ENCICLOPEDIA

DELLE

ARTI E INDUSTRIE

VOLUME TERZO

ENCICLOPEDIA

DELLE

ARTI E INDUSTRIE

COMPILATA COLLA DIREZIONE

DELL'INGEGNERE

M^SE RAFFAELE PARETO

E DEL CAV. INGEGNERE

GIOVANNI SACHERI

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI
E DEGLI INDUSTRIALI
TORINO

VOLUME TERZO

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN
TORINO

TORINO

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE

1882

PROPRIETÀ LETTERARIA

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI
E DEGLI INDUSTRIALI
TORINO

ENCICLOPEDIA DELLE ARTI E INDUSTRIE

D

DINAMOMETRI — Franc. *Dynamomètre.* Ingl. *Dynamometer.* Ted. *Dynamometer.* Spagn. *Dinamòmetro.*

I. — Nozioni preliminari.

1. *Forza e lavoro.* — Lavorare meccanicamente vuol dire trasportare o trasformare la materia.

Qualsiasi specie di lavoro meccanico esige che vi sia una *resistenza da vincere*, e che *questa resistenza si vinca.*

La resistenza da vincere consiste talvolta nel peso della materia che si tratta di trascinare o di sollevare; sta negli attriti dei meccanismi a tale scopo impiegati, ossia nelle resistenze che oppongono due corpi fra loro a contatto a muoversi in alcun modo l'uno sull'altro; sta nella resistenza che la materia, sottoposta a lavorazione, oppone ad essere stirata, o compressa, piegata, ritorta, tagliata, e via dicendo.

A vincere una resistenza occorre necessariamente una *forza.* E poichè questa forza stessa, od un'altra a lei uguale, possiamo supporre applicata a tener sollevato un peso, ne segue che questa forza potremo sempre paragonare e quindi ritenere misurata da un *peso*, ossia esprimerla in *chilogrammi.*

Ma l'idea di lavoro non include solamente l'idea di uno sforzo esercitato, di una resistenza in procinto di essere vinta. Il facchino che avesse sulle spalle un peso e stesse fermo, non lavora, ma fatica. L'idea del lavoro include ad un tempo l'idea di uno *spazio*, e sia pur piccolissimo, che si fa percorrere al punto, sul quale la forza agisce; l'idea cioè di un movimento in senso contrario a quello, da cui proviene la resistenza che si tratta di vincere.

Queste due idee dello *spazio percorso* e della *resistenza vinta*, misurato il primo in *metri*, e valutata la seconda, come dicemmo, in *chilogrammi*, debbono esser combinate per via di prodotto nella misura del lavoro.

Se due uomini infatti sono impiegati a sollevare uno stesso peso, è chiaro che quello il quale doveva sollevarlo ad un'altezza due, tre, quattro volte maggiore del primo, avrà fatto un lavoro meccanico due, tre e quattro volte maggiore. E così pure, chi deve portare all'altezza di un primo piano quattro o sei miriagrammi di legna, eseguisce lavoro doppio o triplo di chi non ne ha portato che due.

2. *Il chilogrammetro, il dinamodo ed il cavallo-vapore.* — I meccanici hanno scelto per unità di misura del lavoro il *chilogrammetro*, ossia il lavoro che è necessario fare per sollevare un chilogrammo all'altezza di un metro.

Alcune volte si servono pure del *dinamodo*, colla quale parola indicano il lavoro di mille chilogrammi sollevati alla medesima altezza di un metro, ossia il lavoro di mille chilogrammetri.

Siccome poi queste due misure non portano implicitamente con sè l'indicazione del tempo impiegato a fare codesto lavoro, così è stata a tale uopo adottata una terza unità di misura, la quale fu detta *cavallo-vapore*, e che significa il lavoro di 75 chilogrammetri *sviluppato in un minuto secondo.*

3. *Dinamometri e contatori.* — A misurare un semplice sforzo servono certi apparecchi chiamati *dinamometri*, i quali consistono essenzialmente in una molla elastica, alcune volte leggermente incurvata, altre volte foggiata a spira, che si applica tra la forza da misurare e la resistenza da vincere. Dalla quantità, di cui una molla risulta distesa o compressa, si deduce il numero di chilogrammi, a cui la forza equivale; essendochè alla molla è raccomandato un indice scorrevole su di una scala che fu graduata in precedenza facendo esercitare sulla molla l'azione successiva e graduale di determinati pesi. Alcune volte all'indice è sostituita una punta di lapis ed alla scala una striscia di carta.

La velocità può essere determinata coll' osservazione misurando lo spazio percorso in metri, e tenendo conto del numero di minuti secondi impiegato a percorrerlo. E quando la velocità è molto grande, od è variabile da istante ad istante, invece della osservazione diretta, e per rimediare alla imperfezione dei nostri sensi, si adoperano i ben noti *contatori* dei giri, ed anche certi *apparecchi cronometrici*, coi quali rimane segnato au-

tomaticamente, ed in una certa scala su di una lunga striscia di carta, lo spazio che fu percorso in ogni unità di tempo.

Avendo in ogni istante lo sforzo esercitato e lo spazio percorso, si hanno i due fattori per calcolare il lavoro.

Vi sono alcuni strumenti che danno le due osservazioni già combinate fra loro, e tracciano una curva, le cui ascisse sono proporzionali allo spazio percorso, le ordinate allo sforzo esercitato, e l'area compresa rappresenta il lavoro svolto. Questi strumenti si dovrebbero dire *dinamodometri*, o meglio ancora *ergometri*, che è quanto dire *misuratori del lavoro;* ma è invalso l'uso di chiamarli anch'essi, sebbene impropriamente, col nome di *dinamometri* e di *dinamografi.*

4. *Lavoro indicato e lavoro effettivo. Indicatore delle pressioni. Freno dinamometrico.* — Se dal principio alla fine della corsa di uno stantuffo il cilindro motore si trovasse sempre in comunicazione colla caldaja, la pressione del vapore nel cilindro si manterrebbe sensibilmente costante; ed il lavoro meccanico sviluppato dal vapore, che spinge lo stantuffo motore, sarebbe, dietro la definizione data del *lavoro,* molto facilmente calcolato.

Conoscendo infatti la pressione del vapore nell'interno del cilindro, esprimendola, per es., in chilogrammi sul centimetro quadrato, basterà moltiplicare questo numero di chilogrammi per il numero di centimetri quadrati che sono contenuti nella superficie dello stantuffo, ed allora avremo la *forza* in chilogrammi, colla quale lo stantuffo motore è spinto.

Conoscendo poi il numero di giri fatti dal volante in un minuto primo, e la lunghezza della corsa dello stantuffo, riesce facile calcolare lo *spazio percorso* ad ogni minuto secondo dallo stantuffo, ossia lo spazio fatto percorrere alla resistenza dalla forza o pressione del vapore applicata contro lo stantuffo.

Moltiplicando questo spazio espresso in *metri* per la forza esercitata contro lo stantuffo, ed espressa in *chilogrammi*, avremo il lavoro sviluppato in un minuto secondo ed espresso in chilogrammetri, che, diviso per 75, ci darà in *cavalli-vapore* il lavoro esercitato dal vapore e ricevuto sulla faccia dello stantuffo motore.

Ma la pressione del vapore nel cilindro non si mantiene costante. Il vapore dalla caldaja non è ammesso nel cilindro motore che per una parte della corsa. Quando lo stantuffo è arrivato ad un terzo, od alla metà, od ai due terzi della corsa, la valvola di distribuzione del vapore chiude la luce di comunicazione del cilindro colla caldaja, e il vapore che rimane chiuso nel cilindro lavora solamente per espansione, in virtù di quella tendenza che hanno i fluidi aeriformi a dilatarsi, e ad espandersi sempre più. E, sebbene il vapore così racchiuso riceva dalla *camicia di vapore* che è attorno al cilindro una certa quantità di calore che gli è necessaria per non raffreddarsi troppo, cioè per mantenersi sempre alla pressione più elevata che gli è possibile compatibilmente col maggior volume che deve occupare nel cilindro per il continuo progredire dello stantuffo, pure, in causa del volume sempre più grande che esso deve assumere, la sua pressione va diminuendo continuamente dall'istante in cui cessa l'introduzione del vapore nel cilindro e fino a quello in cui lo stantuffo giunge in fine della corsa.

La pressione andando continuamente diminuendo, si comprende che il lavoro totale debba risultare minore di quello che sarebbesi avuto se la macchina lavorasse *a tutta pressione* dal principio alla fine della corsa; ma si comprende pure che nel periodo in cui il vapore lavora per espansione, noi utilizziamo meglio il calore del vapore.

Per calcolare adunque il lavoro è necessario conoscere la pressione del vapore nel cilindro in ogni istante, o ad intervalli di tempo fra loro uguali, ed abbastanza brevi perchè la pressione possa, per quel tempo, supporsi sensibilmente costante.

A tale scopo sogliono i meccanici far uso del così detto *indicatore delle pressioni*, ideato da Watt, e che poi ha ricevuto importanti modificazioni ed aggiunte per opera di diversi costruttori (vedi MACCHINE A VAPORE).

Avuto per mezzo dell'indicatore il *diagramma* delle pressioni dal principio alla fine della corsa dello stantuffo, si determina l'ordinata media, ossia la *pressione media*, la quale, rimanendo costante per tutta la corsa, darà lo stesso lavoro meccanico della pressione continuamente decrescente. Avuta la pressione media, il calcolo del lavoro esercitato dal vapore sulla faccia dello stantuffo motore si calcola, come dicemmo, per il caso, in cui si ha una macchina lavorante a *piena pressione* per tutta la corsa.

Al lavoro così calcolato, servendosi dell'indicatore delle pressioni, si dà il nome di *lavoro indicato.*

Chiamasi invece *lavoro effettivo* quello raccolto dalla puleggia motrice, o sul volante dell'albero motore a mezzo di una cinghia o di una ruota dentata, e che può essere misurato, ad es., per mezzo del così detto *freno dinamometrico*, come vedremo in seguito.

