni sulla capacità della batteria o sulla sua vita residua. Misure come la corrente di mantenimento, la temperatura ambiente e della batteria possono aiutare ad individuare tempestivamente un aumento rapido del calore. Il monitoraggio della temperatura può aiutare a valutare l'impatto di temperature elevate sull'invecchiamento delle batterie.

Molti sistemi di monitoraggio sono già disponibili e usati negli UPS. Questi strumenti monitorano continuamente i parametri della batteria come tensione, corrente, temperatura e resistenza interna, fornendo avvisi e allarmi in tempo reale e offrendo pacchetti completi di acquisizione dati e strumenti per l'analisi dei dati. Questi sistemi di solito propongono anche il controllo da remoto e, in alcuni casi, persino il bilanciamento attivo tra le batterie. Anche per questi sistemi i costi iniziali sono piuttosto alti,

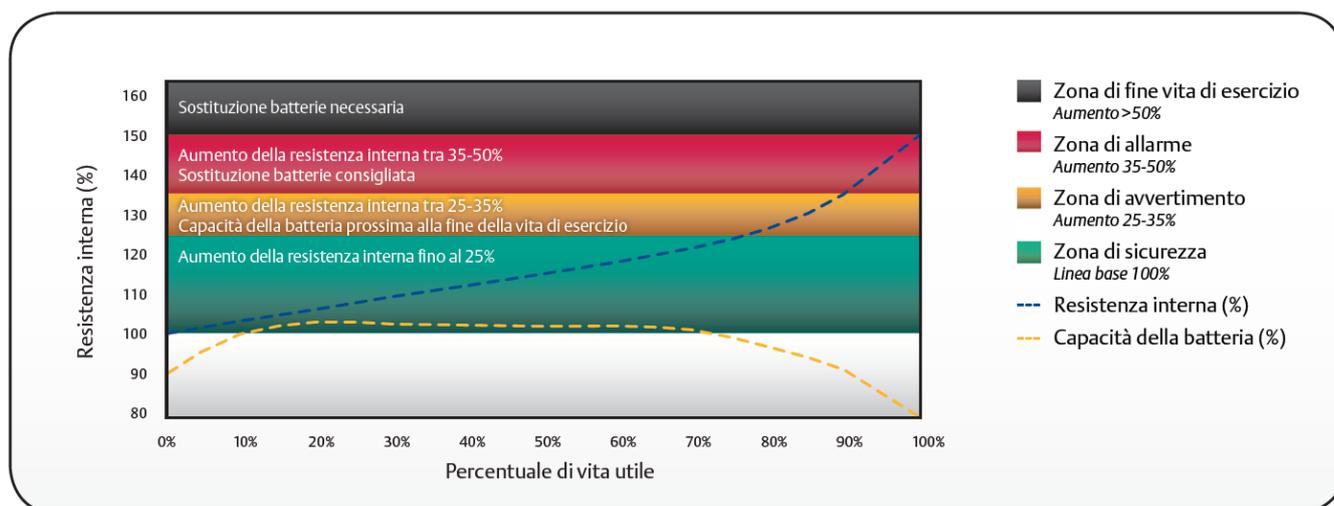


Fig. 14: Schema di durata delle batterie

ma forniscono l'importantissimo beneficio dell'avviso di eventuale guasto del singolo monoblocco in tempo reale, che può quindi essere prontamente sostituito, riducendo sensibilmente i tempi di intervento tecnico e quindi potenziali interruzioni impreviste.

Il grafico di Fig. 14 sulla durata delle batterie mostra la variazione della capacità e della resistenza interna nel corso della durata della batteria, con i vari stadi di salute (SoH, State-of-Health) con una codifica a colori per Sicurezza, Avvertimento, Allarme, Fine vita.

Alcune batterie raggiungono una capacità nominale del 100% solo dopo essere state in funzione per un po' e dopo alcuni cicli di scarica/carica. Poiché le celle invecchiano e si deteriorano, la capacità alla fine scenderà verso il limite dell'80%. Questo deterioramento si fa più rapido man mano che ci si avvicina al termine della vita utile, per cui è impossibile prevedere la durata residua. Una volta stabilizzatosi il periodo di adattamento iniziale, il normale invecchiamento a cui sono soggette tutte le celle sane causerà un graduale aumento della resistenza interna. Questo tende ad approssimarsi a una crescita lineare finché non supera del 25% i valori iniziali. Durante questo periodo di tempo, le celle in genere riescono comunque ad assicurare il 100% di capacità. Con un aumento della resistenza interna tra +25% e +50%, la velocità del cambiamento accelera e la capacità delle celle diminuisce finché, a oltre il 50%, è probabile che la cella si trovi al di sotto dei limiti di capacità di fine vita. L'invecchiamento anomalo causato dall'essiccazione o da altri prematuri difetti presenta in genere una maggiore velocità di cambiamento della resistenza interna, che può essere individuato prima che una cella ceda. Questi problemi potrebbero non emergere in un test di scarica finché la batteria non ha raggiunto o superato le condizioni del livello di guasto.

Per i siti più critici che non possono permettersi tempi di fermo, la soluzione migliore con riferimento alle condizio-

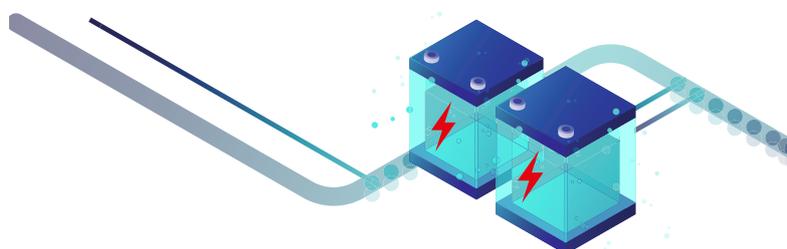
ni e all'affidabilità della batteria è una combinazione di test remoti e test sul posto, inclusi tutti i controlli visivi, meccanici e ambientali indispensabili.

Questa soluzione si basa su test remoti annuali di scarica parziale e quattro test remoti della resistenza interna l'anno come base per una regolare valutazione delle condizioni, oltre a un controllo della resistenza interna annuale sul posto. Tale combinazione offre una valutazione continua sullo stato di salute e stime regolari della capacità delle batterie.

Tuttavia, se è richiesta una conferma certa della capacità, verso il termine della vita della batteria si può aggiungere un test di piena capacità sul posto. Inoltre l'hardware di monitoraggio più avanzato può fornire informazioni 24/7 sulla condizione della batteria.

Per valutare le prestazioni dell'intero sistema e lo stato di salute è possibile utilizzare anche le informazioni sugli allarmi, la temperatura, l'affidabilità della rete di distribuzione, il carico di sistema e molti altri parametri.

Queste combinazioni garantiscono una manutenzione efficiente per la massima affidabilità della batteria. Anche se va segnalato come le ispezioni fisiche e visive, le azioni di pulizia e il ri-serraggio dei connettori costituiscano una parte importante della manutenzione della batteria e come le visite di routine sul posto dovrebbero comunque continuare a far parte di un programma completo di manutenzione delle batterie.



# Dimensionamento delle batterie per UPS

*Al fine di ottenere l'autonomia richiesta alla potenza erogata desiderata, gli UPS necessitano di essere collegati a set batterie composti da più batterie connesse in serie e/o in parallelo.*

Nel seguito del paragrafo si fa riferimento a batterie del tipo al piombo acido stazionarie e quindi ai relativi parametri di funzionamento.

Per un buon utilizzo delle batterie è raccomandato impiegare insieme tra loro batterie dello stesso modello, con stesso voltaggio e capacità. Batterie connesse in serie daranno, ai poli estremi del set, un voltaggio uguale alla

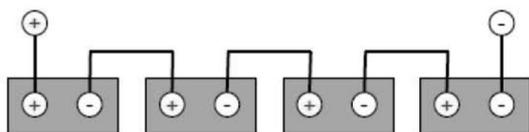
somma dei voltaggi delle singole batterie, per il raggiungimento della tensione di batteria per cui l'UPS è stato progettato.

Batterie connesse in parallelo daranno, ai poli estremi del set, una capacità uguale alla somma delle capacità delle singole batterie.

