

## CAPITOLO II

### TIPi DI ACCUMULATORI

#### Generalità

Secondo la natura elettrochimica delle sostanze reagenti si hanno i seguenti tipi di accumulatori:

a) accumulatori al piombo (ad elettrolito acido);

b) accumulatori al nichel.

Sotto quest'ultima denominazione si distinguono diversi tipi aventi gli elettrodi positivi contenenti idrossido di nichel, ossia:

— accumulatori al cadmio-nichel;

— accumulatori al ferro-nichel;

c) accumulatori all'argento.

Sotto questa denominazione si distinguono due tipi diversi aventi gli elettrodi positivi contenenti ossido d'argento, ossia:

— accumulatori allo zinco-argento;

— accumulatori al cadmio-argento.

Le categorie b e c sono ad elettrolito alcalino.

In dipendenza delle funzioni a cui sono destinati, si distinguono per speciali caratteristiche i seguenti tipi:

— accumulatori per avviamento;

— accumulatori stazionari;

— accumulatori per trazione;

— accumulatori portatili.

#### Accumulatori al piombo

A causa di un favorevole complesso di proprietà, l'accumulatore al piombo continua a mantenere la sua posizione di preminenza tra gli altri sistemi.

Può sembrare che pochi cambiamenti siano avvenuti dal tempo della scoperta di PLANTÉ nel 1859, dopo gli sviluppi introdotti da FAURE nel 1881 con le piastre a masse attive riportate; in realtà, il progresso non è ridotto a soli dettagli costruttivi. È stato condotto un notevole lavoro sperimentale inteso ad una maggiore conoscenza del comportamento degli elettrodi durante le fasi di esercizio <sup>(1)</sup> e gran parte dei risultati di tali studi è stata applicata alla tecnologia di produzione.

#### a) Supporti delle materie attive.

Per ragioni elettrochimiche e tecnologiche, le leghe di piombo sono le sole di pratico impiego per la fabbricazione di griglie destinate a sostenere le materie attive ed a fungere da collettori di corrente. Il problema della resistenza della griglia positiva, data la sua importanza per la durata dell'accumulatore, è stato ed è tuttora oggetto di ricerche.

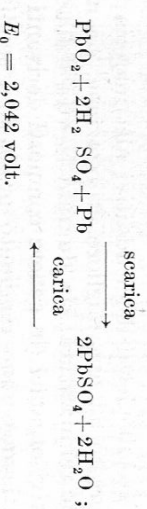
Tali leghe di piombo devono possedere doti di colabilità in getti sottili, oltre ad una sufficiente resistenza alla corrosione anodica ed allo scorrimento tra i cristalli della lega, provocato dall'ossidazione anodica e dall'aumento di volume delle materie attive.

Si è cercato di eliminare o ridurre al minimo il componente finora più usato per tali leghe: l'antimonio che, migrando agli elettrodi negativi, causa azioni locali di autoscarica.

Per accumulatori nei quali la conservazione della carica a circuito aperto è requisito fondamentale (ad es. impianti per telecomunicazioni e segnalazioni), sono state studiate leghe di piombo e metalli alcalino terrosi.

La maggior parte delle griglie è tuttora costituita da leghe antimoniali ipoeutectiche ( $2 \div 11\%$ ); nei casi in cui siano richiesti maggiori requisiti di resistenza, vengono aggiunti a tali leghe, in quantitativi inferiori all'1%, arsenico e stagno.

<sup>(1)</sup> La reazione proposta da GLADSTONE e TURBE nel 1883 è confermata anche dai recenti studi (BROCK e WYNN JONES, 1954) e si può indicare:



Tale reazione è illustrata nelle figg. 1-2.

### b) Materie attive.

Lo studio cristallografico del biossido di piombo negli elettrodi positivi, ha consentito l'interpretazione dei fenomeni di formazione in ausilio alla tecnologia di fabbricazione.

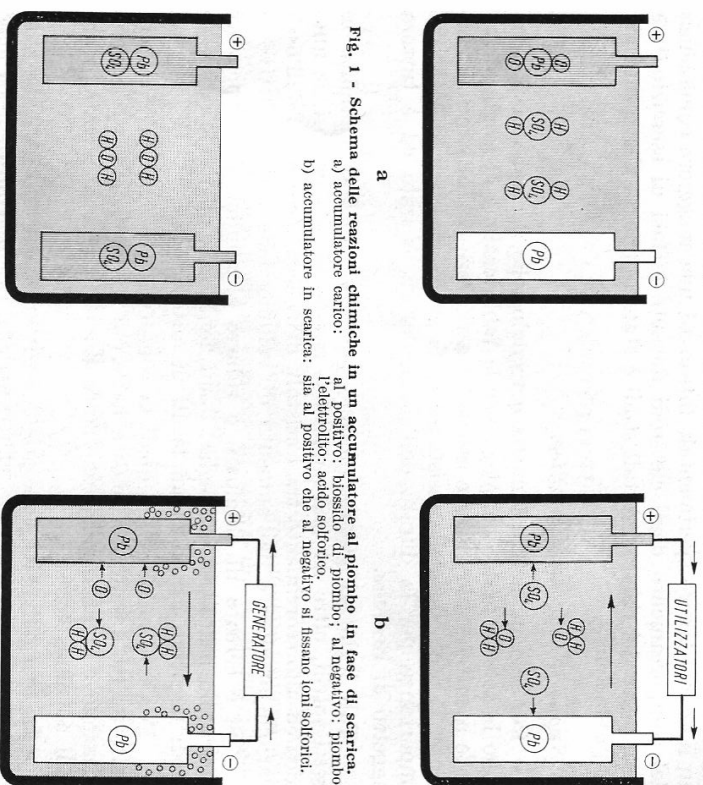


Fig. 1 - Schema delle reazioni chimiche in un accumulatore al piombo in fase di scarica.  
a) accumulatore scarico;  
b) accumulatore in carica; sia al positivo che al negativo si fissano ioni solforici.

Fig. 2 - Schema delle reazioni chimiche in un accumulatore al piombo in fase di carica.  
c) accumulatore scarico;  
d) accumulatore in carica; al positivo ed al negativo si ha solido di piombo, l'elettrolito è acqua. l'elettrolito ristabilisce al positivo il biossido di piombo per (ossidazione) ed al negativo: piombo (per riduzione)

Le ricerche sull'effetto degli additivi alla materia attiva negativa hanno portato ad una migliore utilizzazione, sia nelle scariche rapide a bassa temperatura, sia durante la vita dell'accumulatore. Con additivi organici (in genere composti derivanti da sostanze contenute nel legno), sono raggiunte prestazioni soddisfacenti, anche sotto scariche rapide, con elettrolito a  $-40^{\circ}\text{C}$ .

### c) Separatori.

Per diminuire l'ingombro e migliorare le caratteristiche di scarica rapida, occorre avvicinare gli elettrodi al massimo. Per impedire il contatto metallico ed il passaggio di particelle di materiale elettrodico, pur consentendo il flusso ionico e la circolazione di elettrolito, si interpongono diaframmi di adatto materiale poroso resistente all'ossidazione.

L'impiego di speciali qualità di legno è stato sostituito dall'uso di agglomerati microporosi dai requisiti voluti di durezza, di minima resistenza elettrica e di costo.

I materiali più usati sono:

- fibre cellulosiche protette con resine fenoliche e viniliche;
- cloruro di polivinile;
- polietilene.

## ELETTROLITI PER GLI ACCUMULATORI

### *Elettrolito per gli accumulatori al piombo*

Negli accumulatori al piombo l'elettrolito è costituito da una soluzione di acido solforico in acqua.

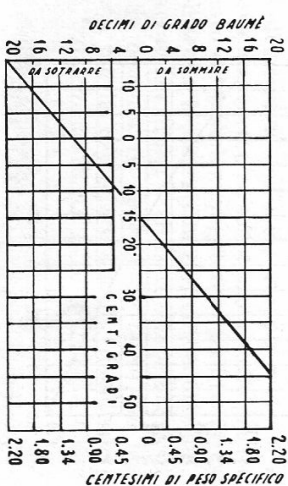


Fig. 4 - Correzioni da apportare alla misura della densità per raggiuagliarla alla temperatura di 15 °C.