Il lavoro *effettivo* è sempre minore di quello *indicato*, perchè di quest'ultimo una parte è consumato a vincere gli attriti e le varie resistenze di tutti gli organi meccanici indispensabili a mantenere in movimento lo stantuffo ed a trasformare il moto rettilineo alternativo dello stantuffo in circolare continuo dell'albero motore.

Anche nelle migliori macchine a vapore il lavoro effettivo non è che i nove decimi del lavoro indicato.

5. *Forza effettiva e forza nominale.* — Per forza effettiva o forza reale di una macchina a vapore intendesi il *massimo lavoro* effettivo in cavalli-vapore che la macchina è realmente capace di sviluppare sull'albero motore.

Invece nei contratti di vendita, segnatamente dalle Case costruttrici inglesi, suolsi indicare la grandezza e quindi la forza delle macchine, a *cavalli nominali.* Suolsi, per es., dire: una locomobile a vapore della forza di *otto cavalli nominali*, od anche della *forza nominale di otto cavalli-vapore.* È bene avvertire che i cavalli nominali sono almeno del 30 al 40 per cento più grandi dei cavalli effettivi; che cioè una locomobile di otto cavalli nominali può talvolta sviluppare 12 e più cavalli effettivi. Ciò è consacrato dall'uso; e mentre permette ai costruttori una certa latitudine nelle dimensioni di tutte le parti di una macchina, ha pure il suo vantaggio dal lato dell'economia delle macchine stesse, la cui durata riesce maggiore se esse sono impiegate in modo da non dover abitualmente sviluppare tutta la forza, di cui sono effettivamente capaci. Non tutti i costruttori per altro adottano lo stesso rapporto fra il cavallo nominale ed il cavallo effettivo; nè questo rapporto è lo stesso fra macchine di uno stesso costruttore e dello stesso tipo, ma di grandezze differenti. Il cavallo nominale per le locomobili di 3 a 4 cavalli di forza è assai più piccolo del cavallo nominale per le locomobili da 8 e 10 cavalli.

6. *Modo di calcolare il lavoro col diagramma somministrato dai dinamometri, o dall'indicatore delle*

pressioni. — Se lo sforzo esercitato dal principio alla fine di un esperimento fosse risultato sempre costante, sarebbe facilissima cosa il calcolo del lavoro sviluppato, uguale al prodotto della forza esercitata, sempre costante, espressa in chilogrammi, per lo spazio percorso in tutto il tempo che si considera ed espresso in metri. Ma è quasi impossibile verificare in pratica la costanza nella intensità della forza. Supponiamo adunque il caso più generale e che più frequentemente avviene, di continua variazione nella forza motrice, e vediamo in qual modo si procede al calcolo del lavoro, onde avere poi lo sforzo medio.

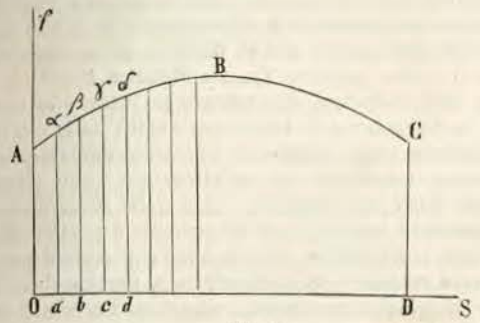


Fig. 1.

Si conducano (fig. 1) due assi di coordinate ortogonali *Os Of*. Si scelga per unità di tempo, per es., il minuto secondo, e si portino le distanze *Oa*, *ab*, *bc*, ecc. proporzionali allo spazio percorso in ogni minuto secondo; s'innalzino in *a*, *b*, *c*..... tante perpendicolari, e si porti su ciascuna di esse una ordinata $a\alpha$, $b\beta$, $c\gamma$... proporzionale allo sforzo esercitato nel minuto secondo corrispondente, e si descriverà così una curva $A\alpha\beta\gamma\delta$.... BC che prende nome di *diagramma*, in tutto analoga a quella che risulta descritta dai dinamometri a stilo, siccome vedremo tra poco, e di cui vediamo tosto tutta l'importanza pratica.

Noi possiamo infatti con tutta approssimazione supporre che la parte di curva $A\alpha$ si confonda con una linea retta, che di più durante quel minuto secondo, lo sforzo sia costante ed uguale alla media dello sforzo esercitato al principio, e di quello esercitato alla fine del minuto secondo; e quindi il lavoro in quel primo minuto secondo si avrà moltiplicando lo spazio percorso Oa per la semisomma delle due ordinate OA e $a\alpha$ che è lo sforzo medio; ossia il lavoro cercato sarà rappresentato dall'area del trapezio $Oa\alpha A$ che si ottiene appunto in tal modo. Similmente l'area mistilinea $\alpha a b \beta$ confondentesi ancora coll'area di un trapezio perchè la curva $\alpha\beta$ si può eziandio supporre retta, rappresenterà il lavoro sviluppato dal motore in un altro minuto secondo; la somma delle due aree rappresenterà il lavoro di due secondi; in una parola, il lavoro totale sviluppato dal motore in tutto il tempo considerato sarà rappresentato dall'area di tutto il diagramma, cioè dall'area OABCD.

Per misurare l'area di un diagramma, quando esso è stato tracciato da un dinamometro, non conviene guari ricorrere ai metodi analitici. Talvolta questi diagramma sono di più metri di lunghezza ed a contorno molto accidentato, come, per es., si scorge nella fig. 2 che rappresenta il diagramma disegnato da un cavallo al corso per mezzo di un dinamometro di trazione a stilo. In esso chiaramente si distinguono gli istanti corrispondenti a ciascuna strappata di briglia, come suol dirsi del repentino aumentare dello sforzo di trazione di questi motori.

In questo caso è semplicissimo ed ingegnoso il metodo proposto ed usato da Morin. Esso consiste nel pesare il rettangolo di carta, su cui sta disegnato il diagramma, dopo averne misurata la base e l'altezza per averne l'area; ritagliatolo quindi pazientemente secondo il contorno e secondo l'asse delle ascisse, si peserà la parte ritagliata che rappresenta l'area a misurarsi; facendo una semplice proporzione si troverà l'area del diagramma ossia moltiplicando l'area del rettangolo primo pesato, per il rapporto del peso del solo diagramma al peso del rettangolo. Non occorre dire che tal modo presuppone che la carta sia ben omogenea, come è quella che d'ordinario si adopera in liste continue per uso dei dinamometri.

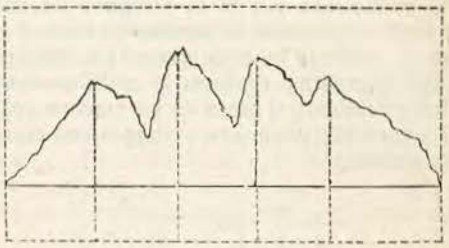


Fig. 2.

Non basta tuttavia procacciarsi il diagramma e saperne calcolare l'area; nel procedere all'esperimento, si prendono ancora tutti quei dati che sono indispensabili per passare dal quantitativo dell'area del diagramma espressa, per es., in centimetri quadrati, al quantitativo del lavoro sviluppato, espresso in chilogrammetri. Bisogna prima di tutto determinare il rapporto fra lo spazio percorso dal veicolo, e quello descritto dalla lista di carta che si sviluppa. Per ottenere praticamente questo rapporto si misura sul tronco di strada un tratto di lunghezza determinata, e lo si picchetta a distanze uguali, che saranno di 20 o 30 metri; si fa percorrere indi quel tratto dal veicolo, incominciando alcuni metri avanti al primo picchetto, e facendo svolgere la carta solo quando si è giunti al primo picchetto, il che si ottiene per mezzo di un innesto mobile, di cui è munito lo strumento. Uno degli sperimentatori, montato sul veicolo, fissatosi un punto sporgente e ben visibile di esso, darà un segnale ad ogni volta il punto segnato si troverà nel piano verticale normale alla strada e passante per uno dei picchetti accennati, ed un altro sperimentatore, premendo leggermente sulla carta una matita, che tosto si rialzerà in virtù di una piccola molla, farà così segnare sulla striscia di carta un punto ad ogni picchetto. Se 300 metri è lo spazio percorso ed i picchetti furono piantati a 30 metri di distanza, avremo sulla striscia di carta dieci distanze, le quali dovrebbero esser esattamente uguali. Siccome ciò non avviene in pratica, si prende la media di quelle dieci distanze, e si avrà il rapporto cercato dividendo la lunghezza di 30 metri per quella media. Si ha così un numero, generalmente maggiore dell'unità, per il quale moltiplicando la lunghezza del diagramma, si otterrà lo spazio effettivamente percorso. Ed avendosi ottenuta l'area del diagramma, converrà moltiplicarla per questo primo coefficiente.

Bisogna inoltre conoscere con quale coefficiente si debbono moltiplicare le ordinate, misurate, per es., in metri perchè ci rappresentino effettivamente degli sforzi in chilogrammi; ossia bisognerebbe conoscere lo sforzo di trazione che si dovrebbe esercitare perchè la molla possa assumere la saetta di 1 metro; si comprende però che

questa quantità non dev'essere considerata in senso assoluto; la molla infatti si romperebbe molto prima di esser assoggettata a tale sforzo; e d'altra parte le ordinate anzichè la lunghezza di un metro non raggiungono mai quella di un decimetro. Ad ogni modo la determinazione di questo coefficiente è operazione di grande difficoltà, e che si eseguisce una volta per sempre con molta cura negli stabilimenti stessi, in cui si costruiscono i dinamometri; per cui su una delle molle dello strumento sta scritto che per uno sforzo di un chilogramma si produce la saetta di millimetri 0,...; dividendo quindi l'unità per metri 0,000... si avrà il numero dei chilogrammi che farebbe assumere alla molla la saetta di un metro; ed è appunto questo numero il secondo coefficiente che ci fa bisogno; essendochè il primo traduce le ascisse al loro valore reale, il secondo traduce le ordinate in chilogrammi; e, moltiplicando l'area del diagramma espressa in metri quadrati per i detti due coefficienti, si passa da un numero proporzionale al lavoro effettivamente sviluppato ed espresso in chilogrammetri.