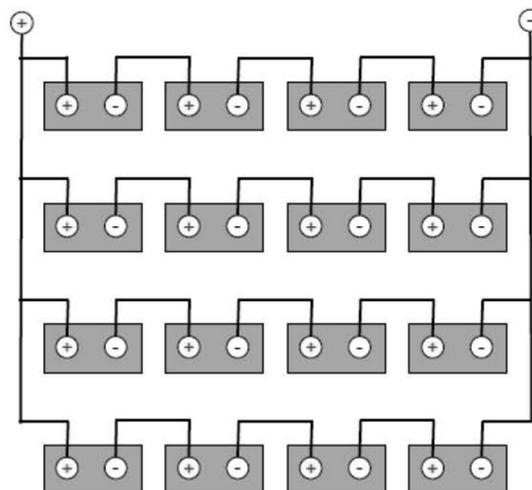
Quando la capacità richiesta è più alta di quella disponibile dalla singola stringa, è possibile effettuare il collegamento in parallelo di più batterie per ottenere la capacità desiderata.

**Esempio: usando batterie da 12V 9Ah:**

- Una stringa da 4 batterie corrisponde ad un set batterie totale di 48V, 9Ah (Ampere-ora)
- Un parallelo da 4 stringhe da 4 batterie ciascuna, corrisponde ad un set batterie totale di 48V, 36Ah



4 batterie da 12V 9Ah in serie corrispondono a 48V, 9Ah.



Un parallelo da 4 stringhe di batterie da 4x 12V 9Ah corrispondono a 48V, 36Ah

Fig. 15: Batterie in serie e parallelo

Le capacità nominali in Ah sono normalmente riferite ad un tempo di scarica di 20 ore, questo dato è utile per una valutazione preventiva, ma non è ottimale per un preciso dimensionamento per tempi di autonomia lontani dalle 20 ore.

In altre parole il tempo di autonomia non è sempre uguale agli Ah divisi per la corrente di scarica.

Questo perché il voltaggio e la capacità delle batterie non sono costanti, anzi dipendono dal reale stato delle batterie, dall'intensità e dalla durata della scarica. Per questa ragione il produttore di batterie riporta, nelle schede tecniche, anche altri dati ed informazioni.

I produttori di batterie riportano nelle schede tecniche curve e tabelle che descrivono l'evoluzione del voltaggio batteria, corrente e potenza durante la scarica, in parecchie condizioni.

In queste tabelle sono disponibili altri due dati che possono essere usati per una buona scelta di batteria:

1. La soglia di taglio del voltaggio di batteria (*V<sub>cutoff</sub>*)
2. La potenza (o la corrente) fornita dalla batteria durante la scarica

### 7.1 La soglia di taglio del voltaggio batteria (*V<sub>cutoff</sub>*)

Durante la scarica il voltaggio delle batterie diminuisce e l'UPS monitora questo livello di voltaggio. Quando il valore diminuisce sotto il *V<sub>cutoff</sub>* (tipicamente impostabile negli UPS), l'UPS considera le batterie completamente scariche, invia il messaggio di "Fine autonomia" e si spegne. Il valore di *V<sub>cutoff</sub>* dipende dal modello di batteria ed è imposto dal sistema di controllo dell'UPS per riuscire a proteggere

le batterie da una scarica troppo profonda. Infatti la batteria può continuare ad essere scaricata con un livello di voltaggio più piccolo del *V<sub>cutoff</sub>*, ma oltre il *V<sub>cutoff</sub>* la scarica diventa irreversibile e non è possibile ricaricare le batterie al 100% della loro capacità. Comunque più è lungo il tempo per raggiungere il *V<sub>cutoff</sub>*, durante la scarica, più lunga sarà la durata del tempo di scarica.

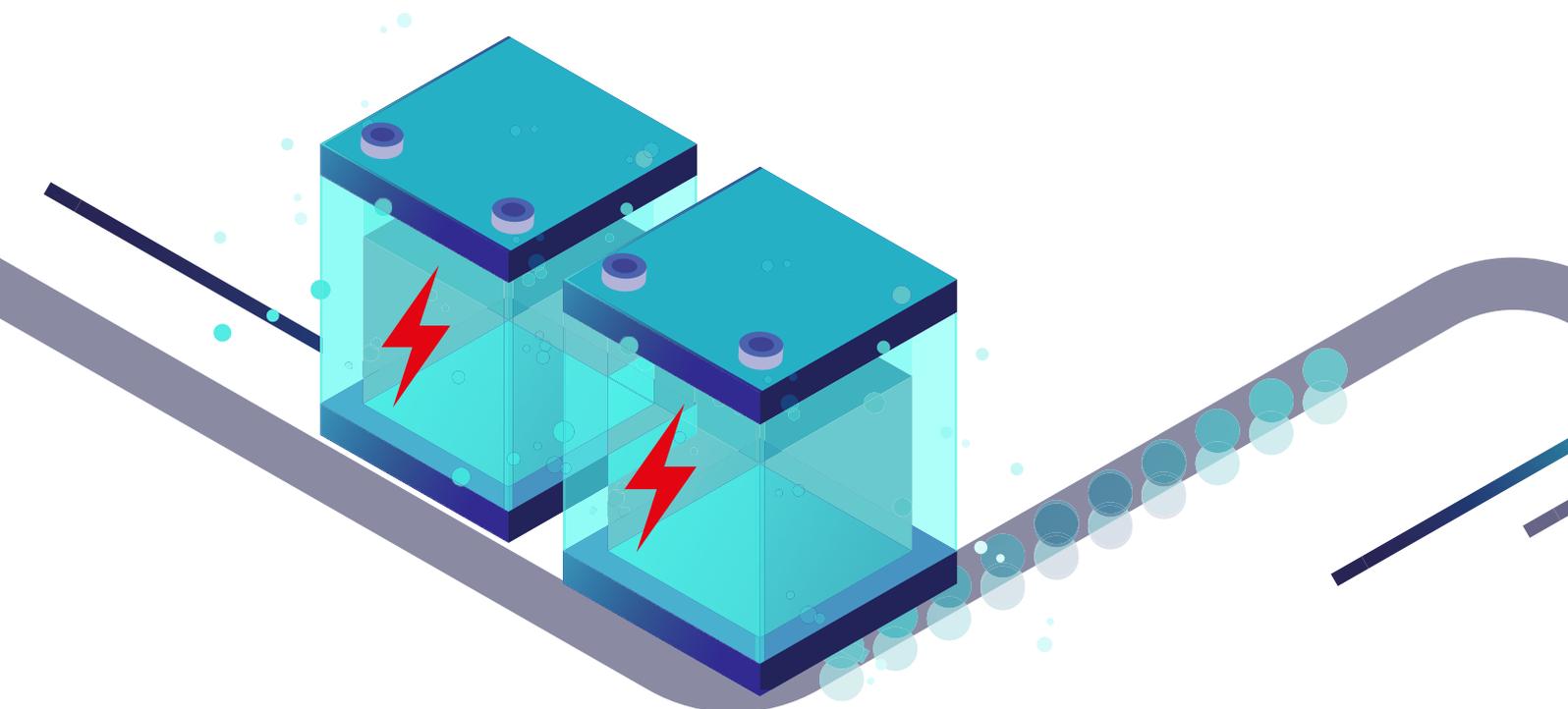
Tipicamente, i blocchi batterie sono composti da parecchi elementi (celle) in serie; molto spesso le batterie VRLA usate in applicazioni UPS contengono 6 celle. I produttori di batterie riportano nelle tabelle e curve di scarica differenti possibili *V<sub>cutoff</sub>* riferiti alle singole celle (*V<sub>cutoff</sub>/cella*).

VALORI TIPICI DI <i>V<sub>cutoff</sub></i>	
<i>V<sub>cutoff</sub> / Cella</i>	<i>V<sub>cutoff</sub> / Blocco</i> (considerando 6 celle a blocco)
1.60	9.6
1.65	9.9
1.70	10.2
1.75	10.5

Fig. 16: Tabella con valori di *V<sub>cutoff</sub>* riferiti alle singole celle

### 7.2 La potenza (o corrente) fornita dalla batteria

Nelle tabelle, riportate nella scheda tecnica batteria, sono indicate la durata della scarica a potenza costante (W/cella) od a corrente costante (A/cella) per ogni modello di batteria (ogni Ah nominale), riferito ad uno specifico *V<sub>cutoff</sub>/cella* ed a una specifica temperatura.