Il peso specifico va misurato esprimendolo come rapporto:  

$$\frac{\text{peso di 1 dm}^3 \text{ di elettrolito}}{\text{peso di 1 dm}^3 \text{ di acqua}} = \text{peso specifico (a 15 °C)}.$$

Si fissa la temperatura di 15 °C; infatti con la temperatura varia la densità della soluzione. Il diagramma riportato nella fig. 4 dà le correzioni da apportare alla densità per raggiuagliarla a quella a 15 °C, qui presa come riferimento.

Per un calcolo approssimato si adotta un coefficiente di correzione di + 6 millesimi per ogni + 10 °C di scostamento della temperatura da 15 °C (vale per densità intorno a 1,270).

*Esempio.* — Il termometro immerso nell'elettrolito di uno degli elementi interni della batteria segna una temperatura di 35 °C. Lo scostamento da 15 °C è di 20 °C. Il densimetro segna una densità di 1,250.

Questa densità riportata a 15 °C sarà  $1,250 + 2 \cdot 6 = 1,262$ .

La densità viene spesso indicata in gradi Baumé. Tale misura è però meno razionale di quella del peso specifico e va abbandonata.

Il diagramma della fig. 5 dà il confronto tra il peso specifico ed i gradi Baumé di una stessa soluzione (quest'ultima misura è ormai in disuso).

I diversi tipi di batterie abbisognano di densità particolari. Tenere sempre presente che la densità influisce in modo determinante sul funzionamento della batteria.

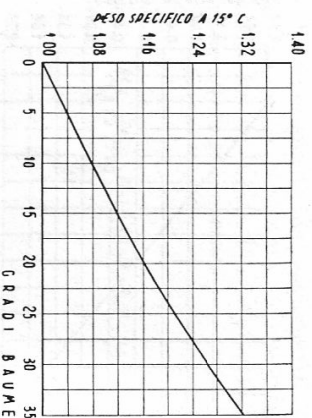


Fig. 5 - Confronto tra peso specifico e gradi Baumé.

Il diagramma della fig. 6 indica gli amperora teoricamente erogabili da un accumulatore per ogni litro di acido alla densità prescritta. In pratica, per limitazioni alla diffusione dell'acido, non si raggiungono questi valori, ma il 70% circa.

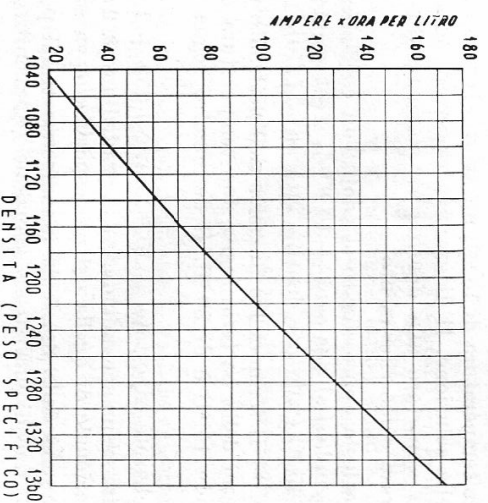


Fig. 6 - Amperora teoricamente erogabili da un accumulatore per ogni litro di acido.

Un aumento di densità danneggia le piastre (specie le negative) e i separatori, riducendo così la vita delle batterie.

### Temperatura dell'elettrolito

La temperatura dell'elettrolito non deve mai superare i 55 °C. L'azione distruttiva dell'acido troppo caldo si esplica in vari modi: favorisce una eccessiva solfatazione delle piastre negative, con danneggiamento del piombo spugnoso e perdita di capacità. L'evaporazione dell'acqua è più rapida e si richiedono più frequenti rabbocchi. Il diagramma di fig. 7 ci dà la temperatura di congelamento dell'acido delle batterie. Si vede che è tanto più facile che questo congeli quanto più la batteria è scarica, d'onde le precauzioni da prendere per batterie destinate a funzionare a basse temperature.

### Preparazione dell'acido diluito

Generalmente si trova già in commercio acido solforico « per accumulatori » alla densità richiesta ed avente i requisiti di purezza necessari per il buon funzionamento degli accumulatori (requisiti di purezza specificati dalle norme C.E.I. Fasc. 21-1 e 21-3 (Accumulatori al piombo). La densità è riferita a 25°C.

Le impurità più probabili e dannose sono ferro, cloro, nitrati ed ammoniaca, acido acetico e sostanze organiche.

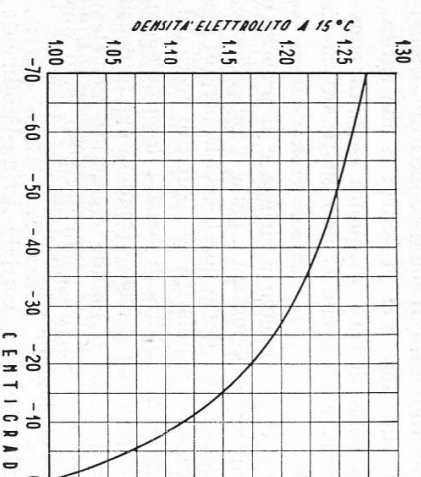


Fig. 7 - Temperatura di congelamento dell'acido nelle batterie.



Partendo invece dall'acido concentrato si procede come segue: versare lentamente, con attenzione, l'acido nell'acqua, mai l'acqua nell'acido. Infatti essendo la reazione fortemente esotermica, si avrebbero pericolosi spruzzi di acido.

Per la diluizione, la concentrazione ed il travaso si devono solo usare recipienti di vetro, materiali ceramici, piombo o materie plastiche resistenti all'acido.

Non usare mai metalli diversi dal piombo.

Avendo a disposizione acido concentrato (acido al 96% = 66° Baumé) le proporzioni per fare la miscela (volumi) sono indicate nella tabella II.

TABELLA II

Acqua distillata	cm <sup>3</sup>	820	800	780	760	740	720
Acido concentrato	cm <sup>3</sup>	180	200	220	240	260	280
Densità risultante	g/l	1 200	1 220	1 240	1 270	1 285	1 305
Gradi Baumé	Bé	24	26	28	30	32	34

#### Misura della densità dell'elettrolito per accumulatori al piombo

La misura della densità dell'elettrolito è il più importante controllo dello stato di carica su una batteria di accumulatori al piombo. Ci indica pure lo stato di solfatazione irreversibile, se si riscontra una densità inferiore alla prescritta a fine carica.

La misura della densità va quindi eseguita convenientemente ed accuratamente, misura che si può effettuare mediante i densimetri (figg. 8-9).

Si introduce il densimetro a siringa e si preleva una quantità di elettrolito sufficiente a portare a galla il galleggiante. Fare attenzione che la sommità di questo non tocchi la pera di gomma, oppure non resti attaccato per capillarità alle pareti di vetro del galleggiante.

Se si deve fare una misura di densità dopo un'aggiunta di acqua distillata o di altro acido si deve attendere che la densità sia diventata omogenea in tutto il liquido contenuto nell'elemento. Il che avviene in mezz'ora circa con acido a riposo, e in qualche minuto se l'acido è in « ebollizione ».

L'acido delle batterie corrode irrimediabilmente tessuti che non siano di lana pura.

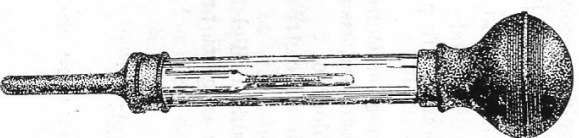


Fig. 8 - Densimetro a siringa.