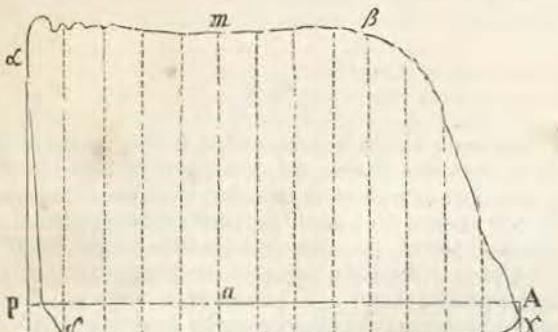


Fig. 3.

Rimane a considerare il caso, in cui si tratti di una macchina a vapore, od a gas-luce, ad aria compressa e via dicendo, quando cioè il diagramma del lavoro si sia rilevato per mezzo dell'indicatore delle pressioni.

La fig. 3 ci rappresenta, a mo' d'esempio, un diagramma rilevato coll'indicatore da una macchina a vapore. Tolto il foglio di carta dall'indicatore, vi si trova la curva $\alpha\beta\gamma\delta$ e la linea retta PA. Quest'ultima ci rappresenta in una certa scala la lunghezza della corsa dello stantuffo motore, ed è la linea descritta dal lapis dell'indicatore, quando il cilindretto dell'indicatore non si trova ancora in comunicazione coll'interno del cilindro della macchina motrice; per cui contro il piccolo stantuffo dello strumento agisce la sola pressione atmosferica; e quella linea è detta perciò *linea della pressione atmosferica*. Quando invece fu aperta la chiavetta dell'indicatore, ed il vapore potè esercitare la sua pressione anche contro lo stantuffo dell'indicatore, pressione che si suppone subito superiore a quella atmosferica, allora la matita venne in sull'istante spinta dal punto P sino in α, e si mantenne presso a poco a quell'altezza segnando una certa linea $\alpha\beta$, quasi retta ed orizzontale, finchè la pressione nell'interno del cilindro motore, col progredire dello stantuffo, rimase la stessa. Chiusa poi dal cassetto di distribuzione del vapore la luce d'introduzione del vapore nel cilindro motore, il vapore lavora allora per espansione, ossia la pressione diminuisce, e la curva discende, finchè, apertasi la luce di scarica ed incominciata la corsa retrograda, il vapore fu fatto passare nel condensatore, ove regna una pressione inferiore a quella atmosferica; ed è per ciò che vediamo la curva discesa secondo $\gamma n\delta$ al dissotto della linea PA, mentre ne sarebbe stata un tantino al dissopra, se la macchina non fosse stata a condensazione, ossia, se il vapore si fosse fatto scaricare direttamente nell'atmosfera.

L'area chiusa del diagramma è quella che ci deve dare la misura del lavoro esercitato dal vapore contro una faccia dello stantuffo motore durante un colpo completo.

Ed ecco come: Si incomincia dal condurre al dissotto della linea PA una retta ad essa parallela e distante da questa di tanto quanto si abbasserebbe la molla dell'indicatore nell'ipotesi che al dissotto dello stantuffo vi fosse il vuoto perfetto. Questa distanza si prende sulla scala dell'indicatore, equivalente all'intervallo che misura la variazione di lunghezza subita dalla molla dell'indicatore sotto l'azione di un carico equivalente alla pressione esercitata da un'atmosfera sullo stantuffo. Questa linea pn' chiamasi *linea delle pressioni nulle*. Le pressioni misurate sul diagramma a partire da questa linea, come, per es., om chiamansi pressioni *assolute*, e diconsi *relative* quelle misurate a partire dalla linea della pressione atmosferica, come am. Tracciata questa linea, le si conducono due perpendicolari $p\alpha$ $n'\gamma$ tangenti alla curva del diagramma.

La curva $\alpha\beta\gamma$ è quella descritta nella corsa diretta dello stantuffo, e la $\gamma\delta\alpha$ è quella descritta nella corsa retrograda. Un'ordinata qualunque om rappresenta la pressione assoluta esercitata sopra l'unità di superficie dello stantuffo, quando esso occupa la posizione o della sua corsa pn', ed on ci dà la contropressione che si avea nella corsa retrograda, quando lo stantuffo era anche in o; ma, siccome ordinariamente le macchine sono a doppio effetto, e la corsa, che è retrograda per una camera del cilindro, diventa diretta per l'altra macchina, ne segue che il valore della pressione utile od effettiva sarà misurato dal valore della differenza $om - on = mn$. Noi possiamo qui, ripetendo quanto si disse testè nel caso dei diagrammi per i motori animati, dire che l'area $p\alpha\beta\gamma n'$ ci rappresenta il lavoro fatto dal vapore sopra l'unità di superficie della faccia dello stantuffo considerata, e che l'area $\alpha\delta\gamma n'p$ rappresenta il lavoro consumato dalla contropressione del vapore sopra la unità di superficie dell'altra faccia dello stantuffo; dunque la differenza di queste due aree, cioè l'area del diagramma $\alpha\beta\gamma\delta$ è proporzionale al lavoro effettivo sviluppato dal vapore nella corsa diretta sopra ogni unità di superficie.

La misura del lavoro di una macchina a fuoco è così ridotta a trovare l'area di un diagramma, o meglio le aree di una certa quantità di diagrammi. Si ricorre perciò ai metodi di quadratura analitici, alle regole di Bezout, ecc. (V. MATEMATICA), oppure all'uso del planimetro (V. MACCHINE DA CALCOLARE).

Trovata l'area s di un diagramma, espressa, per es., in centimetri quadrati, per trovare il lavoro da essa area rappresentato ed espresso in chilogrammetri, diremo l la lunghezza pn' del diagramma espressa in centimetri; dividendo l'area per la lunghezza l si avrà l'ordinata o pressione media $\frac{s}{l}$ rappresentata in misura lineare nel nostro caso in centimetri. Per averne dapprima il valore in atmosfere, suppongasi che un centimetro sulla scala dell'indicatore rappresenti n atmosfere; la pressione media sarà data da $\frac{s}{l}n$ atmosfere; e vo-

lendola ancora espressa in chilogrammi sul metro quadrato, siccome la pressione di un'atmosfera corrisponde a 10,330 chilogrammi sul metro quadrato, si scriverà: $\frac{s}{l} n.10330$. Questa sarà dunque la pressione media in chilogrammi esercitata durante un colpo di stantuffo su di un metro quadrato dello stantuffo medesimo. Moltiplicando per S area dello stantuffo espressa in metri quadrati, si avrà la pressione totale esercitata contro lo stantuffo, la qual pressione moltiplicata per la corsa dello stantuffo, cioè, per lo spazio da essa percorso che diremo L, espresso pure in metri, si avrà il lavoro cercato del vapore su di una faccia dello stantuffo ed in un colpo di stantuffo, quale appunto era rappresentato dall'area del diagramma, espresso in chilogrammetri da:

$$10330.SL\frac{s}{l} n.$$

Se la macchina è a doppio effetto, come quasi sempre avviene, e non siasi ricavato un altro diagramma per l'altra camera del cilindro, si moltiplicherà per 2 questa espressione. Siccome poi cercasi sempre il lavoro fatto dal vapore non già ad ogni giro dell'albero motore, ma bensì per ogni minuto secondo, bisogna, mentre si rileva il diagramma, procurarsi ancora il numero di giri o la frazione di giro fatto dalla macchina in quel tempo, osservando su di un contatore il numero di giri dato in un minuto primo, e dividendolo per 60.

Sul lavoro dato dall'indicatore è d'uopo ancora fare una correzione, essendo esso sempre minore del vero; diffatti le fughe del vapore attraverso l'indicatore, le dispersioni di calore, e l'attrito che soffre l'indicatore nel muoversi dentro l'apparecchio, sono tutte cause perturbatrici che rendono i risultati ottenuti con simile strumento alquanto minori del vero; onde si suole dai costruttori moltiplicare il lavoro calcolato, come sopra si disse, per 9/8. Non solo la fedeltà dell'indicatore rimane scemata dalle accennate cause, ma altre ve ne sono ancora, come, ad es., l'inerzia della molla dell'indicatore, l'elasticità delle cordicelle di trasmissione, le quali fanno sì che il contorno dei diagrammi presenti ondulazioni più o meno pronunciate. Se non sono esse troppo sensibili, come, per es., quelle nella vicinanza del punto α (fig. 3), se ne può approssimativamente tener conto, sostituendovi una curva media.

II. — Classificazione dei dinamometri.

7. L'impiego dei dinamometri è tra le più belle, recenti ed importanti applicazioni della scienza all'industria.

I primi passi fatti su questa via datano tutto al più dal principio di questo secolo, e debbonsi a Watt, Regnier, Prony, Eytelwein, ed altri; i più notevoli perfezionamenti a Poncelet, e specialmente ad Arturo Morin.

Ed è in virtù di codesti perfezionamenti che oggidì è possibile misurare il lavoro meccanico sviluppato da qualsiasi motore, o consumato da una macchina operatrice qualsiasi. Gioverà tuttavia avvertire che non trattasi punto di strumenti od apparecchi capaci di somministrare misure matematicamente precise, ma di dare quei non lati limiti entro cui si circoscrive la quantità cercata, e la cui conoscenza accompagnata da giudizioso discernimento è più che sufficiente norma per la pratica.

I dinamometri possono essere classificati secondo il principio fisico sul quale si fondano, ed allora abbiamo i dinamometri a *molla*, quelli a *frizione*, i dinamometri *differenziali*, i dinamometri *ottici*, *termici*, ecc.; ovvero, secondo l'uso al quale sono destinati, ed abbiamo i dinamometri *a trazione*, gli *indicatori delle pressioni*, i *freni* dinamometrici, i dinamometri *a rotazione;* od infine secondo la natura e la forma delle indicazioni che somministrano, ed abbiamo allora i dinamometri ad *indice*, a *quadrante*, a *contatore* od *integratori* del lavoro, i *dinamografi autoregistratori*, ecc.