Qui di seguito una tipica tabella dichiarata da un produttore di batteria:

Constant Current Discharge ( Amperes ) at 25 °C																									
End Point Volts/cell	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min	55min	1h	1.5h	2h	2.5h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	12h	24h
1.60	67.0	45.3	34.3	27.8	23.1	20.0	17.7	15.4	14.0	13.3	12.3	12.0	8.41	6.40	5.30	4.65	3.75	3.10	2.73	2.36	2.15	1.95	1.76	1.50	0.80
1.65	64.9	44.2	34.0	26.8	22.5	19.6	17.4	15.1	13.8	13.1	12.1	11.8	8.20	6.30	5.22	4.57	3.68	3.05	2.67	2.34	2.10	1.90	1.75	1.49	0.79
1.70	63.0	43.1	33.5	26.3	21.9	19.0	16.9	14.8	13.5	12.9	11.9	11.6	8.02	6.19	5.14	4.49	3.60	3.00	2.61	2.28	2.03	1.83	1.73	1.48	0.78
1.75	60.1	41.9	32.0	25.4	21.4	18.7	16.6	14.4	13.3	12.6	11.7	11.3	7.89	6.09	5.05	4.40	3.53	2.94	2.56	2.23	1.99	1.80	1.72	1.46	0.77
1.80	57.4	40.8	31.0	24.5	20.6	18.0	16.1	14.1	13.0	12.4	11.5	11.1	7.69	5.98	4.97	4.32	3.45	2.89	2.49	2.18	1.95	1.77	1.70	1.45	0.76

Constant Power Discharge ( Watts per cell ) at 25 °C																									
End Point Volts/cell	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	40min	45min	50min	55min	1h	1.5h	2h	2.5h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	12h	24h
1.60	117	79.0	60.0	51.7	43.6	36.0	33.5	30.7	27.4	25.6	23.4	22.0	16.3	12.7	10.5	9.10	7.30	6.16	5.28	4.57	4.04	3.62	3.29	2.81	1.55
1.65	113	77.4	59.2	51.2	43.2	35.5	33.1	30.3	27.1	25.3	23.1	21.8	16.1	12.6	10.4	9.01	7.25	6.09	5.23	4.53	4.01	3.60	3.28	2.80	1.52
1.70	110	75.8	58.5	50.1	42.4	35.0	32.6	29.9	26.7	25.0	22.9	21.5	16.0	12.4	10.3	8.90	7.16	6.01	5.16	4.48	3.97	3.57	3.25	2.78	1.51
1.75	106	74.1	57.3	49.4	41.8	34.5	32.1	29.5	26.4	24.7	22.6	21.3	15.8	12.3	10.2	8.83	7.09	5.94	5.11	4.43	3.93	3.53	3.22	2.76	1.50
1.80	102	72.5	56.0	48.2	41.0	34.0	31.6	29.2	26.0	24.4	22.4	21.0	15.6	12.2	10.1	8.74	7.05	5.92	5.09	4.41	3.91	3.51	3.20	2.70	1.49

Fig. 17: Tabelle di scarica potenza costante

Da queste tabelle possiamo vedere che, ad un  $V_{cutoff}/cella = 1.60V$ , la batteria è in grado di fornire, per 10 minuti, 45.3 A e 79W/cella. Non sono menzionati valori in Ah in quanto non necessari.

### 7.3 Metodo di dimensionamento delle batterie per applicazioni UPS

Il dimensionamento del set batterie consiste nell'identificare un modello di batterie e calcolarne il numero da collegare per stringa ed il numero di stringhe da collegare a loro volta in parallelo. Per questa valutazione è importante conoscere il voltaggio in C.C. (corrente continua) richiesto dall'UPS alla batteria ( $V_{CC\ UPS}$ ) e la potenza (o corrente) che assorbe l'UPS dalle batterie.

Supponendo che il modello della batteria sia già definito, con il suo voltaggio nominale è facilmente calcolabile il numero di batterie da connettere in serie (stringhe)  $N_{bat}$ , considerando il voltaggio nominale dell'UPS  $V_{CC\ UPS}$  (in generale il  $V_{CC\ UPS}$  dell'UPS è riferito al voltaggio nominale della batteria  $V_{bat}$ ).

Il voltaggio totale della stringa sarà:

$$V_{stringa} = V_{CC\ UPS}$$

Invece il numero di batterie per stringa sarà:

$$N_{bat} = V_{CC\ UPS}/V_{bat}$$

Qualche volta il  $V_{CC\ UPS}$  è riferito come numero totale di celle ( $N_{celle\ tot}$ ), in questo caso se il numero di celle della batteria ( $N_{celle}$ ) è conosciuto, il  $N_{bat}$  sarà:

$$N_{bat} = N_{celle\ tot}/N_{celle}$$

Una volta definite le stringhe è necessario valutare quante devono essere collegate in parallelo, in modo da avere la giusta capacità per garantire l'autonomia richiesta.

In caso di black out l'UPS assorbe energia dalle batterie per riuscire ad alimentare il carico. Considerando un carico costante, il valore di potenza assorbita dalle batterie dall'UPS sarà anch'esso costante.

Più grande sarà la capacità del "sistema batteria" più lungo sarà il tempo di autonomia fornito dall'UPS.

La potenza in CC, corrisponde a:

$$P_{bat} = V_{stringa} \times I_{bat}$$

Ma se  $P_{bat}$  è costante poiché la  $V_{stringa}$  diminuisce durante la scarica, la  $I_{bat}$  aumenta di conseguenza.

Per queste ragioni è meglio considerare, nella scheda tecnica di batteria, la tabella riferita alla scarica a potenza costante W/cella.

La  $P_{bat}$  è la potenza assorbita dall'inverter dell'UPS per alimentare il carico. Questo valore non corrisponde esattamente alla potenza attiva assorbita dal carico ( $P_{carico}$ ) poiché l'inverter necessita di una parte della potenza assorbita alla batteria ( $P_{bat}$ ) per il suo stesso funzionamento. In altre parole  $P_{bat} > P_{carico}$ .

Il consumo dell'inverter stesso è tipicamente indicato dall'efficienza (generalmente indicata in %) che è definita come:

$$\eta\% = \frac{P_{carico}}{P_{bat}} \times 100$$

L'efficienza dell'inverter non è costante ma dipende dallo stato di funzionamento, in particolare dal carico. Tipicamente il produttore di UPS dichiara i valori di % relativi alla percentuale del carico riferito alla potenza nominale dell'UPS. Qui sotto vi è un esempio di tabella di efficienza di un UPS di ultima generazione con efficienza elevata ed abbastanza costante. Per UPS di vecchia generazione i valori di efficienza posso diminuire rapidamente con un carico sotto il 50%.

Carico%	$\eta$ %
100%	94.3%
75%	95%
50%	95.4%
25%	94.1%

Fig. 18: Esempio di rendimento inverter di UPS a vari livelli di carico

Negli UPS generalmente il carico assorbe anche potenza reattiva, per questa ragione la potenza nominale dell'UPS (A) è sempre indicata come potenza apparente [VA]. La potenza attiva P [W] rispetto alla potenza apparente nominale A [VA], può essere ottenuta dal fattore di potenza dell'UPS.

Il fattore di potenza è definito come:

$$PF = P[W] / A[VA]$$

Sul mercato vi sono parecchi tipi di UPS con differenti valori di fattori di potenza, i più comuni sono PF=0,8, PF=0,9 e PF=1.

Questo significa per esempio che un UPS da 1000VA con PF=0,9 è in grado di fornire 900W massimo.

Nel caso la potenza apparente del carico ( $A_{carico}$ ) sia più piccola della potenza apparente dell'UPS la stessa conversione da VA a W può essere fatta se il PF del carico è conosciuto ( $PF_{carico}$ ).

$$P_{carico} = A_{carico} \times PF_{carico}$$

Esempio:

$$A_{carico} = 20kVA; PF_{carico} = 0.85$$

$$P_{carico} = 20kVA \times 0.85 = 17kW$$

Nel caso la potenza attiva assorbita dal carico ( $P_{carico}$ ) sia già conosciuta, il PF e la potenza apparente non sono necessarie ed il dimensionamento delle batterie sarà fatto considerando direttamente la  $P_{carico}$ .

In seguito alle considerazioni di cui sopra, la potenza assorbita alle batterie con UPS a piena potenza è:

$$P_{bat} = \frac{A_{ups} \times PF_{ups}}{\eta}$$

Ora, il numero di blocchi batteria  $N_{bat}$  connessi in serie dentro la stringa è già calcolato dal  $V_{bat}$  dell'UPS e dal voltaggio nominale della batteria indicato nella scheda tecnica. L'ultimo dato, necessario per il dimensionamento batteria, è il numero di celle ( $N_{celle}$ ) che sono dentro ogni blocco batteria (anche questo dato è disponibile nella scheda tecnica).