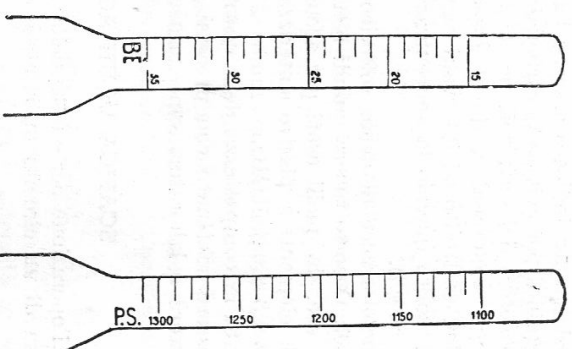


Fig. 9 - Scale del densimetro tante in gradi Baumé e in peso specifico.

Si stanno ora diffondendo per il personale addetto alle batterie, tute e vestaglie di fibre sintetiche (Mowl, Dynel) che resistono molto bene agli acidi.

#### Elettrolito per accumulatori alcalini

L'elettrolito per accumulatori alcalini (piastre a tasche o tubolari) è costituito da soluzione di potassa caustica (idrossido di potassio — KOH) a densità  $d = 1,2$  corrispondenti ad un contenuto del 20% in peso. Tale densità non varia in modo sensibile nelle fasi di carica e scarica. La misura della densità non è quindi un indice dello stato di carica, come per gli accumulatori al piombo.

Le impurità ammesse in tale soluzione sono riportate nelle Norme CEI n. 21-4 (Accumulatori alcalini). Tra le più dannose e probabili citiamo solfati e cloruri.

L'elettrolito di primo riempimento contiene una percentuale di idrossido di litio (Li OH) (circa 50 g/l).

## CAPITOLO III

### ACCUMULATORI PER AVVIAMENTO DI AUTOVEICOLI

#### Generalità

Batterie per avviamento vengono chiamati i tipi di accumulatori al piombo che trovano la loro principale applicazione sugli autoveicoli per i servizi combinati di avviamento e di accensione dei motori a combustione interna, nonché per l'illuminazione ed i servizi ausiliari.

Devono essere quindi costruiti in vista dei suddetti servizi che comportano robustezza meccanica, erogazione di forti intensità, affidabilità al funzionamento in condizioni termicamente sfavorevoli.

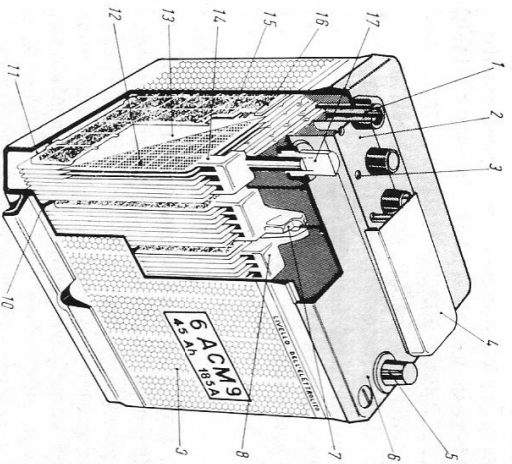


Fig. 11 - Batteria a 12 V per autoveicoli.

- 1 - Condotto di primo riempimento
- 2 - Vaschetta di rubinetto
- 3 - Porti di rubinetto
- 4 - Coperchietto
- 5 - Polo negativo
- 6 - Monocoperchio
- 7 - Connessione
- 8 - Ponticello collegamento piastre
- 9 - Monoblocco
- 10 - Setto divisorio
- 11 - Nervatura di sostegno
- 12 - Materia attiva positiva
- 13 - Separatore
- 14 - Piastra positiva
- 15 - Materia attiva negativa
- 16 - Piastra negativa
- 17 - Polo positivo

Le batterie per i servizi di avviamento, accensione e illuminazione degli autoveicoli, sono costituite da una serie di elementi riuniti in un recipiente, che generalmente è un « monoblocco » di ebanite, od altra materia plastica, con particolari doti di resistenza all'urto ed al calore.

Queste batterie sono costruite in modo da fornire scariche rapide ad alta intensità.

Ogni elemento è costituito da due elettrodi di polarità opposta, immersi nell'elettrolito.

Gli elettrodi consistono di un gruppo di piastre, costituite da griglie di lega piombo-antimonio, sulle quali è pressata la materia attiva che, sulle piastre positive è biossido di piombo, su quelle negative è piombo spugnoso.

L'elettrolito è una soluzione acquosa di acido solforico (densità = 1,28).

Le piastre sono distanziate da separatori, di materiale sintetico microporoso, che consentono il passaggio della corrente nell'elettrolito, ma impediscono il contatto fra le piastre di polarità opposta.

Le batterie per servizio pesante, cioè per autoveicoli industriali e trattori, sono abbondantemente dimensionate per quanto riguarda le sezioni dei collegamenti e la robustezza meccanica. Ciò consente un servizio più efficiente in condizioni gravose di funzionamento.

Nel nuovo tipo di batterie monocoperchio a connessioni « intercell » il coperchio è costituito da un solo pezzo; ciò consente di disporre di una superficie superiore liscia, di facile pulizia, evitando dispersioni elettriche e corrosioni su connessioni e morsetti. In questi nuovi tipi di batterie i collegamenti fra le celle avvengono direttamente attraverso i setti di due elementi contigui, il che riduce sensibilmente le cadute di tensione durante la scarica, facilitando l'avviamento a freddo.

La capacità di una batteria è misurata in amperora (Ah), prodotto dell'intensità della corrente di scarica misurata in ampère (A), per il tempo, misura in ore (h).

Per le batterie d'avviamento, le norme italiane (CEI) ed internazionali valutano la capacità della scarica in 20 ore. Si considera terminata la scarica quando la tensione è scesa ad un valore prestabilito: 1,75 volt per ogni elemento della batteria.

Nelle tabelle illustrative dei tipi di batterie per avviamento, sono indicate le correnti di scarica che consentono di ottenere una durata di 3 minuti a — 18 °C con 8,4 V dopo 30 secondi e con una tensione finale di 6,0 V. Gli orientamenti internazionali di valutazione

dell'attitudine all'avviamento, sono verso scariche a — 18° C più brevi, superiori ad 1 minuto (con una tensione di 8,4 V a 60 secondi). Le batterie vengono fornite cariche con elettrolito oppure allo stato carico secco.

Le batterie cariche con elettrolito sono, all'atto della fornitura, pronte per l'uso; se tenute immagazzinate sono, tuttavia, soggette ad una lenta degradazione delle loro caratteristiche ed è quindi indispensabile procedere a ricariche periodiche. Le batterie allo stato carico secco, riempite di elettrolito ed attivate secondo le istruzioni allegate ad ogni batteria, possono essere montate sul veicolo e fornire sufficienti prestazioni per l'avviamento. In tale stato carico secco hanno le piastre negative protette contro l'umidità e praticamente non invecchiano. Nelle batterie cariche secche la diminuzione dello stato di carica è lentissima, specie se le batterie sono immagazzinate in luogo asciutto e fresco, tanto che anche dopo 12 mesi di giacenza la batteria carica secca è in grado di effettuare, previa attivazione, l'avviamento.

Per ottenere la minima pendenza della caratteristica  $V/I$ , cioè la minima caduta di tensione in funzione della corrente di scarica, si deve usare la maggior superficie possibile degli elettrodi e cioè piastre sottili. Tale tipo costruttivo assai diffuso su autoveature, è visibile nella figura 11.

Le norme CBI che fissano i requisiti di costruzione e di collaudo sono raccolte nel fascicolo 21-3.

#### Attitudine all'avviamento

L'attitudine all'avviamento, che caratterizza le batterie impiegate per questo scopo, consiste nella possibilità di erogare forti intensità per tempi brevi senza che la tensione cada al di sotto dei limiti prescritti. Una autoveatura assorbe corrente intorno a 200 A, un autoveicolo industriale può giungere ad un migliaio di ampere.

Questo è ottenuto con piastre sottili, grande superficie esposta all'acido ed opportuna porosità delle materie attive. Inoltre, la resistenza del circuito metallico e dei separatori deve essere assai bassa, ciò comporta un adatto dimensionamento delle griglie, dei connettori e dei poli di uscita, oltreché qualità opportuna dei separatori stessi.