Nel trattare tale argomento non seguiremo precisamente alcune delle anzidette classificazioni, ma il lettore dovrà tenerle presenti promiscuamente tutte, e ciò per la possibilità di adattare una disposizione a parecchi usi, o lo stesso principio a strumenti diversi.

Dinamometri a molla.

8. Per misurare forze qualsiasi, ossia per conoscerne la intensità espressa in chilogrammi si adoperano generalmente *dinamometri a molla*, i quali prendono diversi nomi a seconda dell'uso per il quale sono costruiti; così abbiamo i *pesi a molla* o *bilancie a molla tascabili* per i piccoli pesi, abbiamo i *dinamometri di trazione* per misurare lo sforzo di trazione degli animali da tiro, o di una locomotiva; abbiamo le *manovelle dinamometriche* per misurare lo sforzo muscolare esercitato da un uomo applicato a girare una manovella; abbiamo i *dinamometri di rotazione* per misurare la forza in ogni istante trasmessa dalla cinghia motrice ad una macchina operatrice; abbiamo gli *indicatori delle pressioni* per misurare come varii la pressione che il vapore esercita in un cilindro motore contro lo stantuffo durante l'intiera corsa del medesimo, e via dicendo.

Le molle, che si impiegano in tutti codesti strumenti, sono d'acciajo duro, ed è dalla maggiore o minore deformazione prodotta applicandovi la forza da misurare, che si argomenta della maggiore o minore intensità della forza stessa; la deformazione è misurata mediante una graduazione, o rettilinea, o ad arco di circolo, sulla quale scorre o longitudinalmente, od in giro un indice attaccato direttamente o indirettamente all'estremità libera della molla.

Vedesi dunque che codeste molle devono essere *perfettamente elastiche*, ossia è necessario che dopo avere subìto una deformazione qualsiasi sotto l'azione di una determinata forza, appena cessa l'azione di questa forza, cessi pure completamente la deformazione della molla, che la molla ritorni alla precisa forma di prima. Perchè ciò avvenga bisogna pure avere l'avvertenza che la forza la quale si applica alla molla sia proporzionata alle dimensioni della medesima, ossia che essa sia in ogni caso inferiore al limite di elasticità. Se la forza che si vuole misurare supera il limite di elasticità della molla, allora si verifica nella molla una deformazione permanente; la molla, ancorchè cessi l'azione della forza che l'ha deformata, non ritorna più alla posizione di prima, l'indice della graduazione non ritorna più precisamente a 0, e il dinamometro non è più servibile o quanto meno ha d'uopo di essere nuovamente *tarato*. Perciò su qualsiasi dinamometro, di piccola o di grande portata sta sempre scritto il limite massimo in chilogrammi delle forze che con esso si possono misurare, ed è prudenza rimanere sempre alquanto al dissotto di tal limite.

Alle molle per i dinamometri si sogliono dare forme diverse; talvolta si fanno ad elica come quella delle figure 4 e 14; talvolta sono semplicemente incurvate a C (fig. 7), o ad anello aperto (fig. 6), od a circuito chiuso e più o meno allungato (fig. 8); talvolta ancora sono semplici sbarre rettilinee, fra loro riunite invariabil-

mente alle estremità, e costrette ad inflettersi sul loro mezzo (fig. 9).

9. Nella fig. 4 abbiamo un primo esempio di molla ad elica, applicata ad una *bilancia a molla* di forma tascabile e che serve per i piccoli pesi. Essa è attaccata per mezzo dell'anello C ad un punto fisso qualunque, o può essere per mezzo di tale anello tenuta sospesa a mano. A tale anello è attaccata l'asta graduata AB, la quale termina in una specie di disco piatto B, scorrevole coll'asta stessa, a guisa di stantuffo, in una scatola cilindrica BD. La scatola cilindrica DE, lunga quanto l'asta graduata, è terminata superiormente da un cappello D attraverso cui può scorrere a dolce fregamento, e guidata nel suo movimento rettilineo secondo il proprio asse, l'asta graduata AB. L'estremità inferiore E di detta asta porta un uncino H a cui dev'essere attaccata la merce che si vuole pesare, od applicata la forza che si deve misurare. La molla avvolta ad elica attorno all'asta graduata, e rinchiusa nella scatola cilindrica, è fissata per la sua estremità inferiore allo stantuffo B, e superiormente contro il cappello D. Gli allungamenti ed accor-



Fig. 5.

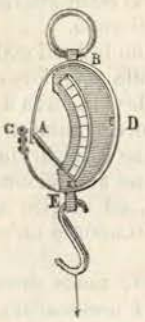


Fig. 6.



Fig. 4.

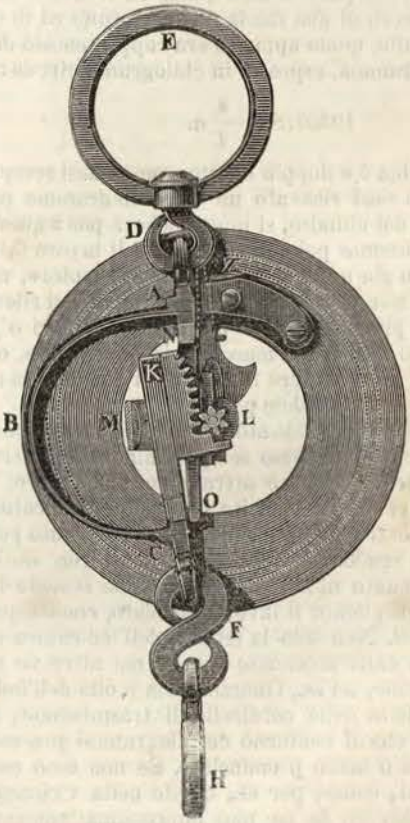


Fig. 7.

ciamenti della molla destinati ad indicare l'intensità delle forze successivamente applicate, hanno luogo nel senso dell'asse. Quando la forza applicata è nulla, la molla è tutta distesa e lo stantuffo B si trova in fondo della scatola; la graduazione dell'asta è tutta nascosta. Applicando dei pesi all'uncino H la scatola cilindrica discende, la molla rimane compressa tra il cappello D ed il cilindro B, e superiormente al cappello D rimane scoperta una parte della graduazione, e si può leggere il numero di chilogrammi e frazioni di chilogrammi corrispondente al peso applicato in H. La divisione sull'asta AB vuole essere fatta sperimentalmente, servendosi di pesi conosciuti e facendo sull'asta, per ogni peso applicato, un tratto orizzontale. Quivi lo stesso spigolo superiore del cappello D tagliato a filo fa l'uffizio d'indice, ed i tratti orizzontali vogliono essere fatti dove l'indice si ferma, dopo le inevitabili piccole oscillazioni della molla ad ogni accrescimento di peso. In generale mantenendosi i pesi nei limiti della elasticità perfetta della molla, segnati due tratti, l'uno corrispondente al peso minimo e l'altro a un peso decuplo, si divide l'intervallo in 10 parti uguali.

10. Nella figura 5 abbiamo un esempio di molla ad angolo con graduazione circolare che serve come di bilancia a mano, e nella fig. 6 un'altra simile, ma più perfezionata e più sensibile ad anello aperto, applicata allo scopo di servirsene per determinare piccoli pesi o piccole forze. Questa bilancia vuol essere tenuta sospesa all'anello B. La molla ABDEC porta all'estremità libera C un indice che le è fissato a cerniera, e trovasi appoggiato in A in apertura retrangolare appositamente fatta. Il disco che porta la graduazione è fissato alla molla nel punto D. Il peso o la forza da determinare è applicato in E per mezzo dell'uncino ad S. Ognun vede che effetto della forza P sarà quello di allungare nel senso BE la molla, per cui abbassandosi il punto C ed alzandosi il punto A l'indice è sollevato. Anche qui la divisione vuole essere stabilita per mezzo di pesi conosciuti.

11. Nella fig. 7 abbiamo un altro esempio di bilancia a molla fondato sullo stesso principio della precedente, ma con disposizioni e dimensioni adatte a misurare forze più considerevoli. Come la precedente la bilancia vuol essere

sospesa ad un punto fisso, mediante l'anello E. La molla ABC, che ha la forma di un C, è attaccata in A all'anello di sospensione, il quale porta pure il disco circolare, graduato BD, ed i cuscinetti d'appoggio di un asse, che è nel centro di detto disco. All'altra estremità C della molla è applicato il peso o la forza da misurare a mezzo dell'uncino ad S, F e del gancio H. L'estremità C porta ancora l'asta CK superiormente munita di una dentiera, la quale imbocca col rocchetto di centro L, inalberato sull'asse che porta l'indice LZ. Applicando dei pesi in H, l'estremità C della molla si abbassa e seco trascina il braccio dentato, che fa girare il rocchetto e l'indice della graduazione.

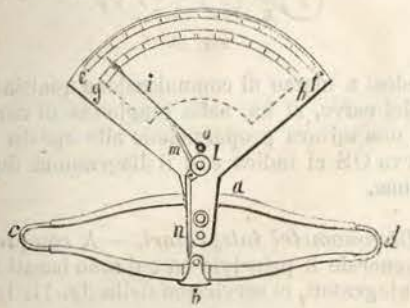


Fig. 8.