Dalla scheda tecnica della batteria è possibile leggere la potenza disponibile da ogni cella ( $P_{cella}$ ) corrispondente all'autonomia richiesta.

Quindi la potenza totale disponibile da una stringa di batterie corrisponde a:

$$P_{stringa} = N_{celle} \times N_{bat} \times P_{cella}$$

Il numero di stringhe da collegare in parallelo corrisponde a:

$$N_{stringa} = P_{bat} / P_{stringa}$$

Quindi il set batterie sarà composto da un parallelo di  $N_{stringa}$  di stringhe batterie composto da  $N_{bat}$  batterie collegate in serie.

Il numero totale di batterie è:

$$N_{tot} = N_{stringa} \times N_{bat}$$

#### 7.4 Esempio di dimensionamento della capacità della batteria di accumulatori per scarica a potenza costante

*"Dimensionare la capacità della batteria VRLA per un carico di potenza nominale apparente 80kVA, con PF =0,8 per una autonomia di 20 minuti alle condizioni nominali di funzionamento".*

Innanzitutto si procede all'identificazione del tipo di UPS con il quale alimentare il carico per disporre di tutti i dati tecnici necessari al calcolo. Si supponga di utilizzare lo stesso UPS di potenza nominale pari a 80 kVA:

$$A_{ups} = 80 \text{ kVA (100\% del valore nominale dell'UPS)}$$

$$PF = 0,8 \text{ (caratteristica del carico)}$$

$$\eta = 0,97 \text{ (valore da specifica tecnica dell'UPS dato al 100\% del carico)}$$

$$V_{cc \text{ UPS}} = 480V_{cc}, \text{ per } N_{celle \text{ tot}} = 240 \text{ (valore da specifica tecnica dell'UPS)}$$

$$V_{cutoff} = 396V_{cc} \text{ (valore da specifica tecnica dell'UPS, eventualmente impostabile)}$$

$$N_{celle} = 6 \text{ per blocco (monoblocchi da 12 V)}$$

Potenza fornita dalla batteria:

$$P_{bat} = \frac{A_{ups} \times PF_{ups}}{\eta} = (80000 \times 0,8) / 0,97 = 65.979 \text{ W}$$

Numero di blocchi batterie in serie ( $N_{bat}$ ):

$$N_{bat} = N_{celle\ tot} / N_{celle} = 240/6 = 40\ blocchi$$

Assumendo di poter utilizzare una sola stringa di batterie del modello prescelto,  $P_{stringa} = P_{bat}$

$$P_{celle} = P_{bat} / 240 = 274.9\ W$$

(potenza richiesta ad ogni cella della stringa)

$$P_m = 274.9 \cdot 6 = 1649.4\ W$$

(potenza richiesta ad ogni monoblocco della stringa)

**Nota: le tabelle fornite dai costruttori solitamente indicano la potenza di scarica per cella, altre volte per monoblocco.**

Successivamente si consultano le tabelle fornite dai costruttori per scarica a potenza costante e si cerca il valore richiesto o quello immediatamente superiore per autonomia di 20 minuti ad una tensione di fine scarica:

$$V_{cutoff/cella} = V_{cutoff}/N_{celle\ tot} = 396/240 = 1.65V/cella$$

(vedi tabella sotto).

Tipo batt.	Volt batt.	Tens. f.s.	1 Min.	5 Min.	10 Min.	15 Min.	20 Min.	30 Min.	60 Min.	90 Min.	2 Ore	4 Ore	6 Ore	8 Ore	10 Ore	20 Ore	48 Ore	72 Ore
108 Ah @ 25°C	12	1,57	4263	3183	2417	1956	1648	1269	781	572	-	-	-	-	-	-	-	-
		1,75	3740	2891	2204	1855	1589	1227	764	561	447	254	181	143	118	66,1	31,2	21,7
		1,80	3283	2665	2098	1734	1483	1172	737	546	435	245	175	138	114	64,0	29,7	20,5
		1,85	2854	2348	1898	1505	1275	1007	702	523	417	237	169	133	111	61,5	29,2	19,0
110 Ah @ 25°C	12	1,57	5485	3800	2863	2227	1825	1355	799	584	-	-	-	-	-	-	-	-
		1,75	4810	3548	2675	2152	1780	1337	791	579	477	275	198	154	126	66,0	30,9	21,5
		1,80	4482	3327	2500	2019	1715	1314	782	571	460	268	191	148	121	64,0	29,7	20,5
		1,85	3786	3046	2300	1849	1587	1262	756	552	443	256	183	142	116	62,0	27,8	18,9
128 Ah @ 25°C	12	1,57	6688	4633	3491	2714	2225	1652	974	712	-	-	-	-	-	-	-	-
		1,75	5863	4326	3261	2599	2170	1631	965	706	581	335	241	188	154	80,5	37,7	26,2
		1,80	5465	4056	3048	2461	2091	1602	953	697	561	326	233	180	147	78,0	36,2	24,9
		1,85	4616	3714	2804	2254	1935	1539	922	673	540	312	223	173	141	75,6	33,9	23

Fig. 19: Tabella di valori della potenza costante di scarica in funzione delle tensioni finali di scarica e della durata della scarica per un tipo di VRLA. Valori in Watt/batteria @ 25°C. La capacità è data in Ah a regime di scarica 20 ore.

## Risultato

L'UPS di potenza 80 kVA, alle condizioni nominali di funzionamento, potrà alimentare il carico per un tempo di oltre 20 minuti con l'ausilio di 40 monoblocchi (240 elementi) di tipo VRLA da 110 Ah (regime di scarica 20 ore), temperatura 25°C, 12V per monoblocco. Nel caso sia necessario (per mancanza di batterie di capacità sufficiente) o si preferisca utilizzare una batteria composta da più stringhe in parallelo, occorre ripetere il processo di calcolo appena descritto sulla singola stringa considerando che  $P_{stringa} = P_{bat} / N_{stringa}$

Il numero totale di monoblocchi batterie necessari si valuta in base a quanto detto in precedenza. Se si intende dimensionare la batteria a fine vita della medesima (End Of Life - EOL), occorre moltiplicare  $P_{cell}$  (i Watt per cella) per 1/0,8 = 1,25. Tale margine consente di avere l'autonomia richiesta a fine vita della batteria.

## Riassumendo

- La batteria è dimensionata in base alla potenza di scarica richiesta (Watt) per una durata specificata.

- Il dimensionamento tipicamente è per ambiente normale, 20°C - 25°C.
- La potenza prelevata dalle batterie è la potenza in uscita dell'UPS (kW di carico) divisa per il rendimento dell'UPS in modalità batteria (efficienza inverter).
- Watts per Cella (WpC) è la potenza della batteria divisa per il numero di celle collegate in serie (2V, piombo acido).
- Nella scheda tecnica della batteria confrontare il valore WpC necessario con quelli nelle tabelle pubblicate di una gamma di batterie e determinare quante stringhe e di quale tipo ci sia necessità.
- Utilizzare la corretta tensione di fine scarica (EOD) =  $V_{cutoff}$ , limitata dal campo di tensione CC dell'UPS e dal cut-off consigliato per una batteria.
- Se il dimensionamento desiderato è per l'End Of Life (EOL), moltiplicare WpC per 1,25.

# Principali cause di guasto delle batterie

*Il guasto della batteria è la causa del 50-70% delle interruzioni di UPS. Oltre ai cortocircuiti, esistono tre meccanismi principali che riducono la durata e le prestazioni della batteria VRLA:*

## Corrosione della placca

La corrosione della placca è solitamente il risultato dell'ossidazione della piastra positiva. Ciò diminuisce la quantità di materiale attivo che può partecipare alle reazioni chimiche, riducendo le prestazioni della batteria e la sua durata. Questo fattore è inevitabile. Una batteria che raggiunge la fine della vita attraverso questa modalità di guasto ha raggiunto o superato la durata prevista. Limitare la profondità di scarica, ridurre il numero di cicli, operare a temperature moderate e controllare il sovraccarico sono misure preventive che tengono sotto controllo la corrosione delle piastre.

## Dry-out

"Dry-out" significa una perdita d'acqua per elettrolisi, che ha un forte impatto sulla durata e le prestazioni della batteria.