#### Concentrazione dell'elettrolito

La concentrazione da usare a batteria carica è quella corrispondente al peso specifico di 1270 ÷ 1280. Quando la batteria è destinata

a funzionare in climi tropicali, si deve ridurre la concentrazione al peso specifico circa 1 230 <sup>(1)</sup>.

#### Condotta della carica

La carica della batteria d'avviamento avviene a mezzo del generatore, automaticamente durante la corsa del veicolo (vedi pag. 78).

La carica fuori del veicolo deve essere eseguita con le intensità ed entro i limiti di tensione prescritti dal costruttore. È inutile caricare gli accumulatori più di quanto il servizio richiede. Durante la carica si deve evitare il troppo vivo sviluppo di gas che si verifica con elevate intensità di corrente; è bene quindi ridurre gradualmente, con il procedere della carica, la corrente in modo che nel periodo di ebollizione la intensità della corrente non sia superiore alla metà della massima indicata come corrente di carica per quel determinato tipo di accumulatore.

Le densità normali sono indicate nella tabella III.

Non si devono lasciare gli accumulatori allo stato scarico. Ultimata la scarica si dovrà procedere alla ricarica al più tardi entro 24 ore.

TABELLA III

Elettrolito	Batteria carica		Batteria ½ carica		Batteria scarica	
	clima		clima		clima	
Densità .....	1 280	1 230	~ 1 200	~ 1 140	~ 1 120	~ 1 080
Densità Bè .....	32	27	~ 24	~ 18	~ 16	~ 11
Punto di congelamento	— 65°	— 40°	— 27°	— 13°	— 11°	— 6°

#### Conservazione ed attivazione delle batterie per avviamento

##### a) Batterie cariche con elettrolito.

Le batterie fornite cariche con elettrolito sono, all'atto della fornitura, pronte per l'uso.

<sup>(1)</sup> Va tenuto presente che concentrazioni dell'elettrolito superiori a quelle indicate, riducono la vita delle piastre e, se troppo elevate, possono rovinarle completamente.



Tuttavia è inevitabile una lenta autoscarga, che è fortemente dipendente dalla temperatura assunta dalle batterie stesse.

In ambienti ove questa non superi i 25 °C, la perdita di carica non supera l'1% (uno per cento) al giorno. È quindi indispensabile procedere a ricariche (all'intensità indicata negli appositi libretti o cartellini allegati ad ogni batteria). La necessità di tali ricariche sarà segnalata da periodiche letture della densità dell'elettrolito delle batterie in magazzino. Tali letture devono essere effettuate almeno una volta al mese.

Qualora la densità venga riscontrata inferiore di 30 g/l al prescritto, si procederà alla ricarica all'intensità consigliata finché la densità sia risalita al valore prescritto.

*Esempio.* — La batteria è fornita con acido di densità prescritta 1 280 (densità per climi temperati). La lettura effettuata riscontra  $d = 1 235$ . È necessario procedere alla ricarica.

Se la batteria giace in magazzino per un tempo tale da richiedere più di una ricarica, occorrerà ristabilire il livello di elettrolito mediante opportune aggiunte di acqua distillata.

È da tener presente che batterie così immagazzinate sono soggette ad una lenta degradazione delle loro caratteristiche.

È tuttavia buona norma caricare le batterie all'intensità prescritta prima dell'installazione sul veicolo. Tale pratica è specialmente raccomandata nei periodi freddi.

#### b) Batterie « cariche secche ».

Le batterie secche che, riempite di acido per accumulatori, possono essere montate sul veicolo e fornire sufficienti prestazioni d'avviamento, sono denominate « batterie cariche secche ».

Il problema della conservazione a magazzino di batterie pronte per l'uso, ha sviluppato tecnologie di produzione di accumulatori *carichi secchi* che possono essere rapidamente attivati mediante riempimento con acido solforico di densità opportuna. Tali tecnologie comportano principalmente la stabilizzazione e disidratazione della materia attiva negativa, costituita da spugna di piombo, altamente ossidabile allo stato umido e consentono di eliminare i danni derivanti dalla autoscarga e dal progressivo deterioramento degli elettrodi, che si verifica in batterie conservate a lungo con elettrolito.

## NORME DI ESERCIZIO E DI INSTALLAZIONE DELLE BATTERIE PER AVVIAMENTO

### Istruzioni per l'attivazione

— Tolti ed eliminati i sigilli, riempire le celle con acido solforico per accumulatori, alla densità prescritta, fino a circa 5 mm sopra il bordo dei separatori.

— È necessario un riposo di almeno 15 minuti per consentire alle piastre di assorbire l'acido. Durante questo periodo il livello diminuirà, occorre quindi che esso venga ristabilito con aggiunta di altro elettrolito. Non usare per il travaso recipienti od imbuti metallici.

— La batteria è pronta per essere installata.

Se il servizio sul veicolo fa prevedere prevalente marcia in città (frequenti avviamenti ecc.), sarà opportuno, appena possibile, procedere ad una carica al banco all'intensità prescritta. Tale pratica è particolarmente raccomandata nei periodi freddi.

Lo stato di carica diminuisce col tempo di immagazzinamento e con le condizioni dell'ambiente (umidità e temperatura).

Si può contare in generale su una diminuzione progressiva dello stato di carica dopo 12 mesi di giacenza, oltre i quali le batterie devono essere ricaricate all'intensità indicata sui cartellini o libretti di istruzione allegati ad ogni batteria.

Entro il termine citato, la batteria è comunque in grado di effettuare l'avviamento.

Dopo l'attivazione, la lettura della densità segnala l'eventuale necessità di una ricarica di alcune ore.

Tale ricarica è infatti consigliabile per batterie la cui densità dopo l'attivazione sia scesa di 50 g/l al di sotto del prescritto.

*Esempio.* — La densità dell'elettrolito prescritta è di 1 280. Dopo il tempo di attivazione (2 ore circa) la densità riscontrata è 1 210. È conveniente in tal caso ricaricare la batteria al banco, alla intensità consigliata, finché la densità sia risalita al valore prescritto.

Scaduto il periodo di un anno la batteria può essere comunque immagazzinata indefinidamente e quindi ricaricata alla intensità indicata sui cartellini o libretti allegati, finché la densità sia risalita al valore prescritto.

### Collegamenti, contatti, morsetti

I collegamenti delle batterie con i circuiti elettrici dell'autoveicolo devono essere ben eseguiti. Se si hanno collegamenti saldati,



le saldature devono essere fatte a perfetta regola d'arte. Se si hanno morsetti, questi devono essere ben serrati, previa accurata pulitura di tutte le superfici di contatto. I morsetti vengono protetti contro le azioni corrosive mediante uno strato di grasso, di vasellina o sostanze analoghe, resistenti all'azione dell'acido solforico.

I morsetti ai poli terminali della batteria devono essere ben puliti, ingrassati e mantenuti ben serrati in considerazione delle intense correnti richieste per l'avviamento dei motori e della necessità che non abbiano a verificarsi eccessive cadute di tensione all'atto dell'avviamento.

### **Pulizia e isolamento**

Una accurata pulizia delle parti esterne è indispensabile per conservare il buon isolamento delle batterie e per evitare l'inquinamento dell'elettrolito. Similmente debbono essere frequentemente pulite ed asciugate le condutture, le casse, i morsetti, ecc., rinnovando frequentemente le vernici che proteggono le parti metalliche e le strutture in legno. La resistenza di isolamento deve essere al minimo di 1 000  $\Omega$ , dove  $E$  rappresenta la tensione convenzionale della batteria.

### **Accumulatori non in servizio regolare**

Se gli accumulatori devono rimanere per qualche tempo inattivi, debbono essere conservati carichi in località fresche, aeree ed asciutte. Periodicamente devono essere caricati in modo da compensare gli effetti dell'autoscarica per azioni interne e per deficiente isolamento. Si può dire che l'entità dell'autoscarica raddoppia per un aumento di 10 °C. Tali cariche devono essere eseguite con debbole intensità fino a completa ebollizione.