12. *Dinamometro di Regnier.* — Nella fig. 8 è rappresentato il *dinamometro di Regnier*, il quale è d'uso assai più generale dei precedenti, e serve nello stesso tempo, ed egualmente bene tanto per misurare sforzi tenui, che per sforzi considerevoli. A tale scopo la molla *abcd* ha la forma che molto si avvicina ad una ellisse alquanto allungata. La deformazione della molla può essere ottenuta, sia tentando di ravvicinare i due punti *a* e *b*, come quando si voglia sperimentare, ad esempio, la forza muscolare che noi possiamo esercitare colle due mani, stringendo colle mani la molla nel senso trasversale indicato; sia tentando di allontanare i due punti *c* e *d*, ossia applicando la forza in senso longitudinale. Vi sono perciò due graduazioni diverse corrispondentemente ai due casi; essendo troppo evidente che l'avvicinamento dei punti *a* e *b* ottenuto direttamente con una forza secondo *ab* esige molto minor forza che non l'avvicinamento degli stessi due punti ottenuto mediante una forza di trazione nel senso *cd*, ossia perpendicolarmente alla deformazione. Il modo col quale la deformazione della molla è indicata sulla graduazione risulta molto chiaramente dalla stessa figura. Mentre il settore che porta le due graduazioni *ef*, *gh* e col settore l'indice *i* girevole attorno ad *o* si trovano raccomandati al punto *a* della molla, all'altro punto *b* è raccomandata l'estremità di un'asta *n*, la quale comanda una leva angolare. Il braccio libero *m* di questa leva è una specie di dito, il quale spinge a girare l'indice *i* di un angolo tanto più grande, quanto maggiore è il riavvicinamento dei due punti *a* e *b* della molla. Quando cessa l'azione della forza a misurare, e con essa la deformazione della molla, il dito *m* ritorna alla sua posizione primitiva, a dare indizio che non vi fu deformazione permanente, e che la molla si trova in buone condizioni; e l'indice *i* rimane a suo posto, ad indicare lo sforzo massimo esercitatosi sulla molla durante l'esperimento. Dopo letto e registrato il risultato, si riconduce a mano l'indice *i* alla posizione iniziale.

13. *Dinamometro a molla del Generale Morin.* — Più preciso di tutti i precedenti, più perfezionato nelle sue parti essenziali, e generalmente adoperato in esperimenti di precisione, è il dinamometro a molla del generale Morin. Esso è costituito da due molle rettilinee perfettamente uguali AB e CD (vedute di costa sulla fig. 9 che rappresenta il dinamometro in pianta), lunghe da 25 a 50 centimetri, a seconda delle dimensioni e degli usi del dinamometro. Queste molle hanno sezione rettangolare, di altezza generalmente costante e di spessezza che va leggermente diminuendo dal mezzo verso le estremità. La forza P da misurare è applicata in M sul mezzo della molla AB; il punto di mezzo N della molla CD si raccomanda a un punto fisso. Le due molle AB e CD essendo riunite insieme alle due estre-

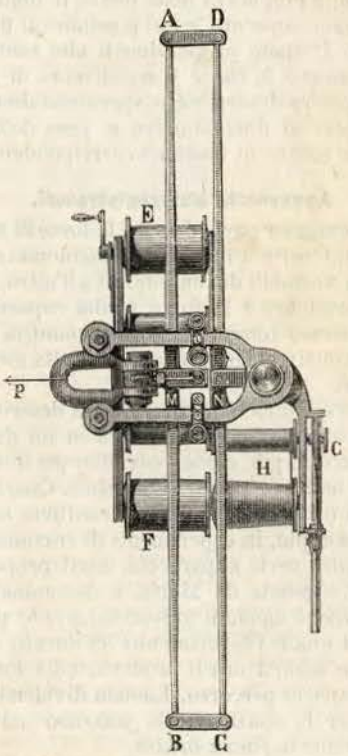


Fig. 9.

mità dalle traverse rigide BC e AD, la forza applicata in M è misurata dall'allontanamento dei due punti di mezzo M ed N. Così, per esempio, volendosi sperimentare la forza di trazione sviluppata da un cavallo nel trascinare un carro, si attacca la catena di trazione del cavallo per mezzo di apposito anello al punto M, e il carro da tirare è assicurato ad N.

Se le molle fossero di sezione costante dal mezzo alle estremità, e lunghe l, larghe b, spesse h, la saetta di flessione di una molla assoggettata nel mezzo al tiro trasversale di una forza P sarebbe:

$$a = \frac{1}{4}\frac{\mathrm{P}\,l^3}{\mathrm{E}\,b\,h^3}$$

essendo E il modulo di elasticità della materia di cui è fatta la molla. Essendo due le molle che si inflettono, la deformazione totale, ossia l'allontanamento dei punti M ed N sarebbe dato dall'espressione:

$$s = \frac{1}{2}\frac{\mathrm{P}\,l^3}{\mathrm{E}\,b\,h^3}$$

Ma siccome per economia di materia le molle sono foggiate a *solido di egual resistenza*, ossia hanno sol-

tanto nel loro punto di mezzo la spessezza h, e questa spessezza va diminuendo dal mezzo agli estremi, in tal caso, che è quello della pratica, la flessione è doppia, ossia abbiamo:

$$s = \frac{P L^3}{E b h^3}.$$

Osservando che l, E, b ed h sono numeri costanti per un determinato dinamometro, i quali non cambiano da un esperimento all'altro, possiamo rappresentare colla sola lettera k il numero $\frac{l^3}{E b h^3}$ e scrivere $s = k P$.

Adoperando buon acciajo, e limitando le flessioni s ad un decimo della lunghezza delle molle, il limite di elasticità non rimane superato, e noi possiamo di più ritenere che le forze P siano proporzionali alle saette di flessione s. Il numero k, che è il coefficiente di proporzionalità, può essere determinato sperimentalmente attaccando dei pesi al dinamometro a vece delle forze, e misurando le saette di flessione corrispondenti.

Apparecchi autoregistratori.

14. Nella maggior parte dei casi le forze di cui si vuole conoscere l'intensità a mezzo dei dinamometri non sono costanti, ma variabili da un istante all'altro, e ciò che occorre determinare è la forza media capace di sviluppare nello stesso tempo la stessa quantità di lavoro meccanico effettivamente sviluppato dalla forza d'intensità variabile.

Gli apparecchi dinamometrici fin qui descritti servono solo ad indicare il valore della forza in un determinato istante, o tutto al più, come vedemmo pel dinamometro Regnier, ad indicare lo sforzo massimo. Quando la forza da misurare è soggetta a forti e continue oscillazioni, come, per esempio, in esperimenti di trazione animale, sono molto utili certi apparecchi, stati proposti prima da Poncelet, e poscia da Morin, e denominati *integratori*, inquantochè danno il *lavoro integrato* per tutto il tempo per il quale l'esperimento ha durato, o in altre parole danno addirittura il prodotto della forza sviluppata per lo spazio percorso. Laonde dividendo il lavoro integrato per lo spazio totale percorso nel medesimo tempo si ottiene la *forza media*.

Codesti apparecchi integratori si dividono in due categorie, secondochè danno il lavoro integrato per mezzo dell'area (diagramma) racchiusa da una linea curva, segnata dall'apparecchio per mezzo di uno stilo o di una punta a lapis sopra una striscia di carta (*dinamometri a stilo* o *dinamografi*), ovvero esprimono con un numero di giri il lavoro integrato (dinamometri *integratori* propriamente detti).

15. *Dinamografi.* — Il dinamometro rappresentato dalla fig. 9 è a stilo, ossia di quelli che danno tracciato su d'una lista di carta il diagramma degli sforzi esercitati in ogni istante, e per tutto il tempo per il quale dura l'esperimento. Ma a meglio comprendere il principio su cui sono basati codesti apparecchi, ci serviremo anzitutto della figura schematica 10. Sieno A B e C D le due molle. Al punto di mezzo N di quella di dietro, che è il punto di applicazione della resistenza, sono raccomandati gli assi di tre tamburi, destinati a svolgere da una parte ed avvolgere dall'altra una lunga striscia di carta, ed a mantenerla ben tesa sotto ad uno stilo M S, o punta a lapis, applicata al punto di mezzo M della molla anteriore, cioè nel punto stesso di applicazione della forza traente. In N il dinamometro è applicato, per es., al carro che si deve trascinare, ed in M alla catena di trazione del cavallo. Il lapis M S nota con un'ordinata sulla striscia di carta lo scarto dei due punti M ed N proporzionale alla forza di trazione esercitata. Svolgendosi dal cilindro E la striscia di carta per avvolgersi sul cilindro F, e tale movimento

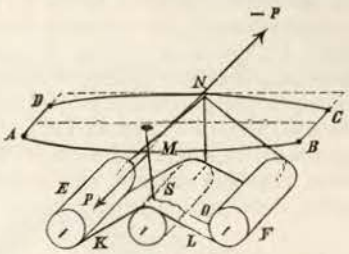


Fig. 10.

ottenendosi a mezzo di comunicazione qualsiasi da una ruota del carro, si ha, nella lunghezza di carta che si svolge, una misura proporzionale allo spazio percorso, e la curva O S ci indica così il diagramma degli sforzi di trazione.

16. *Dinamometri integratori.* — A comprendere in modo generale il principio su cui sono basati i dinamometri integratori, ci serviremo della fig. 11. In essa ab-

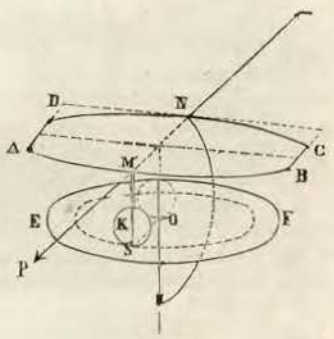


Fig. 11.

biamo un disco orizzontale E F, il quale è raccomandato al punto di mezzo N della molla posteriore C D, ed una rotella girevole in piano verticale K S unita al punto di mezzo M della molla anteriore A B, e premuta dolcemente contro il disco E F, per cui in virtù dell'attrito prodotto da tale pressione, essa prende a girare attorno al proprio asse in K, girando il disco E F attorno al proprio asse verticale O.