Le ragioni principali per l'asciugatura della batteria sono temperature eccessive e sovraccarico.

Con una maggiore tensione o corrente di carica, la velocità interna di ricombinazione del gas non è sufficiente a compensare la grande quantità di idrogeno e ossigeno generato. Ciò comporta una sovrappressione interna, che provoca l'apertura della valvola di sfogo. In un VRLA, l'elettrolita perso nell'ambiente non può essere recuperato, influenzando fortemente le prestazioni e la durata della batteria. Nel peggiore dei casi, potrebbe causare una fuga termica o addirittura un incendio o un'esplosione.



## Solfatazione

Nelle normali reazioni chimiche quando si scarica VRLA, i cristalli di solfato di piombo vengono depositati sulle piastre. In modalità di carica, vengono riconvertiti in materiali attivi. Se le batterie rimangono scariche o caricate solo parzialmente per un certo periodo, questi cristalli solfati di piombo si induriscono e non è possibile convertirli in piombo o biossido di piombo durante la carica. Ciò influisce fortemente sulle prestazioni, sulla durata e sulla capacità della batteria, quindi è importante caricare completamente le batterie dopo ogni scarica e seguire le istruzioni del produttore della batteria sulle impostazioni corrette della tensione di carica, poiché una tensione di carica leggermente inferiore a quella specificata potrebbe comunque causare questo problema.

# Manutenzione delle batterie

## 9.1. La batteria all'interno dell'UPS.

Le batterie di accumulatori stazionari rappresentano, nella maggior parte delle applicazioni, la riserva di energia più utilizzata abbinata agli UPS. Gli accumulatori hanno il compito di fornire corrente continua all'inverter quando manca l'alimentazione dal raddrizzatore in ingresso e sono una fonte di energia immediatamente disponibile che garantisce la continuità di alimentazione verso il carico da proteggere. La batteria è quindi un elemento fondamentale dell'UPS, perché senza energia di riserva l'UPS non può fornire una alimentazione di qualità senza interruzioni.

La tipologia di accumulatore maggiormente utilizzata per un UPS è quella al piombo acido la cui tecnica costruttiva è essenzialmente di due tipi:

- a vaso aperto;
- a vaso chiuso regolato con valvola.

## 9.2. La durata di vita attesa nominale delle batterie.

La **vita di progetto** di una batteria è quanto previsto dal produttore, sulla base delle scelte tecniche utilizzate per la costruzione delle batterie e in base alle condizioni di esercizio considerate "ideali" e quindi testate nei laboratori. La **vita di esercizio** invece tiene conto di tutti i fattori esterni e delle manutenzioni effettuate, oltre alla corretta messa in servizio iniziale che deve essere eseguita secondo le indicazioni del costruttore di batterie.

Le batterie hanno una durata che si riduce con il numero di scariche, ma soprattutto con l'aumento della temperatura di riferimento, indicata dal costruttore, compresa tra 20°C - 25°C. La durata di vita della batteria si dimezza ogni 10°C sopra il nominale.

Durante il normale utilizzo delle batterie, la capacità elettrica comincia a deteriorarsi fino al punto in cui il ripristino della carica diventa impossibile.

Questo è il sintomo che la batteria ha esaurito la vita utile. Il limite di vita attesa di una batteria è definita come il periodo di tempo dopo il quale la batteria, caricata regolar-

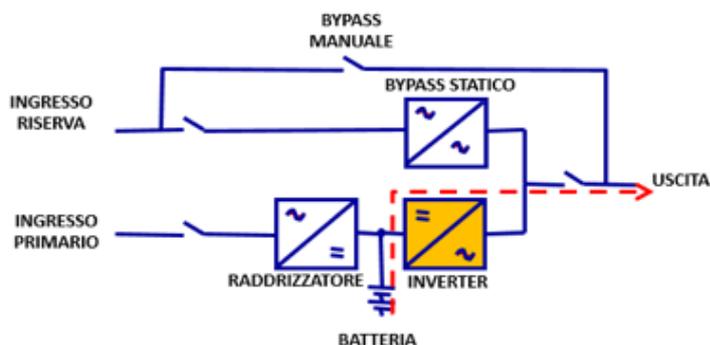


Fig. 20: Schema di un UPS a doppia conversione

mente e mantenuta a una temperatura controllata, riduce la sua capacità nominale iniziale all'80%.

Determinare quanto durerà la vita delle batterie può essere complesso perché spesso risulta difficile distinguere la "vita di progetto" dalla reale "vita di esercizio".

La specifica della durata nominale di una batteria stazionaria al piombo installata in un ambiente a 20-25°C è definita dalla Guida Eurobat:

- Standard Commercial ( 3-5 anni);
- General Purpose (6-9 anni);
- Long Life (10-12 anni);
- Very Long Life ( > 12 anni).

### 9.3. La durata di vita di esercizio.

La durata di esercizio di una batteria dipende in buona parte dalle condizioni di utilizzo e quindi è difficilmente valutabile senza una accurata manutenzione periodica con cui poter fare una analisi tendenziale della stessa. Diversamente dalla durata di vita nominale, la vita di esercizio non ha una vera e propria specifica.

I fattori che inficiano la durata di una batteria sono principalmente:

- scariche profonde;
- correnti e tensioni di carica (valori troppo elevati, ripple...);
- temperatura dell'ambiente di installazione (la vita attesa è inversamente proporzionale alla temperatura del locale dove è installata la batteria, maggiore la temperatura di esercizio, minore sarà la vita attesa). Normalmente si consiglia di installare l'UPS in un ambiente in cui la temperatura sia tra 15° e 25° C.
- numero di cicli di carica e scarica.

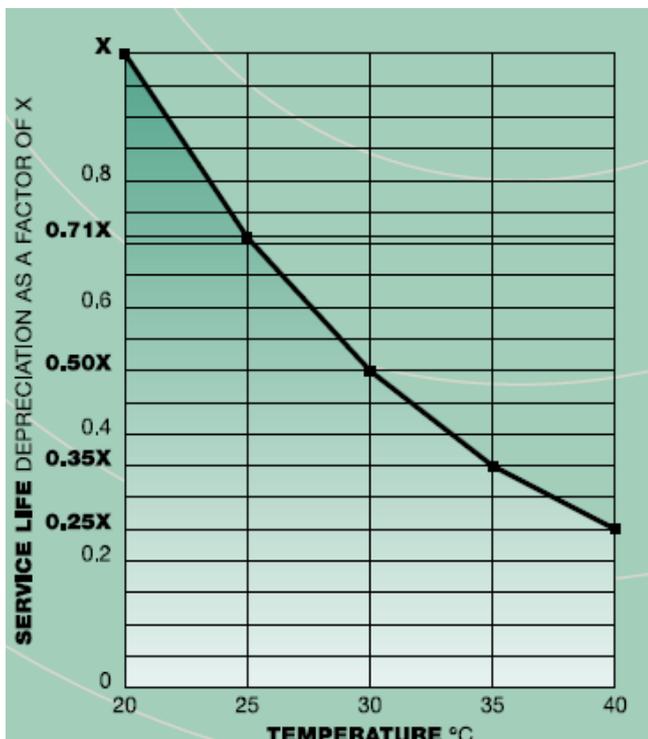


Fig. 21: Influenza della temperatura sulla vita delle batterie

Alcuni accorgimenti durante la fase di installazione aiutano a garantire una condizione di esercizio ottimale delle batterie. Il costruttore normalmente fornisce tutte le informazioni necessarie per una accurata installazione. Ne elenchiamo alcune:

- evitare di installare le batterie in prossimità di fonti di calore;
- non caricare le batterie in un contenitore ermeticamente chiuso;
- issare le batterie correttamente su eventuale scaffale o armadio;
- verificare che in funzionamento la differenza di temperatura tra i monoblocchi batterie sia minima; qualche grado centigrado può essere normale (la differenza deve rientrare entro i valori indicati dal costruttore delle batterie stesse);
- normalmente, se non specificato dal costruttore, è sconsigliabile l'utilizzo delle batterie in posizione diversa da quella indicata sui manuali;
- lasciare sufficientemente spazio tra le batterie al fine di consentire una corretta ventilazione;
- evitare la formazione di condensa sulle batterie.

Le batterie devono essere installate in un locale idoneo che tenga conto della ventilazione, della temperatura e del rischio di esplosioni, secondo le normative vigenti CEI EN.