Trattandosi di lunghi periodi di inattività, è consigliabile di richiederne al costruttore le istruzioni per la conservazione degli accumulatori.

### **PROVE DI CAPACITÀ DELLE BATTERIE PER AVVIAMENTO**

#### **Peso specifico dell'elettrolito**

All'inizio di ogni scarica l'elettrolito contenuto in ogni elemento deve avere peso specifico di 1 280 riferito a 15 °C, con la tolleranza  $\pm 5$  g/l. Si deve procedere pertanto al relativo controllo ed eventuale regolazione prima di ogni prova.

### **Controllo della capacità alla scarica lenta**

Il controllo della capacità alla scarica lenta deve essere eseguito mediante scarica ininterrotta al regime di 20 ore con l'intensità costante di  $\frac{C_{20}}{20}$  ampere cioè ad una intensità pari ad un ventesimo

delle capacità alla scarica in 20 ore (vedi le considerazioni sulla capacità).

La scarica deve essere iniziata non prima di 3 ore e non dopo 12 ore dalla fine della carica.

La temperatura dell'elettrolito all'inizio della scarica deve essere di 25 °C con tolleranza di  $\pm 2$  °C. Per tutta la durata della scarica l'ambiente deve essere mantenuto a temperatura non inferiore a 18 °C.

La scarica di ogni batteria deve essere interrotta allorché la tensione in volt ai morsetti diviene inferiore al valore corrispondente al prodotto di 1,75 per il numero degli elementi in serie che compongono la batteria. La scarica deve essere interrotta qualora la tensione di uno degli elementi scenda al di sotto di 1,70 V.

### **Controllo della capacità alla scarica rapida continuativa (attitudine all'avviamento)**

Il controllo dell'attitudine di avviamento deve essere eseguito mediante scarica ininterrotta con intensità costante (intensità di targa 0, per vecchie batterie, con intensità espressa in ampere da 3 volte la capacità in 20 ore. Es. batteria da 50 Ah: scarica a 150 A).

Questa prova deve essere eseguita dopo quella di scarica lenta, previa ricarica, da eseguirsi secondo le istruzioni date dal costruttore.

La prova deve essere eseguita, con batterie alla temperatura di  $-18$  °C.

La batteria viene posta, appena ultimata la carica, in un frigorifero precedentemente raffreddato a  $-18$  °C. La scarica va iniziata non prima di aver constatato che la temperatura, letta su un termometro il cui bulbo risulti immerso nell'elettrolito di un elemento centrale della batteria, sia rimasta fissa per la durata di un'ora a  $-18$  °C. All'uopo la temperatura del frigorifero va opportunamente regolata.

La tensione in volt ai morsetti di ogni batteria, durante il corso della prova, non deve risultare minore di 8,4 V dopo 30 s e di 6 V dopo 3 minuti. Si prevede per batterie a piastre una sola misura a 60 secondi, 8,4 V.

I valori delle tensioni delle batterie di avviamento possono essere di 6-12-24 V, a seconda del tipo di veicolo. Nella tabella IV abbiamo riportato, a titolo informativo, i campi di utilizzazione delle batterie alle diverse tensioni.

TABELLA IV

Tensione	Veicolo	Osservazioni
6 V	Vecchie autovetture straniere	Esige conduttori grossi e forti cadute di tensione ai contatti.
12 V	Moderne autovetture	Consente un buon compromesso tra le esigenze opposte.
24 V	Veicoli con motori a ciclo Diesel	Adottata perché i motori di avviamento esigono forti potenze (1 ÷ 12 kW).

#### Potenza assorbita dagli apparecchi elettrici installati sugli autoveicoli

Per il dimensionamento della batteria occorre conoscere la potenza assorbita dagli utilizzatori e nella tabella V sono stati riportati alcuni valori indicativi.

TABELLA V

A p p a r e c c h i	Potenza
Motorino d'avviamento per autovetture .....	0,8 ÷ 3 kW
Motorino d'avviamento per autocarri .....	2,2 ÷ 12 kW
Fari abbaglianti (2 luci) .....	70 W
Fari antiabbaglianti .....	50 W
Fari luci di città .....	20 W
Luce stop .....	15 W
Luci indicatori di direzione .....	10 W
Luci cruscotto, plafone, ecc. ....	5 W
Accensione e spinterogeno .....	15 W
Candele a incandescenza (Diesel) .....	60 ÷ 70 W
Tromba .....	25 ÷ 40 W
Tergicristallo .....	30 ÷ 70 W
Riscaldatore (motorino ventola) .....	20 W
Radiorecettore .....	30 W
Accendisigari .....	100 W

#### Fattori che riducono la vita delle batterie d'avviamento

##### a) Sovraccarica.

L'eccesso di carica (intensità eccessiva o prolungata nel tempo) provoca i seguenti effetti:

- decompone l'acqua dell'elettrolito, cioè oltre a provocare più frequenti rabbocchi per ristabilire il livello, contribuisce alla caduta della materia attiva, provocata dallo sviluppo di gas;
- corrode le griglie positive e danneggia i separatori provocando corti circuiti tra le piastre;
- provoca il riscaldamento della batteria con danno per i componenti interni e, superando un certo limite, provoca distorsioni ai recipienti e danni alla sigillatura.

##### b) Sottocarica.

Tale inconveniente è meno frequente del precedente ed i suoi effetti sono meno appariscenti. Tuttavia uno stato di carica insufficiente prolungato o l'abbandono senza ricarica adeguata, causa la formazione di solfati difficilmente eliminabili, entro le materie attive (solfatazione).

Abbiamo riunito in una serie di tavole gli inconvenienti che occorrono alle batterie per avviamento ed i rimedi possibili (vedasi tavole 1-2-3 a pagg. 36 ÷ 41).

Sarà bene esaminare, ai fini di una miglior comprensione di queste tavole, quanto detto in seguito a proposito della carica.

Dato che il principio di funzionamento non è diverso, con le modifiche del caso, queste tabelle servono anche per gli altri tipi di batterie che esamineremo.

TABELLA VI

	C a u s a	Osservazioni complementari
1	Perdita elettrolito	Alloggiamento e parte superiore della batteria bagnati
2	Livello dell'elettrolito più basso in alcuni elementi	Batteria scarica
3	Il voltmetro (a fari accesi) segna meno di 1,9 volti per ogni elemento (11,5 V)	
4	Batteria in servizio da oltre 36 mesi	Carica completa ed esame

## CAPITOLO IV

### ACCUMULATORI STAZIONARI

#### **Generalità**

Si indicano con questo nome installazioni fisse di batterie di accumulatori di lunga vita e facile sorveglianza.

Questi generatori, destinati all'alimentazione di emergenza di impianti elettrici, devono essere previsti per durate dell'ordine di lustri e devono presentare autoscarga assai ridotta.

L'uso del tipo a piastre positive in piombo puro, dette a grande superficie (o *Plante*), nelle quali lo strato poroso di biossido di piombo è formato anodicamente sopra una superficie finemente intagliata, va ormai scomparendo.

In tali tipi, durante l'esercizio, avviene una continua formazione di biossido di piombo a spese del supporto; tale riserva diminuisce l'energia specifica di tale tipo costruttivo. Tuttavia, i bassi valori di energia specifica ottenibili con questo tipo, riportati nella tabella X, orientano le attuali costruzioni verso tipi costruttivi utilizzando piastre positive tubolari (Fig. 13).

L'impiego per l'azionamento di apparecchiature di centrale ha approfondito le conoscenze sul comportamento alle scariche rapide. Questo, insieme ai moderni sistemi di carica, consente un dimensionamento più economico delle batterie destinate a tale servizio.

Le batterie stazionarie vengono infatti impiegate per assolvere a questi servizi:

- 1) Servizi ausiliari in centrali elettriche e cabine di trasformazione. La tensione di tali servizi è 110 V (la più diffusa) oppure 220 V.
- 2) Centrali telefoniche e telegrafiche: 24 e 48 V.