Se indichiamo con n il numero dei giri per minuto primo dato dal disco E F, e con z la distanza del centro O del disco E F dal punto di contatto S della rotella col disco, la velocità del punto S appartenente al disco E F è data dall'espressione:

$$v = \frac{2 \pi z n}{60}.$$

Indicando con n' il numero dei giri della rotella K S, e con r il raggio K S della medesima, la velocità del punto S, come appartenente a tale rotella, è data dall'espressione:

$$v = \frac{2 \pi r n'}{60}.$$

Le due velocità dovendo essere uguali, ne deriva la condizione:

$$n' r = n z, \quad \text{ossia:} \quad n' = \frac{n z}{r}.$$

Se le due molle non sono in tensione, la rotella tocca il piano del disco E F nel centro O; epperò la distanza $OS = z$ è proporzionale alla forza di trazione P.

Il movimento di rotazione al disco E F è comunicato dal veicolo, epperò si può dedurre facilmente il numero dei giri n dal cammino percorso dal carro durante l'esperimento.

Onde, la distanza z cresce col crescere della forza di trazione P, il numero dei giri n cresce col crescere dello spazio, che diremo s, percorso dal veicolo; ed il numero dei giri n' cresce col crescere del prodotto della forza P per il cammino s, ossia è proporzionale al lavoro L sviluppato; ossia avendosi $z = \alpha P$ ed $n = \beta s$, abbiamo pure:

$$L = \frac{\alpha \beta P s}{r} = \mu P s,$$

dove con μ si indica un coefficiente numerico costante, il quale dipende dalla forma e dalle dimensioni dello strumento che si adopera.

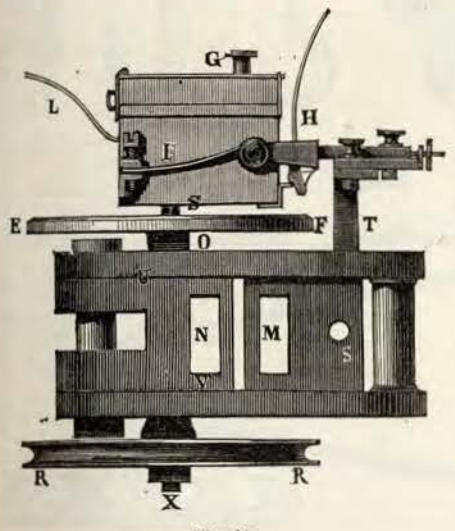


Fig 12.

Nella fig. 12 risultano i particolari di costruzione di uno di tali apparecchi integratori. Nella finestra rettangolare N del telajo U V passa la molla, che si è solidamente fissata nel suo punto di mezzo; il telajo porta ancora l'asse verticale O X, che per mezzo della puleggia a gola R R trasmette il movimento di rotazione al disco E F. Della rotella K S non vediamo che una piccola parte S, che posa sul centro del disco E F. La restante parte è chiusa dentro la cassetta I G, la quale contiene un congegno di ruote contatore del numero dei giri della rotella S. Due molle I premono sulla scatola che porta la rotella, e quindi regolano la pressione sul disco E F durante l'osservazione, mentre quando l'apparecchio non deve funzionare le due leve L ed H servono a sollevare e tener sospesa in alto la cassetta. Questa cassetta colla rotella S e coll'apparecchio contatore è portata dal sostegno scorrevole M Z T, il quale è attraversato in M dall'altra molla di flessione, quella cioè a cui dev'essere applicata la forza di trazione.

Dinamografi a trazione.

17. *Dinamografo di Kraft.* — Questo strumento, il quale vuolsi ideato dal barone Adamo Burgh, è molto adoperato in Germania, nell'Impero Austriaco ed in Italia, segnatamente in occasione di Concorsi agricoli. Costrutto da E. Kraft e figlio di Vienna, si fonda sul principio del dinamometro a molla ellittica di Regnier, poc'anzi descritto, coll'addizione appunto molto ingegnosa di un meccanismo registratore grafico a motore indipendente o cronometrico. Quindi esso appartiene al novero dei dinamografi a molla ed a moto continuo, i quali registrano i valori dello sforzo corrispondenti ad ogni istante dell'intervallo di tempo per cui dura l'esperimento: così che col medesimo si può eziandio ottenere lo sforzo medio esercitato, mentre il dinamometro di Regnier è soltanto capace di somministrare lo sforzo massimo. Lo strumento in discorso trovasi rappresentato per mezzo della sua elevazione principale nella fig. 13. Nelle figure che contornano la figura principale sono disegnati varii particolari riferentisi ad alcuni pezzi accessorii, necessarii per le diverse applicazioni dello strumento, ed alla forma ed al calcolo dei diagrammi da esso somministrati.

Una molla ellittica d'acciajo A trovasi, in una delle estremità del suo asse minore, congiunta al centro di un gran settore circolare o piastra d'ottone F. A questa piastra sono anche raccomandate tutte le altre parti dello strumento, epperò gli aghi indicatori degli sforzi ed il meccanismo per la registrazione grafica di questi sforzi con motore cronometrico. In b sulla medesima piastra F sorge il pernio di rotazione di una leva angolare, della quale uno dei bracci B snodato in r va ad unirsi, parimente a snodo, con una piccola staffa a fissata per mezzo d'una vite di pressione sull'altra estremità dell'asse minore della molla A. L'altro braccio C della leva, che invece è rigido in tutta la sua lunghezza, porta presso il suo estremo libero, e nel senso longitudinale, scolpita una breve feritoja, entro la quale sta prigioniero un cilindretto d che è annesso al braccio D, portante gli indici f e g dello strumento, in un col meccanismo registratore, e girevole sulla piastra F intorno al centro e. Dopo ciò è manifesto che, rendendo l'ellisse della molla più schiacciato sia col tirare questa per la estremità dell'asse maggiore, come quando debbonsi misurare sforzi di trazione, sia comprimendo la molla sulle estremità dell'asse minore, come avviene per la misura degli sforzi di compressione, il vertice a della molla si avvicina al vertice opposto, la leva angolare BC prende a girare d'una certa quantità, e col suo braccio C costringe il porta-aghi a spostarsi, camminando questi verso dritto sulla graduazione circolare di una quantità proporzionale all'intensità dello sforzo esercitato. A questo punto torna in acconcio di far notare che la graduazione è duplice, ossia che due sono in essa gli archi graduati, dei quali l'uno di raggio maggiore si riferisce agli sforzi di trazione, e l'altro invece agli sforzi di compressione. Osservando la numerazione di questi archi si riconosce facilmente che pei primi sforzi la portata dello strumento sale fino a 900 chilogrammi, mentre per quelli di compressione va soltanto fino ai 100 chilogrammi. Relativamente alla leva angolare più volte menzionata, farò notare ancora che una molla i, applicata al braccio C di questa leva, ha unicamente l'ufficio di mantenere a sito una piccola chiave, la quale si toglie allorquando si vuole liberare il cilindretto d, e quindi il braccio D, dalla sua unione colla leva medesima per smontare il meccanismo registratore.

Esaminiamo ora in modo speciale, attesa la sua grande importanza, la disposizione data dal costruttore allo stesso meccanismo registratore. La porzione della piastra F abbracciata dalla graduazione è alquanto rilevata sulla faccia anteriore di questa piastra, alla quale faccia inoltre trovasi sovrapposta come una piastra di rinforzo E di forma consimile e di dimensioni tali da lasciare

fra essa e la graduazione una zona F, entro cui viene adagiata la lista di carta I che è disegnata a fianco, convenientemente ritagliata e destinata a ricevere il diagramma, vale a dire la curva degli sforzi, ai quali è sottoposta la molla A durante l'esperimento. Questa lista di carta si ritaglia mercè d'apposita sagoma metallica compresa tra i pezzi accessorii del dinamografo. Nell'eseguire questa operazione si praticano ad un tempo nella lista di carta quattro fori circolari, due *s*, *s'* di diametro alquanto maggiore degli altri due *t*, *t'*. Preparata così la lista di carta, si colloca a suo luogo entro la zona testè accennata, togliendo prima le due viti *h*, *k*, e con queste viti eziandio due laminette metalliche movibili formanti come i bordi laterali della zona, e poscia applicando sulla zona la carta in maniera che i due fori più piccoli risultino infilati sopra due piccole punte sporgenti sulla piastra F. In questo modo la carta rimane senz'altro disposta al suo luogo; e più non devesi se non fissarvela, ciò che si fa rimettendo le due laminette, portanti fori analoghi a quelli della carta, in guisa che i fori minori coincidano colle due punte su cennate. Finalmente ancora si ricollocheranno al loro sito le due

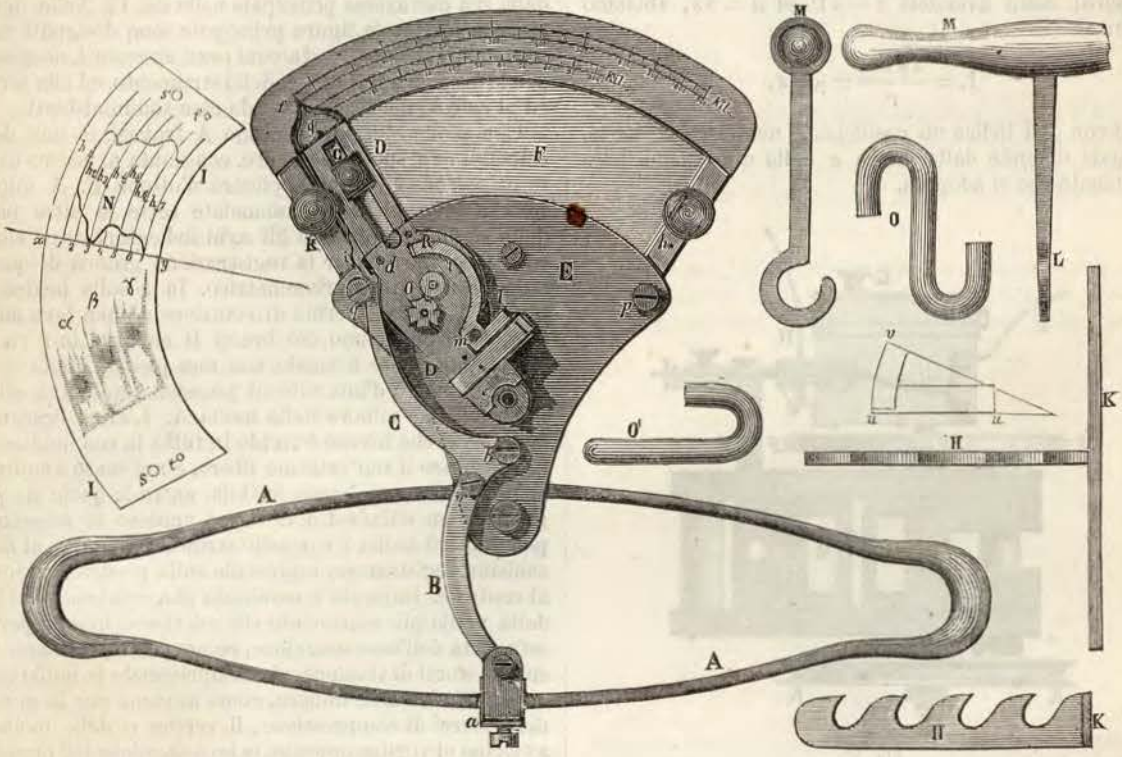


Fig. 13.