### 9.4. Criteri di manutenzione.

La manutenzione delle batterie è fondamentale per assicurarne l'affidabilità. Infatti un buon livello di manutenzione e di verifica in sito permette di valutare le condizioni delle batterie e poter pianificare anticipatamente eventuali azioni correttive.

Le verifiche in sito sono, oltre che basate su misure elettriche, anche di tipo "meccanico" attraverso un controllo visivo dello stato dei monoblocchi batterie per eventuali presenze di perdite di acido e monoblocchi gonfi.

Un'altra verifica importante è il controllo delle connessioni elettriche per valutarne il corretto serraggio e pulizia.

Il test di scarica rimane per le batterie VRLA il metodo preferito per misurare la capacità della batteria e valutarne le condizioni. Il test di scarica batteria (da eseguire una o due volte l'anno secondo i consigli del costruttore) ha due funzioni principali:

- Trattare la batteria al piombo eseguendo una scarica oltre il 50% DOD (*Depth Of Discharge*) e poi una ricarica a fondo. Questo permette di limitare la disomogeneità sulle tensioni dei singoli monoblocchi e aiuta a mantenere la capacità pressoché uguale.
- Testare la bontà della batteria, la prova di scarica fino a valori superiori al 90% offre misurazione affidabile delle prestazioni della batteria, ma questo è valido solo al momento del test effettuato. E' possibile in alternativa effettuare un test di scarica parziale utilizzando il carico applicato al sistema

UPS. In base alla corrente di scarica e alla durata si deve scegliere la tensione limite di fine scarica del singolo monoblocco. Una volta raccolti questi dati con il carico disponibile interpolare i valori con le tabelle di scarica dei monoblocchi batterie. La capacità risultante deve essere >80% per definire una batterie ancora performante; mentre se i valori sono più bassi indicano una batteria a fine vita. Il calcolo della capacità deve essere fatto considerando anche il fattore temperatura.

Duty	Minimim end voltage
5 min ≤ t ≤ 1h	1.65V
1h ≤ t ≤ 5h	1.70V
5h ≤ t ≤ 8h	1.75v
8h ≤ t ≤ 20h	1.80v

Fig. 22: Tensione minima in funzione del tempo di scarica.

Temperature	Correction Factor
5°C	0.84
10°C	0.88
15°C	0.93
20°C	0.97
25°C	1.00
30°C	1.03
35°C	1.05
40°C	1.07

Fig. 23: Fattore di correzione della capacità nominale in funzione della t° C.

## 9.5. Monitoraggio delle batterie.

Le nuove tecnologie utilizzate e i software installati su alcune tipologie di UPS, consentono di effettuare dei test automatici in sicurezza per monitorare le prestazioni delle batterie connesse all'UPS.

Il sistema di monitoraggio installato sugli UPS non esclude la manutenzione, che deve essere eseguita sulle batterie, ma aiuta a prevedere il fine vita delle batterie stesse. I test eseguiti direttamente dall'UPS verificano la tensione di scarica con il carico applicato all'UPS valutandone la idoneità, dando un allarme in caso negativo se la tensione di batteria scende al di sotto di un valore prestabilito.

Un fattore che danneggia la batteria è la scarica con valori di carico troppo piccoli rispetto alla taglia della batteria stessa, oppure se viene scaricata in modo profondo; per evitare questo problema, due protezioni intervengono per spegnere l'UPS per salvaguardare la batteria stessa.

Un'altra possibilità è quella di installare sulle batterie un sistema di monitoraggio che misuri, oltre al valore di tensione e corrente, la resistenza interna di tutti i monoblocchi. Questa, infatti, aumenta man mano che la batteria

invecchia e perde capacità. Un sostanziale aumento della resistenza all'interno di una batteria è da considerarsi come sintomo del fine vita. Anche se apparentemente, la batteria funziona in modo appropriato, è consigliabile ove possibile, monitorarla quotidianamente per valutarne l'effettivo stato. Attraverso il controllo di tutti i parametri critici come: tensione, corrente, resistenza interna, storico delle scariche e la temperatura, si possono avere informazioni utili per prevenire eventuali problemi, evitando così di dover sostituire prematuramente le batterie.

### 1) Stoccaggio delle batterie.

Lo stoccaggio delle batterie ha una incidenza importante sulla vita della stessa, è importante infatti che vengano rispettate le temperature di stoccaggio oltre che l'eventuale ricarica dopo un determinato periodo, normalmente ogni 3/6 mesi.

### 2) Smaltimento delle batterie.

Le batterie di accumulatori al piombo una volta che hanno raggiunto la loro fine vita devono essere sostituite con delle nuove batterie. Lo smaltimento di quelle esauste deve essere effettuato come rifiuto secondo il DLgs 152/06 e successive modifiche e integrazioni. Il simbolo del cassonetto barrato, applicato sui monoblocchi delle batterie ricorda all'utilizzatore e al manutentore che le batterie non devono essere confuse con i rifiuti comuni, ma devono essere riciclate. Per ulteriori approfondimenti consulta il Cap. 11 della presente Guida.



### 3) Conclusioni.

La batteria associata ad un UPS è la fonte di energia che deve essere immediatamente disponibile per garantire la qualità e la continuità di alimentazione al carico. Nel caso di assenza rete di alimentazione a monte dell'UPS anche un solo monoblocco di batteria guasto può compromettere il funzionamento del sistema UPS compromettendo la necessaria protezione al carico a valle.

Come visto nei paragrafi precedenti le caratteristiche delle batterie possono essere mantenute in condizioni ottimali controllando le condizioni di esercizio ed effettuando una corretta manutenzione. In aggiunta a questi controlli periodici, per una migliore determinazione delle performance, si possono installare dei sistemi di monitoraggio connessi alla batteria che monitorano costantemente i singoli monoblocchi evidenziando anticipatamente eventuali monoblocchi difettosi o guasti, per una rapida sostituzione.

# Accumulatori al piombo: sostanze assorbenti e neutralizzanti

*Il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare n. 20 del 24 gennaio 2011, pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 24 marzo 2011 e in vigore dal 29 marzo 2011, prevede l'obbligo che gli impianti dove sia realizzato stoccaggio, ricarica, manutenzione, deposito e sostituzione degli accumulatori al piombo si dotino di idonei quantitativi di sostanze assorbenti e neutralizzanti da utilizzare nei casi di fuoriuscita della soluzione acida contenuta negli accumulatori stessi. Il decreto è stato emesso di concerto con il Ministero dello Sviluppo Economico, il Ministero della Salute e il Ministero dell'Interno.*

Il riferimento di partenza è il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale", il quale traccia le linee guida da seguire al fine di prevenire l'inquinamento del suolo, del sottosuolo e di evitare danni alla salute e all'ambiente derivanti dalla fuoriuscita di acido negli accumulatori al piombo.

Il Decreto 20 costituisce quindi la raccolta di norme tecniche e il regolamento applicativo che rendono esecutivi i principi guida già espressi nel Decreto 152, "al fine di fornire certezze comportamentali agli operatori del settore nonché alle autorità deputate al controllo".

Stabilito che la prevenzione dei danni sopra citati è assicurabile mediante l'utilizzo di opportune sostanze assorbenti/neutralizzanti, il Decreto 20 stabilisce, in base alle diverse tipologie di utilizzo o movimentazione, dei quantitativi minimi di prodotto che devono essere presenti in prossimità delle batterie al piombo.

Il materiale utilizzato deve essere preventivamente testato da Università e/o istituti specializzati come ISPESL e nella certificazione di rispondenza funzionale che accompagna il prodotto deve essere espressamente indicato il quantitativo occorrente per il completo assorbimento e la perfetta neutralizzazione di un litro di soluzione acida, considerando la densità caratteristica dell'elettrolita presente in una batteria carica. Sono stabilite le stesse quantità anche per batterie al gel, in quanto lo stato liquido o

gelatinoso dell'elettrolita non varia la percentuale di acido solforico presente, a parità di capacità dell'accumulatore. La confezione deve contenere la scheda tecnica della sostanza neutralizzante e la data di scadenza, oltre la quale il prodotto non è più ritenuto pienamente efficace, deve essere riportata in maniera indelebile su ciascun contenitore. Le sostanze neutralizzanti sono prodotti inerti disponibili in polvere o in gel e agiscono eliminando l'acidità dell'acido solforico, inibendone quindi la pericolosità. Così neutralizzato, l'acido sversato può essere infine smaltito come rifiuto speciale non tossico. I prodotti commercializzati includono di norma le procedure di utilizzo, guanti antiacido, calze assorbenti e assorbitori che vanno stesi sulla fuoriuscita di liquido, sacchi per lo smaltimento del rifiuto e una cartina tornasole che permettere all'operatore la verifica dell'acidità residua del materiale di risulta.