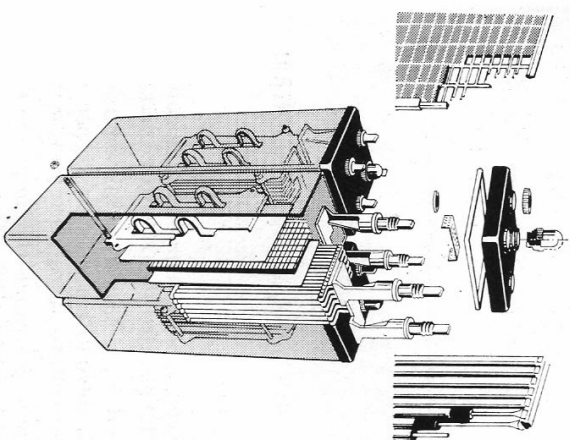


Fig. 13 - Sezione di un accumulatore utilizzando piastre positive tubolari.

- 3) Impianti per luce di emergenza in locali pubblici (banche, ospedali, teatri, ecc.), in generale 24 e 48 V.
- 4) Impianti di energia elettrica di emergenza in telefoniche, montacarichi, lavorazioni a ciclo continuo che non devono subire interruzioni. In genere a 220 V.
- 5) Impianti di segnalazione elettrica ferroviaria e ponti radio.
- 6) Illuminazione di abitazioni prive di allacciamento alla rete.
- 7) Emergenza per calcolatori elettronici - In complesso elettrico a continuità (entro 0,01 secondi).

#### COSTITUZIONE DELLE BATTERIE STAZIONARIE

##### Piastre positive

La piastra positiva Planté a grande superficie è costituita da piombo puro ed è ricavata per fusione in modo da ottenere sulle due facce una duplice serie di sottili alette o lamine parallele di sezione leggermente romboidale con nervature di rinforzo su telaio principale.

Lo scopo di questa alettatura è quello di aumentare al massimo

la superficie di contatto delle piastre con l'elettrolito, aumentando di conseguenza le reazioni ed ottenendo così maggior capacità. La parte superiore della piastra termina con due robusti becchi o alette che servono a tenerla sospesa sui bordi del recipiente ed a collegarla al regolo di piombo collettore di corrente.

Le piastre tubolari sono costituite da tubetti di materiale permeabile all'elettrolito (guaine in tessuti speciali) riuniti in telai. I reofori sono spine di lega di piombo disposte sull'asse dei cilindretti di materia attiva. Tali piastre, dette anche « corazzate », consentono una più lunga durata di vita efficiente ed una migliore utilizzazione delle materie attive.

Dalla tabella VIII, indicante i valori specifici per gli accumulatori stazionari, è facile rilevare le differenti caratteristiche fra i due tipi di piastre citate, ossia quelle del tipo Planté e quelle del tipo tubolare.

TABELLA VIII

Accumulatori di	Ah/kg	Wh/kg	Ah/dm <sup>3</sup>	Wh/dm <sup>3</sup>
Planté: Dimensioni ridotte da 20 a 100 Ah in 10 h ...	3 ÷ 3,5	5,5 ÷ 6,5	6,5 ÷ 7,5	12 ÷ 15
Planté: Dimensioni medie e grandi da 100 a 2 000 Ah in 10 h .	4 ÷ 4,5	7,5 ÷ 9	7,5 ÷ 9	15 ÷ 25
Tubolari da 100 a 800 Ah ...	8 ÷ 12	16 ÷ 24	12 ÷ 17,5	24 ÷ 35

##### Piastre negative

Accoppiate alle piastre tubolari, sono usate piastre a griglia impastata; insieme alle piastre Planté sono invece usate piastre dette a cassette.

La piastra negativa del tipo a cassetta è costituita da un telaio in lega di piombo antimonio rinforzata mediante nervature longitudinali e trasversali. Essa è divisa in alveoli, in questi viene compresso un impasto di ossidi (ridotti a piombo spugnoso durante la formazione elettrolitica) tenuto in sede da due fogli di piombo sottili finemente perforati.

Tali fogli di piombo impediscono la caduta della pasta pur consentendo la circolazione dell'acido.



Le piastre estreme di ogni singolo elemento sono sempre negative e normalmente queste piastre di estremità sono di spessore minore delle negative intermedie.

### **Recipienti**

Le piastre degli elementi stazionari sono contenute solitamente in recipienti di materiale plastico trasparente.

Per gli elementi di capacità fino a 1 000 amperora, si impiega un unico recipiente.

Per elementi di capacità oltre a 1 000 amperora, le piastre di ciascun accumulatore sono distribuite, talvolta, in due o più recipienti affiancati con disposizione in parallelo.

Nei tipi di capacità superiore, il recipiente è costituito da un cassone di legno rivestito internamente di lamiera di piombo e protetto con l'apposita vernice antiacido, oppure di ebanite speciale.

Per piccoli elementi fino a 100 Ah si possono usare contenitori in plastica con 3 o 6 elementi in serie.

### **Collegamento**

Il collegamento degli elementi in serie può avere luogo in due modi:

1°) unendo i regoli di polarità opposta con appositi bulloni in ottone piombato;

2°) saldando insieme allo stesso regolo le piastre positive di un elemento e le negative di un elemento contiguo.

È utile applicare uno strato di vasellina sulle estremità, prima e dopo avere stretto i bulloni.

Il fondersi di questo strato di vasellina durante il funzionamento è indice di riscaldamento locale dovuto a cattivo contatto.

Si provvede allora ad ovviare l'inconveniente stringendo maggiormente i bulloni.

### **Carica delle batterie stazionarie**

La carica di queste batterie avviene di solito « a tensione costante », carica in tampone o di compenso — a circa  $2,18 \div 2,25$  volt per elemento in serie. La tensione è scelta secondo l'erogazione e la temperatura d'esercizio. Occorre che la corrente che passa (pochi milliamper per ogni amperora di capacità) non contenga più di

qualche percento di componente alternata, pena la corrosione delle griglie positive. Cariche di manutenzione o di emergenza: secondo le istruzioni del fabbricante generalmente 20 A ogni 100 Ah per elemento in serie fino a ebollizione poi 10 A/100 Ah.

### **Prescrizioni generali di utilizzazione**

Nelle batterie stazionarie si tiene normalmente una intensità di carica intorno a 0,5 A per decimetro quadrato di superficie apparente della piastra.

Questo può servire di norma nel caso non si conoscesse l'intensità di carica prescritta.

Occorre rabboccare periodicamente con acqua distillata e verificare periodicamente la densità.

Periodicamente va fatta una lettura di tensione per ogni elemento a fine carica e a fine scarica tenendo presente la tensione prescritta.

### **CALCOLO DI MASSIMA DI UNA INSTALLAZIONE**

I dati di partenza sono: la tensione dell'impianto ed il diagramma di erogazione di corrente in funzione del tempo.

Dalla tensione si risale al numero di elementi.

*Esempio.* — Impianto 110 V. Scarica in 10 ore. Dalle tensioni medie per la scarica in 10 ore (vedi tab. IX) si ha una tensione media di 1,9 volt per elemento;  $110 : 1,9 = 58$  elementi in serie. Dal diagramma di erogazione si risale alla quantità media di elettricità erogata (amperora medi) e cioè alla capacità da assegnarsi agli elementi.

*Esempio.* — Si devono erogare 200 A per 10 ore. Sarà perciò richiesta una capacità di 2 000 Ah.

Benché non sia esatto, si può ritenere sufficientemente approssimato fare la somma dei consumi in amperora, se i prelievi vengono fatti a regimi di scarica differenti, riportati, mediante il coefficiente indicato nella tabella IX, alla capacità ad un determinato regime.