viti *h* e *k*, dopo d'avere fatto girare attorno alle punte le due laminette tanto da ottenere l'esatta sovrapposizione dei fori di maggior diametro delle stesse laminette e della carta.

Si è già avvertito che il meccanismo motore, il quale consiste in un motore d'orologieria a molla, è interamente raccomandato al braccio D in un colla matita pel tracciamento del diagramma. Il movimento d'orologieria si monta per mezzo d'una chiavetta ordinaria applicata all'asse *o*, a cui va annesso un arresto conosciuto sotto il nome di croce di Malta. L'asse medesimo *o*, fra le due cartelle da cui è tenuto in sesto il movimento d'orologieria, ha la forma di un piccolo subbio, al quale va via avvolgendosi un cordoncino di seta, che a sua volta obbliga a scorrere con moto uniforme il carretto *c*, portante la matita, dalla circonferenza verso il centro *e* in apposita feritoja praticata nel braccio D. La matita da una piccola molla a spira è costretta a stare appoggiata leggermente sulla carta, così che il suo moto radiale combinato con quello circolare, comune a tutti i punti del braccio D, genera la formazione di diagrammi somiglianti a quelli indicati nella parte inferiore del settore di carta I. La matita è semplicemente metallica, cioè di ottone, e la carta chimicamente preparata, ossia del genere di quella conosciuta sotto la denominazione di carta metallica. In principio dell'esperimento il carretto *c* si fa venire fin presso all'estremità libera del braccio D; al quale oggetto serve un uncinello unito al cursore medesimo.

Importa che lo strumento imprenda a segnare il diagramma partendo da un determinato istante. Prima di questo istante il movimento d'orologieria deve stare in riposo, vale a dire bisogna che il carretto *c* rimanga immobile nella sua feritoja. Giunto il medesimo istante, che lo sperimentatore osserva sopra un orologio a secondi, fa mestieri che tosto il carretto cominci a muoversi lungo il braccio D. Per quest'uopo si ricorre ad un'altra piccola leva *ll* di cui l'un braccio è foggiato a semicircolo, e l'altro è rettilineo. Questa leva è girevole attorno all'asse *m*; di più essa è armata d'un piccolo dente *n* all'estremità del braccio ricurvo. Il braccio rettilineo alla sua estremità trovasi unicamente ripiegato ad angolo retto. Dalla parte inoltre, in cui sta questo braccio rettilineo, si ha pure un piccolo regolatore ad ali del movimento d'orologieria, girevole attorno ad un asse perpendicolare all'asse *m* della leva in discorso. Finchè, caricato il piccolo motore, si permette a questo regolatore di girare, il motore funziona, il carretto *c* si

muove e resta tracciato sulla carta il diagramma. Volendo però arrestare il tracciamento del diagramma, basta impedire all'anzidetto regolatore di girare. La quale cosa appunto si ottiene spostando la leva *ll* in modo da cacciare fra le ali del regolatore la estremità acconciamente ripiegata del braccio rettilineo della leva medesima. Allora la matita non farà che segnare continuamente lo stesso arco di circolo.

Durante l'esperimento il dinamografo, la cui costruzione è di natura molto delicata, vuol essere mantenuto al riparo dalla polvere, per es., se viene applicato a misure di trazione di carri, aratri, ecc. Quindi il medesimo si suole rinchiudere in acconcia scatola, al cui coperchio trovasi applicato un piccolo braccio di manovella girevole in un piano parallelo al piano di movimento del braccio D, ed al quale internamente alla scatola va annessa in direzione parallela e cospirante una molla. Due arresti concedono a questa molla di oscillare nei due sensi soltanto per una limitata ampiezza. Spostata la molla medesima in un verso va ad urtare il dente *n* della leva *ll* su d'un fianco, e fa girare questa leva nello stesso verso, mentre nel medesimo tempo la molla s'inflette, e passa dall'altra parte del dente, perchè la leva pure è suscettiva soltanto d'una corsa limitata. Dopo di ciò la molla è in pronto per agire nel verso contrario. Affine di meglio preservare da ogni guasto il movimento d'orologieria, al dissopra del braccio D ed a conveniente distanza trovasi un'ultima piastra identica alla E, a cui è congiunta per mezzo delle viti *p* e *q*. Il coperchio or ora mentovato della scatola del dinamografo porta una finestra munita di lastra di vetro, per poter riconoscere se l'apparecchio registratore funziona, senza dover aprire la scatola.

Fanno parte del corredo di tal dinamografo una staffa K armata di un'asta H, che è foggiata a guisa di sega, e un gancio L munito di una gruccia M, allo scopo di misurare col dinamografo gli sforzi di trazione che un uomo è capace di esercitare colle mani. Collocata la staffa K sul suolo, in modo da risultare l'asta H diretta secondo la verticale, l'uomo vi monta sopra coi due piedi rispettivamente sulle due braccia della staffa. Impugnata quindi colle due mani la gruccia M, dopo di avervi sospeso al gancio sottostante L il dinamografo per una delle estremità dell'asse maggiore della molla A si attacca questa molla per l'estremità opposta ad uno degli uncini dell'asta H, e si tira il tutto verso l'alto con sforzi la cui intensità si può leggere sul quadrante graduato dello strumento. È ovvia la disposizione che si dovrebbe dare allo strumento per misurare gli sforzi di trazione, che un uomo può esercitare colle mani in direzioni diverse dalla precedente. L'impiego eziandio dei ganci doppi O ed O' soprattutto nelle misure di trazione dei carri, degli aratri e di altre macchine agrarie è troppo facile ad immaginarsi per richiedere una spiegazione.

La determinazione dei numeri da apporsi alle due scale graduate dello strumento, ovvero la verificazione di quelli già esistenti, costituisce l'operazione detta tara del dinamografo. Or bene, è manifesto che questa operazione si potrà eseguire molto agevolmente sospendendo lo strumento ad un punto fisso per una delle estremità dell'asse maggiore della molla, e poscia applicando all'altra estremità dei pesi corrispondenti ai varii numeri della graduazione, la quale si riferisce agli sforzi di trazione. Per l'altra graduazione, relativa agli sforzi di compressione, bisognerà invece fermare solidamente lo strumento, dopo d'averlo capovolto, in un piano verticale, lasciando però alla molla ogni libertà d'azione; in seguito basterà gravare la molla stessa di pesi conosciuti nel vertice coincidente coll'estremità superiore del suo asse minore. In ogni caso, fra l'una applicazione e l'altra di pesi si avrà l'avvertenza di lasciar trascorrere un conveniente intervallo di tempo, affine di dare alla molla agio ad assumere il debito grado di tensione.

Rimane ancora a dirsi una parola di un ultimo pezzo accessorio, indicato dalle lettere *u u v*. Rispetto a questo pezzo osserverò primieramente che nei diagrammi ricavati col presente dinamografo a motore cronometrico, il quale cioè in luogo dei due fattori diretti del lavoro meccanico *sforzo* e *spazio* somministra invece lo sforzo ed il tempo, i valori dello sforzo vogliono essere misurati angolarmente sulle graduazioni, e quelli del tempo linearmente sopra raggi degli stessi archi graduati, vale a dire sopra raggi diretti al centro *e* di rotazione degli archi indicatori. Emerge da ciò che, essendo dato uno dei diagrammi in discorso come N ad esempio, per avere gli sforzi corrispondenti ad ogni istante dell'intervallo di tempo trascorso nell'esperimento, fa d'uopo tracciare sulla carta contenente il diagramma dei raggi convergenti tutti al predetto centro *e*. Prolungando allora questi raggi fino all'incontro della graduazione G, ben inteso dopo d'avere rimesso la lista di carta al suo luogo sul dinamografo, si otterrà in tale incontro l'indicazione dello sforzo relativo a ciascun raggio, e quindi al punto in cui questo raggio interseca la curva del diagramma. Or bene, cosiffatti raggi ponno assai comodamente tracciarsi colla specie di squadretta il cui profilo curvilineo esterno *u v* non è altro se non una porzione dell'arco maggiore della lista di carta I, ed il profilo rettilineo *u u* è un raggio del medesimo arco. Dato pertanto un punto della curva del diagramma, si avrà il raggio relativo a questo punto collocando la squadretta in discorso sul diagramma in modo che *u v* combacii coll'arco esterno della lista di carta ed *u u* passi pel dato punto.

Rimane a dire della maniera di usare il dinamografo. — Per viemmeglio fissare il pensiero suppongasi di voler applicare il dinamografo, che sono venuto fin qui descrivendo, alla misura dello sforzo medio prima, e poscia del lavoro totale di trazione, per es., di un aratro. Per fare il calcolo di queste due quantità lo sperimentatore dovrà procacciarsi: 1° il diagramma degli sforzi esercitati dagli animali durante l'esperimento; 2° la lunghezza totale della strada percorsa, oltre al notare la durata dell'esperimento sopra di un orologio a secondi.