Ai fini del calcolo della sostanza neutralizzante necessaria in una determinata installazione o deposito occorre conoscere il quantitativo di soluzione acida contenuto in ciascun elemento, che può essere reperito nella apposita dichiarazione del fabbricante.

A titolo esemplificativo la seguente tabella riporta il volume di soluzione acida corrispondente a sistemi di accumulatori di varia capacità, ricavata dalla media comunicata dai fabbricanti.

Capacità batteria (Ah)	Soluzione contenuta in 2 elementi (litri)
Fino a 200	10
Fino a 500	25
Fino a 1000	40
Fino a 1500	50
Fino a 2500	90
Fino a 4000	140
Fino a 6500	180
Fino a 8000	220
Fino a 10000	260
Fino a 12000	300

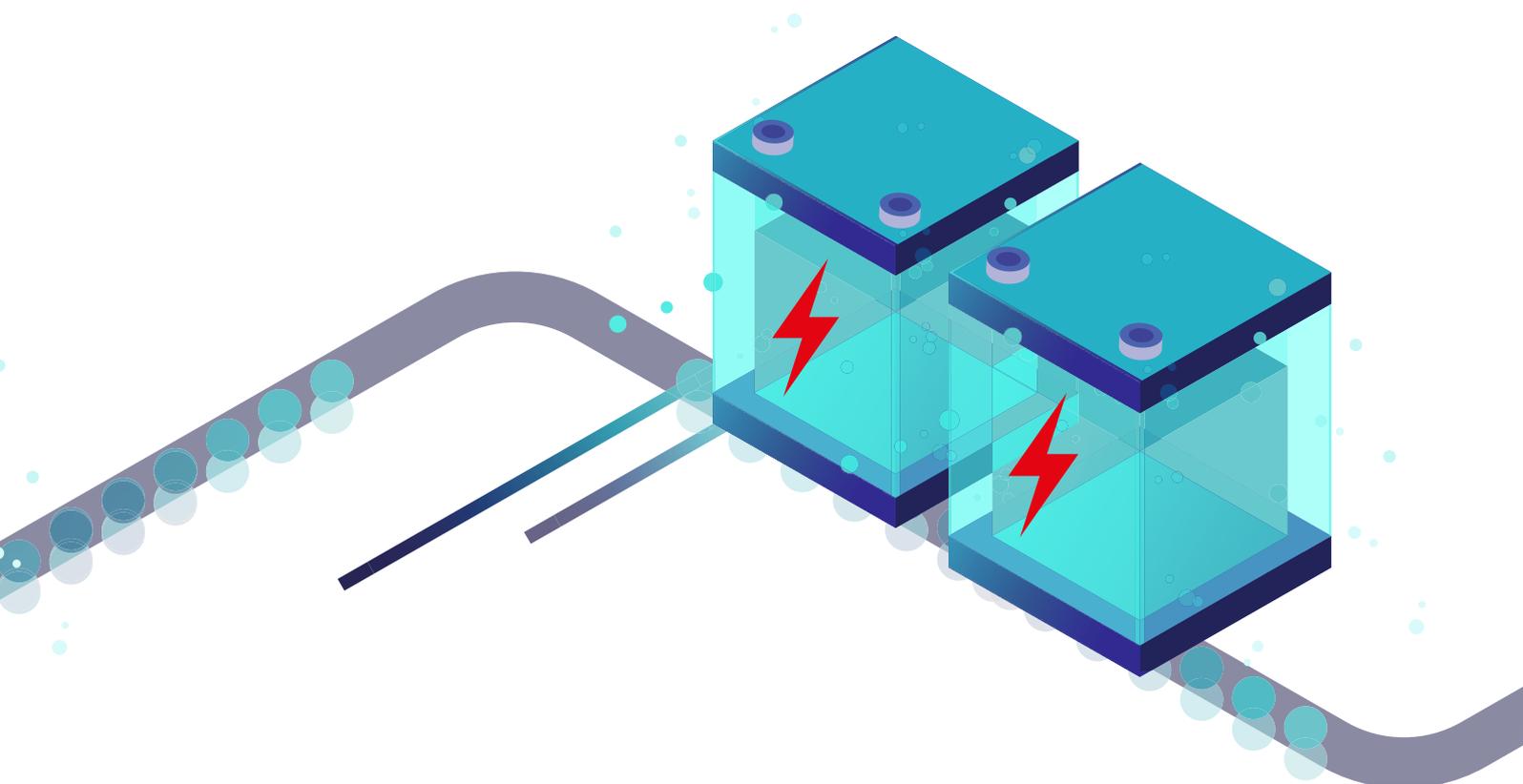
Fig. 24: Volume di soluzione acida corrispondente a sistemi di accumulatori di varia capacità

Di seguito sono riportate delle tabelle riassuntive in base alle differenti categorie soggette all'obbligo e i quantitativi di prodotto assorbente/neutralizzante di cui devono dotarsi le aziende che usano o movimentano accumulatori al piombo.

Per praticità di consultazione le categorie sono separate in 4 aree di utilizzo; nel caso in cui un'azienda ricada in più di una categoria il quantitativo di materiale di cui dotarsi dovrà essere la somma dei singoli quantitativi.

Tipologia di utilizzo	Caratteristiche	Luoghi di posizionamento soggetti alla norma	Quantità materiale assorbente/neutralizzante
BATTERIE STAZIONARIE	ELEMENTI FISSI	Tutti gli ambienti destinati a contenere stabilmente concentrazioni di accumulatori al piombo acido (come le sale batterie).	Per ciascuna batteria installata è necessaria una quantità sufficiente ad estinguere completamente tutto l'elettrolito contenuto in almeno due degli elementi componenti la batteria.
	ELEMENTI PORTATILI	Tutti i locali destinati allo stoccaggio, alla ricarica, alla manutenzione e più in generale alla movimentazione di contenitori portatili di elementi al piombo acido.	Ogni trenta batterie in dotazione all'impianto è necessaria una quantità sufficiente ad estinguere tutta la soluzione acida contenuta nella "batteria portatile" di maggior capacità.

Fig. 25: Quantitativi di prodotto assorbente/neutralizzante necessario per batterie stazionarie



Tipologia di utilizzo	Caratteristiche	Luoghi di posizionamento soggetti alla norma	Quantità materiale assorbente/neutralizzante
<b>BATTERIE A TRAZIONE</b> Sono gli accumulatori installati a bordo dei mezzi azionati da motori elettrici con tensione di esercizio variabile da 12 a 80 V, come i carrelli elevatori e trasportatori, transelevatori, trasportatori a pianale con operatore e bordo o operanti su banda magnetica, trattori, bus, auto, ecc	<b>STAZIONI DI RICARICA</b>	Tutte le aree destinate al ripristino dell'efficienza delle batterie scariche e dove sono pertanto dislocati gli apparecchi deputati ad espletare la funzione di ricarica (Raddrizzatori).	Fino a 5 batterie: 50% dell'elettrolito presente nella batteria di maggiore contenuto acido.
			Fino a 20 batterie: 100% dell'elettrolito presente nella batteria di maggiore contenuto acido.
			Oltre 20 batterie: 200% dell'elettrolito presente nella batteria di maggiore contenuto acido. <b>Nota:</b> In tutte quelle aree ove siano previste, oltre alla ricarica, anche le operazioni di sostituzione di batterie esaurite (a mezzo paranchi, carri o rulli, carrelli elevatori ecc.) i quantitativi suddetti devono intendersi raddoppiati.
	<b>BATTERIE CIRCOLANTI ALL'INTERNO DI AREE PRIVATE</b>	Circolazione di mezzi a trazione elettrica utilizzati per il trasporto di cose o persone e per il sollevamento di carichi all'interno di aree portuali, aeroportuali, stabilimenti industriali, grandi magazzini.	Se non troppo difficili da raggiungere si considera sufficiente la dotazione di sostanza assorbente e neutralizzante stabilita per le postazioni di ricarica delle batterie.
	<b>BATTERIE CIRCOLANTI SUL SUOLO PUBBLICO</b>	Veicoli per il trasporto pubblico a trazione elettrica impiegati nelle città e nei Comuni.	Presenza consigliata ma senza indicazioni di quantitativi minimi.