*Esempio.* — Si devono erogare 100 A per 10 ore, si ha poi una interruzione di 1 ora, si devono poi erogare 200 A per 5 ore:

$$100 \cdot 10 + 200 \cdot 5/0,83 = 2\,205 \text{ Ah.}$$

Si dovrà scegliere un tipo di elemento che consenta la prestazione di corrente più gravosa (200 A per 5 ore) senza che la tensione media cada al di sotto del valore prefissato.

Tale concetto di durata in cicli va perdendo importanza; infatti modernamente si diffonde sempre più il sistema di funzionamento in tampone (vedi Cap. VII: «La carica delle batterie») cioè la batteria vien sempre tenuta in carica da un generatore.

TABELLA IX

*Regimi di scarica; valori della tensione e della variazione della capacità per accumulatori stazionari.*

Regime della scarica (ore) ...	10	5	3	2	1
Tensione media di scarica (volt)	1,90	1,87	1,85	1,80	1,77
Tensione finale di scarica (volt)	1,80	1,77	1,75	1,75	1,70
Percentuale della capacità (%)	100	83	72	63	50

## NORME DI ESERCIZIO E INSTALLAZIONE DELLE BATTERIE STAZIONARIE

### Prescrizioni generali

Ricordiamo che in Italia vige una legislazione antinfortunistica relativa agli accumulatori elettrici, con particolare riferimento alle batterie stazionarie: si tratta del D.P.R. del 27-4-1955 N. 547 il quale, in proposito, prescrive quanto segue:

«Art. 302 — Le batterie di accumulatori che comportano tensioni nominali superiori ai 220 volt devono essere:

a) disposte in modo che non sia possibile per lo stesso lavoratore il contatto accidentale con elementi aventi una differenza di potenziale superiore a tale limite;

b) contornate da una pedana isolante, se fisse».

«Art. 303 — I locali contenenti accumulatori, i quali, in relazione alla loro cubatura ed alla capacità e tipo delle batterie in essi esistenti, possono presentare pericoli di esplosione delle miscele gassose, devono:

a) essere ben ventilati;

b) non contenere macchine di alcun genere né apparecchi elettrici o termici;

c) essere illuminati secondo le disposizioni dell'art. 332;  
d) tenere esposto, sulla porta di ingresso, un avviso richiama-  
nte il divieto di fumare e di introdurre lampade od altri oggetti  
a fiamma libera».

Nella fig. 14 <sup>(1)</sup> abbiamo sintetizzato graficamente le principali norme contenute nei citati articoli di legge. È bene tuttavia sottolineare che queste disposizioni di legge si applicano anche per tutti quei locali che contengono accumulatori (quali, ad esempio, depositi, sale di ricarica di accumulatori ferroviari, ecc.).

### Locali batterie

I locali delle batterie devono essere scelti in modo che gli accumulatori non siano soggetti a polvere, vibrazioni o scosse.

La loro altezza interna deve essere superiore ai 2 m.

Si consiglia per le pareti l'intonaco di cemento con verniciatura anti-acida. Per quanto si riferisce al soffitto, molta cura deve essere posta perché sia impedita la caduta di particelle di intonaco. I pavimenti devono essere previsti in relazione al peso degli accumulatori e devono essere rivestiti con materiale antiacido; molto adatto è il rivestimento in asfalto. Devono essere evitati possibilmente percorsi di tubi metallici nei locali per accumulatori. Le eventuali tubazioni metalliche debbono essere rivestite con vernici antiacide.

I locali dove si tengono accumulatori devono essere ben areati ed aerati ed in essi non si devono verificare temperature superiori a 35 °C.

Se attraverso le finestre non vi è sufficiente aereazione vi si provvede con speciali condotti di scarico, che non devono però sboccare nelle canne fumarie. Quando necessario, il ricambio deve essere reso più rapido mediante adatti ventilatori.

*Calcolo del ricambio d'aria.* — La quantità di aria da ricambiare continuamente da un locale accumulatori durante la carica, onde evitare il pericolo della formazione di miscele tonanti di idrogeno ed ossigeno, si calcola con la seguente formula:

$$P = \frac{I \cdot n \cdot 8}{5 \cdot 000}$$

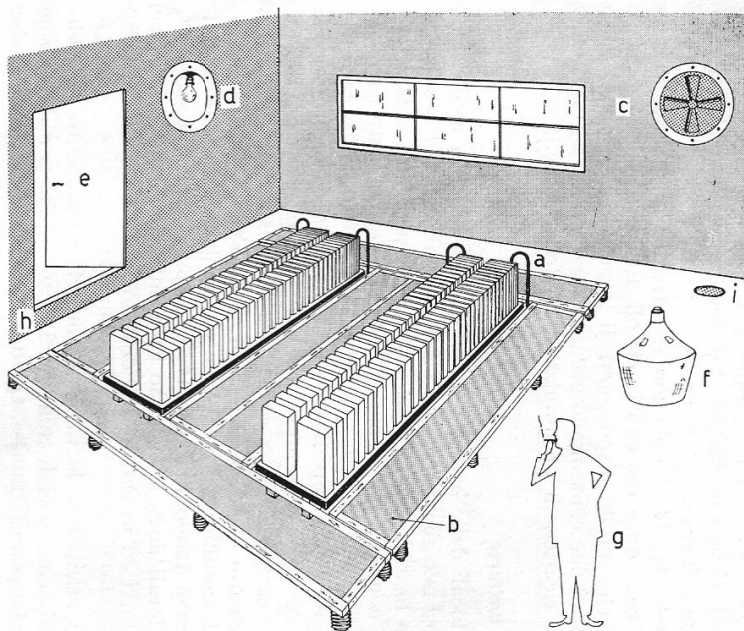
in cui:

$P$  = portata in m<sup>3</sup>/min di aria;

<sup>(1)</sup> Desunta dall'opera: W. Forlani «Gli impianti elettrici e le norme di legge». Editoriale Dehno - Milano

**Fig. 14 - Accorgimenti per i locali contenenti batterie stazionarie di accumulatori.**

- a) conduttori protetti per evitare contatti accidentali (se la tensione supera i 220 V);
- b) pedana isolante attorno agli accumulatori;
- c) locali ottimamente ventilati (con ampie aperture di ventilazione o con aspiratori);
- d) illuminazione come prescritto nell'art. 332;
- e) porta con cartello di divieto di fumare od introdurre oggetti a fiamma libera;
- f) non deporre nei locali oggetti estranei;
- g) non fumare o usare apparecchi a fiamma libera;
- h) soglia sopraelevata per impedire fuoriuscite della soluzione acida, nel caso di eventuali rotture dei contenitori degli accumulatori;
- i) pozzetto di scarico per l'eventualità di cui sopra.



$I$  = corrente di carica in ampere;  
 $n$  = numero di elementi;  
 $s$  = coefficiente di sicurezza che si pone  
 = 5 in impianti normali;  
 = 10 in impianti speciali (navali ecc.).

### **Illuminazione dei locali**

L'illuminazione dei locali deve essere fatta con lampade elettriche protette. L'esecuzione dell'impianto deve essere tale da dare affidamento che non abbiano a verificarsi corti circuiti o comunque scintille che possano dar luogo a esplosioni della miscela gassosa (idrogeno ed ossigeno) che si sviluppa durante la carica degli accumulatori.

In genere durante la carica, nei locali degli accumulatori non devono avvenire aperture o chiusure di contatti elettrici non protetti.

Come è stato detto precedentemente nell'articolo 303 del D.P.R. 547, l'illuminazione dei locali contenenti accumulatori deve essere eseguita conformemente le disposizioni contenute nell'articolo 332 di citato decreto, e che qui riportiamo integralmente:

« Art. 332 — Nei luoghi indicati negli articoli 329 e 331 l'illuminazione elettrica può essere effettuata solo dall'esterno per mezzo di lampade collocate in nicchie munite, verso l'interno del luogo da illuminare, di robuste lastre di vetro a chiusura ermetica.

Nei casi in cui non sia tecnicamente possibile effettuare una conveniente illuminazione elettrica con lampade collocate in nicchie chiuse e nei luoghi indicati nell'art. 331 è ammesso l'impiego di lampade protette da un robusto involucro di vetro a chiusura ermetica, comprendente anche il portalampe e le relative connessioni con i conduttori di alimentazione. In questi impianti i conduttori elettrici devono essere adeguatamente isolati e protetti con guaine resistenti.

Gli interruttori per il comando delle lampade e le eventuali valvole fusibili devono essere di tipo antideflagrante per i luoghi indicati dal primo comma dell'art. 329 o anche di tipo stagno o chiuso per i luoghi indicati nell'art. 331 ».

Gli installatori dovranno fare attenzione a non installare nei luoghi pericolosi impianti di illuminazione diversi da quelli tassativamente prescritti dall'art. 332, che non ammette neppure sistemi di illuminazione di tipo antideflagrante. Comunque è possibile otte-



nere il riconoscimento dell'efficacia di nuovi mezzi inoltrando apposita domanda al Ministero del Lavoro, e ciò ai sensi del 3° comma dell'art. 395 del D.P.R. 27-4-1955, n. 547.

### **Avvertimenti al personale**

Devono essere affissi in posizioni ben visibili, avvisi che vietino al personale di mangiare, bere, fumare, entrare con lampade a fiamma libera nei locali degli accumulatori. In occasione di lavori che richiedano l'uso di fiamma devono essere presi i necessari provvedimenti perchè i lavori stessi vengano eseguiti con le adatte cautele. Gli addetti agli accumulatori devono essere avvertiti dei pericoli derivanti dall'acido solforico e dal piombo: deve essere prescritta la massima pulizia ed a questo scopo devono essere messi a disposizione del personale mezzi sufficienti.

### **Montaggio degli elementi**

Gli elementi delle batterie stazionarie sono in generale installati su appositi scaffali in legno protetti con vernice antiacida oppure in profilati metallici protetti da rivestimento plastico. Le vernici antiacide più efficaci sono quelle al polivinilcloruro oppure quella al clorocaucciù. Per installazioni di minore importanza si possono usare anche comuni vernici bituminose.

Negli scaffali di sostegno, le giunzioni fra i vari pezzi debbono essere fatte ad incastro, senza viti o chiodi metallici.

Gli elementi possono venire disposti su uno o due piani. Non è conveniente montare le batterie su scaffali a due piani quando il numero complessivo degli elementi sia superiore a 100 o la capacità superi i 300 Ah (vedasi fig. 15). In ogni caso fra i punti più vicini di due elementi contigui di una batteria, ci deve essere una distanza non minore di 10 mm. I singoli accumulatori devono essere accessibili almeno da un lato mediante corridoi di larghezza non minore di 70 cm.

### **Isolamenti**

L'isolamento delle batterie deve essere ben studiato e deve essere tanto più accurato quanto maggiore è la tensione della batteria.

Gli elementi non devono appoggiare direttamente sugli scaffali, ma tra questi e il fondo dei recipienti si devono disporre isolatori di sostegno. La sezione ed il numero degli isolatori deve essere sufficiente a sopportare il peso degli elementi. A loro volta gli scaffali

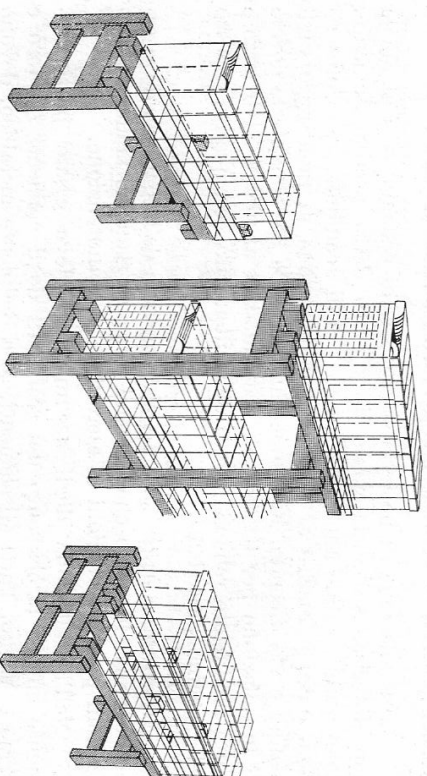


Fig. 15 - Vari tipi di scaffali per batterie stazionarie, ad uno o due piani.

devono essere distanziati dal pavimento mediante zoccoli di legno catramato e isolatori. La forma degli isolatori deve essere la più adatta per facilitare lo sgocciolamento del liquido eventualmente caduto dagli accumulatori.

Grande cura si deve porre anche per l'isolamento fra conduttori e pareti. Per le batterie costituite da più di 125 elementi in serie si devono munire i corridoi fra le file di pedane costituite da griglie di legno appoggiate al suolo mediante isolatori. Per batterie con più di 250 elementi in serie si devono inoltre sistemare, lungo le file prossime alle pareti del locale, protezioni costituite da griglie di legno alte non meno di 1,75 m sostenute da isolatori.

Valgono l'isolamento e le prescrizioni contenute nelle norme CEI per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici e cioè l'isolamento deve essere almeno di 1 000 *E* ohm, dove *E* rappresenta la tensione convenzionale della batteria.

### **Condutture elettriche**

Le condutture elettriche delle batterie nell'interno dei locali, in rame preferibilmente piombato, o in alluminio devono essere verniciate con durevole vernice antiacida per contraddistinguere rapidamente le due polarità.



Gli interruttori dei circuiti di illuminazione devono essere esterni ai locali; le prese a spina non sono ammesse, salvo che si tratti di attacchi speciali, nei quali sia resa impossibile la produzione di scintille all'esterno per qualsiasi manovra o manomissione.

I locali per la carica degli accumulatori non devono contenere nè apparecchi, nè macchine, salvo che si tratti di tipi protetti contro le esplosioni, come già detto precedentemente a pag. 49.

## **INCONVENIENTI PIÙ COMUNI SULLE BATTERIE STAZIONARIE**

### **Corti circuiti**

Il sintomo più evidente di corto circuito, è che la tensione di un elemento a fine carica non sale al valore prescritto.

Il corto circuito può essere causato da un pezzo di materia attiva o di piombo interposto fra le due piastre. Un separatore spostato o una piastra deformata possono altresì provocare il corto circuito.

Eliminata la causa che ha provocato il corto circuito, la ricarica della batteria deve essere fatta a lungo e con bassa intensità.

### **Solfatazione irreversibile**

Quando la formazione di solfato di piombo assume caratteristiche tali da essere irreversibile, la densità dell'elettrolito non sale anche prolungando la carica.

Le piastre positive si presentano di color bruno chiaro invece del normale bruno-scuro.

Le piastre negative si presentano ricoperte di una patina biancastra e sono indurite.

Le cause possono essere:

- troppo tempo trascorso senza ricarica;
- scarica troppo prolungata o a intensità troppo elevata;
- carica insufficiente ripetuta in elettrolito di densità bassa.

Come rimedio si può tentare di disciogliere il solfato formatosi mediante carica prolungata a bassa densità di corrente e di elettrolito.

### **Perdita delle capacità**

Le piastre positive si spogliano della materia attiva la quale si deposita sulla superficie delle piastre con il normale funzionamento della batteria.

Le cause possono essere:  
intensità di carica troppo elevata;  
ricariche troppo abbondanti;  
carica in tamponne esuberante.

Occorre naturalmente eliminare le cause che hanno provocato l'inconveniente e sostituire le piastre positive.

### **Norme di conservazione per batterie stazionarie inopere**

Se la batteria deve rimanere inoperosa per periodi di tempo non superiori a tre o quattro mesi, è sufficiente caricare una volta al mese con l'intensità di carica normale e per la durata di 3/4 ore. Questo si ottiene con opportune ricariche mensili.

Se le condizioni dell'impianto lo permettono e l'esercizio lo consiglia, si può effettuare una debole carica conservativa continua per compensare l'autoscarica.

Nel caso che la batteria debba restare inattiva per un anno o più, occorre consultare il fabbricante.