Fig. 26: Quantitativi di prodotto assorbente/neutralizzante necessario per batterie a trazione

Tipologia di utilizzo	Caratteristiche	Luoghi di posizionamento soggetti alla norma	Quantità materiale assorbente/neutralizzante
<b>BATTERIE DI AVVIAMENTO</b> Batterie di autoveicoli, autocarri, motoveicoli, ecc. che non svolgono funzione di trazione ma solo di avviamento.	<b>DEPOSITI PER LA VENDITA ALL'INGROSSO</b>	Agenzie di rappresentanza in genere.	Quantità necessaria per estinguere completamente 200 litri d soluzione acida.
	<b>DEPOSITI PER LA VENDITA AL DETTAGLIO</b>	Ricambisti, concessionarie auto e moto.	Quantità necessaria per estinguere completamente 100 litri d soluzione acida.
	<b>ESERCIZI PER LA RICARICA E LA SOSTITUZIONE</b>	Officine.	Quantità necessaria per estinguere completamente 25 litri d soluzione acida.

Fig. 27: Quantitativi di prodotto assorbente/neutralizzante necessario per batterie di avviamento

Tipologia di utilizzo	Caratteristiche	Luoghi di posizionamento soggetti alla norma	Quantità materiale assorbente/neutralizzante
FABBRICHE DI ACCUMULATORI	FABBRICHE DI ELEMENTI AL PIOMBO		Quantità correlata con i quantitativi di elettrolito complessivamente movimentati all'intero ciclo giornaliero di produzione.
CONSORZI NAZIONALI PER LA RACCOLTA E IL TRATTAMENTO DELLE BATTERIE AL PIOMBO ESAUSTE E PER I RIFIUTI PIOMBOSI	CENTRI DI RACCOLTA	Isole ecologiche, depositi dei fabbricanti, depositi consorzi.	Quantità necessaria per neutralizzare il 5% del volume complessivo di soluzione acida mediamente movimentato nell'arco della giornata lavorativa.
TRASPORTO BATTERIE	AUTOMEZZI	Automezzi adibiti al trasporto delle batterie al piombo riempite con elettrolito o di recipienti contenenti acido solforico.	Quantità necessaria per neutralizzare il 10% della soluzione acida trasportate. Viene peraltro fissato un quantitativo massimo di sostanza prescritta, corrispondente alla neutralizzazione di 50 litri di elettrolito.

Fig. 28: Quantitativi di prodotto assorbente/neutralizzante necessario per altre tipologie di utilizzo

# Fine vita delle batterie

*La gestione delle batterie che hanno terminato la loro vita utile è regolata sul territorio comunitario dalla Direttiva 2006/66/CE.*

Il legislatore europeo, tramite tale direttiva, ha inteso normare l'immissione sul mercato di pile e accumulatori e le successive fasi di raccolta, trasporto e smaltimento una volta che queste siano divenute rifiuti. Il disposto comunitario, recepito ed attuato dagli Stati della UE, prevede infatti che ogni Stato membro stabilisca un sistema di raccolta e gestione delle pile e accumulatori giunti a fine vita, responsabilizzando il soggetto produttore affinché si faccia carico degli oneri derivanti dal recupero e del trattamento dei prodotti da lui immessi sul mercato.

A livello italiano il **Decreto Legislativo n.188 del 20 novembre 2008** ha recepito nell'ordinamento nazionale la Direttiva Europea 2006/66/CE istituendo e disciplinando il funzionamento del sistema nazionale di gestione dei rifiuti di pile e accumulatori.

Tale sistema prevede che chiunque si identifichi come produttore della batteria sia tenuto ad iscriversi al Registro nazionale (<https://www.registropile.it/>), dichiarando tipologia e quantitativi di pile e accumulatori immessi sul mercato nazionale ed indicando la modalità di adempimento finanziario dei propri obblighi (sistema collettivo o individuale).

In proposito è necessario precisare che ai fini del D.lgs. 188/08 si identifica come **produttore** "chiunque immetta sul mercato nazionale per la prima volta a titolo professionale pile o accumulatori, compresi quelli incorporati in apparecchi o veicoli, a prescindere dalla tecnica di vendita utilizzata, comprese le tecniche di comunicazione a distanza [...]". Per immissione sul mercato si intende la fornitura o la messa a disposizione, a titolo oneroso o gratuito, in favore di terzi all'interno del territorio della comunità, compresa l'importazione nel territorio doganale della comunità.

Sempre tramite il D.lgs. 188/2008 è inoltre istituito il **Centro di Coordinamento Nazionale Pile e Accumulatori (CDCNPA)**, che ha il compito di ottimizzare le attività di raccolta, garantire omogenee e uniformi condizioni operative al fine di incrementare le percentuali di raccolta e di riciclaggio dei rifiuti di pile e accumulatori, coordinando l'operatività dei sistemi collettivi ed individuali ad esso aderenti.

Attraverso il portale del CDCNPA è possibile consultare l'e-

lenco dei sistemi di adempimento finanziario e gestionale dei produttori di pile e accumulatori, attualmente suddivisi in 16 Sistemi Collettivi e 2 Sistemi Individuali.

Le batterie oggetto della presente guida, ed utilizzate all'interno degli UPS, risultano classificabili ai sensi della direttiva europea e del D.lgs. 188/2008 come **pile o accumulatori industriali**, ovvero "pile o gli accumulatori progettati esclusivamente a uso industriale o professionale, o utilizzati in qualsiasi tipo di veicoli elettrici".



Il servizio di ritiro e raccolta degli accumulatori industriali viene quindi svolto dai Sistemi Collettivi o Individuali dei produttori presso quei soggetti che detengono il rifiuto, ad esempio officine meccaniche, autoricambi, elettrauto, grandi utenti (centrali elettriche, ospedali, aeroporti, etc.). Il D.lgs. 188/2008 prevede comunque che l'attività di raccolta di pile e accumulatori industriali possa essere svolta anche da terzi indipendenti, a condizione però che ciò avvenga senza oneri aggiuntivi per il detentore del rifiuto o per l'utilizzatore finale e nel rispetto della vigente normativa in materia di rifiuti.

Il servizio di raccolta delle batterie industriali è previsto per tutte le tipologie previste dal D.lgs. 188/2008 e, in particolare, per batterie al Piombo (Pb), Nichel-Cadmio

(Ni-Cd), Nichel-idruri Metallici (Ni-Mh), Litio (Li). Il detentore del rifiuto, che richiede il servizio di raccolta, dovrà rendere il rifiuto pronto al carico da parte dell'azienda di raccolta che opera il servizio per conto del sistema individuale o collettivo e garantire che l'entità del carico sia conforme a quella dichiarata nella richiesta di ritiro.

In fase di smaltimento il detentore del rifiuto di pile e accumulatori industriali, dopo aver preso contatto con il soggetto designato per il trasporto, dovrà inoltre adempiere alle consuete procedure gestionali previste per i rifiuti speciali sia in materia di classificazione (Codice CER), sia documentali (**FIR – Formulario Identificativo dei Rifiuti, Registro carico e scarico**).

A titolo meramente informativo e non esaustivo di seguito vengono indicati alcuni dei **Codici CER** – Catalogo Europeo dei Rifiuti – più frequentemente utilizzati per lo smaltimento dei rifiuti di pile e accumulatori utilizzati all'interno dei gruppi statici di continuità.

Tale indicazione non esonera comunque il produttore del rifiuto, in quanto unico soggetto a conoscenza del processo che ha originato il rifiuto, dall'obbligo di individuazione e corretta classificazione del codice CER più adeguato tra quelli indicati all'Allegato D – Parte IV del D.lgs. 152/2006.

Codice CER	Tipologia di batterie e accumulatori
16.06.01*	Batterie al piombo
16.06.02*	Batterie al nichel-cadmio
16.06.05	Altre batterie e accumulatori

Fig. 29: tabella Codici CER più utilizzati per lo smaltimento dei rifiuti di pile e accumulatori



Federazione ANIE

**ANIE Automazione**

Viale Lancetti, 43 - 20158 Milano

Tel. 02 3264.252 - Fax 02 3264.212

[www.anieautomazione.it](http://www.anieautomazione.it) - [www.anie.it](http://www.anie.it)

[anieautomazione@anie.it](mailto:anieautomazione@anie.it) - [@ANIEAutomazione](https://twitter.com/ANIEAutomazione)