Si stabilirà adunque sul terreno un allineamento rettilineo con paline o picchetti, fra i quali se ne segneranno due in modo speciale, quelli cioè che corrispondono alle due estremità del tratto di strada per cui si vuole instituire l'esperimento; e si procederà alla misura della lunghezza di questo tratto. Poscia allestito il dinamografo colla carta destinata a ricevere il diagramma, come si è spiegato qui addietro, e collocatolo a suo luogo frammezzo all'aratro ed agli animali, si faranno muovere questi ultimi lungo l'accennato allineamento, partendo da un punto situato prima dell'origine del tratto di strada da sperimentarsi, onde gli animali abbiano campo a prendere un andamento normale. Giunto che sia lo strumento dirimpetto al primo dei picchetti portanti un segno particolare, si porrà in azione il movimento d'orologieria, spostando convenientemente la leva di comando annessa al coperchio della scatola contenente il dinamografo. Si ripeterà la stessa manovra, però in senso inverso, allorchè il dinamografo passerà dinanzi al secondo picchetto segnato in modo speciale. Nel medesimo istante sarà compiuta la descrizione del diagramma degli sforzi. Quanto poi alla durata dell'esperimento, è manifesto che

essa si potrà facilmente ottenere, osservando il tempo su d'un orologio a secondi negli istanti in cui il dinamografo passa dinanzi ai due picchetti individuati in maniera particolare.

Se durante un esperimento col dinamografo lo sforzo si mantenesse costante, risulta chiaramente dalle cose fin qui esposte che il diagramma ridurrebbesi ad un tratto di linea retta convergente al centro di rotazione del braccio portatore dei due aghi. Che se, al contrario, come d'ordinario accade, lo sforzo varia in modo continuo, ora crescendo, ed ora diminuendo d'intensità, è pure palese che si avrà per diagramma una linea sinuosa, ossia passante ora a dritta, ed ora a sinistra del raggio corrispondente allo sforzo medio. Finalmente si comprenderà altresì che, ove le oscillazioni dello sforzo rispetto al medesimo raggio siano molto rapide, come ad es. avviene nella trazione degli aratri e delle macchine agrarie, per le quali la resistenza da vincersi variando quasi ad ogni istante in modo notevole in più od in meno, gli animali trovansi pressochè costretti ad agire per successive strappate, il diagramma deve finire con diventare un'area chiusa situata parte al di qua e parte al di là del raggio rappresentante lo forzo medio. Tali appunto sono i diagrammi che coll'attuale dinamografo di Kraft vennero ricavati sopra una macchina seminatrice, e dei quali sono riportati tre esempi α, β, γ, nella parte inferiore del settore I, I. Ma per considerare il caso più complesso possibile del calcolo, esagerando unicamente le dimensioni per motivo di chiarezza, ci serviremo del diagramma N contenuto nella stessa carta.

Sia t il tempo trascorso durante l'esperimento, valutato in minuti secondi, ed l la lunghezza di tutta la strada descritta dalla macchina, cui il dinamografo venne applicato. Per mezzo della squadretta, della quale si è fatto cenno precedentemente, si principierà dal condurre un raggio $x\,y$. Poscia, segnato su questo raggio il centro comune ai due archi della lista di carta, si traccieranno due archi concentrici e tangenti al diagramma, i quali verranno ad incontrare il raggio $x\,y$ in 0 e 7. Si dividerà in seguito ancora la lunghezza 07 in un numero bastantemente grande e pari $2n$ di parti eguali, e per ciascun punto di divisione si segneranno altrettanti nuovi archi di circolo concentrici ai precedenti e prolungati tanto da intersecare la curva del diagramma dalle due parti. Finalmente dividerannosi le porzioni di ciascuno di questi archi, comprese nel diagramma, in due parti eguali, e nel modo precedentemente indicato si troveranno i numeri della graduazione corispondenti ai raggi passanti per gli ottenuti punti di mezzo degli stessi archi, inclusi i due archi estremi di cui supporrò di qualche estensione il contatto colla curva del diagramma. Denoterò codesti numeri, i quali rappresentano i valori medii dello sforzo alla fine degli intervalli di tempo

$$\frac{t}{2n}, \frac{2t}{2n}, \frac{3t}{2n}, \frac{4t}{2n}, \frac{5t}{2n} \ldots \frac{(2n-1)t}{2n}, t,$$

rispettivamente con

$$h_1,\ h_2,\ h_3,\ h_4,\ h_5 \ldots\ h_{2n-1},\ h_{2n}.$$

Dopo di ciò, siccome secondo la nota regola, o formola di quadratura, di Simpson l'area della curva, che in coordinate ortogonali abbia per ascisse i tempi ora accennati e per ordinate gli sforzi corrispondenti, risulta espressa da

$$\frac{1}{3}\frac{t}{2n}\left\{ (h_1+h_{2n}) + 2(h_3+h_5+\ldots..h_{2n-1}) + \right.$$
$$\left. +4(h_1+h_4+\ldots..+h_{2n-2}) \right\},$$

così è chiaro che si avrà per l'espressione dell'ordinata media, val quanto dire dello sforzo medio durante l'intero esperimento, sforzo che indicherò con h_m,

$$h_m = \frac{1}{6n}\left\{ (h_1+h_{2n}) + 2(h_3+h_5+\ldots..+h_{2n-1}) + \right.$$
$$\left. +4(h_2+h_4+\ldots..+h_{2n-2}) \right\}.$$

Ottenuto il valore dello sforzo medio h_m, si potranno senza difficoltà determinare i valori del lavoro totale di trazione consumato nell'esperimento, ed il lavoro medio per unità di tempo, cioè per ogni minuto secondo, essendo questi due lavori rispettivamente espressi da lh_m e $\frac{lh_m}{t}$.

Il dinamografo posseduto dall'Istituto tecnico di Torino, che porta il numero di fabbrica 142, fu effettivamente applicato a numerose macchine falciatrici, mietitrici e seminatrici ed a macchine trebbiatrici mosse con maneggio, in occasione dell' Esposizione di macchine agrarie tenutasi nel 1876 in Torino. Di queste applicazioni trovansi riprodotti i tre esempi di diagrammi sovraccennati α, β, γ i quali sono disegnati alla metà del vero e vennero desunti da una seminatrice Smith a dieci file, senza distributore del concime. Unicamente a titolo di saggio sono inoltre riportate nel quadro qui appresso alcune delle cifre relative a questi tre esperimenti, stati instituiti seminando del grano turco sopra un terreno previamente arato ed erpicato. I valori minimo, massimo e medio dello sforzo di trazione della seminatrice, mossa da una coppia di bovi, furono ricavati dai tre diagrammi come venne a sufficienza dichiarato antecedentemente. Pel calcolo dello sforzo medio la durata di ciascun esperimento fu divisa in 6 parti uguali, vale a dire si è fatto $2n=6$.

Num. d'ord. degli esperimenti	1°	2°	3°
Condizioni di lavoro . . .	A vuoto coi vomeri sollevati	In azione coi vomeri abbassati	In azione coi vomeri abbassati
Diagrammi ottenuti . . .	α	β	γ
Lunghezza totale della strada percorsa	m. 90	m. 73	m. 73
Durata dell'esperimento . .	1'.30"	1'.20"	1'.20"
Valor minimo dello sforzo di trazione	kg. 48	kg. 115	kg. 115
Valor massimo id.	„ 120	„ 205	„ 212
Valor medio id. calcolato . .	„ 93	„ 170	„ 174

Per rapporto al terzo diagramma γ vuolsi ancora osservare che, in principio ed alla fine dell'esperimento, si provò ad impiantare sul terreno i vomeri, o coltri seminatori, esercitando sulla loro leva di comando tutta la pressione di cui un uomo è capace, e trovossi così pel valore massimo assoluto dello sforzo di trazione kg. 318.

Quanto si è venuto fin qui esponendo sembra bastante a far conoscere i pregi di questo strumento, ed i vantaggi che se ne possono trarre soprattutto per un più retto apprezzamento comparativo di molte macchine agrarie, il cui uso si va ogni di più diffondendo nel nostro paese. Affinchè però i risultati dal medesimo forniti si possano sempre accettare con bastevole fiducia, è indispensabile di non dimenticare mai due cautele da aversi nelle sue applicazioni. La prima di queste cautele si riferisce alla natura delle sue scale di graduazione, le quali, per non essere scale di parti uguali, stantechè la resi-

stenza della molla ellittica cresce bensì col crescere dell'intensità degli sforzi, ma non con semplice legge di proporzionalità, esigono speciale attenzione nello stimare ad occhio le frazioni di grado. L'altra cautela del pari importante, e da praticarsi massime quando lo strumento ha già subito molte applicazioni e sotto sforzi di qualche considerazione, consiste nel verificare la tara o le due scale or ora menzionate.

La necessità di valutare ad occhio le frazioni di grado manifestamente non può a meno di rendere incerta la massima parte delle letture fatte su questo strumento. Un simile inconveniente è maggiore per la scala degli sforzi di trazione, la quale dal costruttore venne solamente graduata di 100 in 100 chilogrammi. È adunque evidente che, acciò possa valere il prezzo dell'opera la calcolazione dello sforzo medio fatta colla regola di Simpson, o con altra regola analoga, sarà mestieri l'aggiungere alcune suddivisioni ai gradi, quali semplicemente sogliono questi numerarsi dal costruttore. In caso contrario il dinamografo in discorso non può essere considerato se non come uno strumento di mediocre approssimazione, utilissimo cionnondimeno in molte circostanze, nelle quali però, senza fare molte letture e ricorrere a lunghi calcoli non suscettibili di condurre a risultati di grande esattezza, per dedurre il valore dello sforzo medio, basterà limitarsi, per es., a prendere semplice

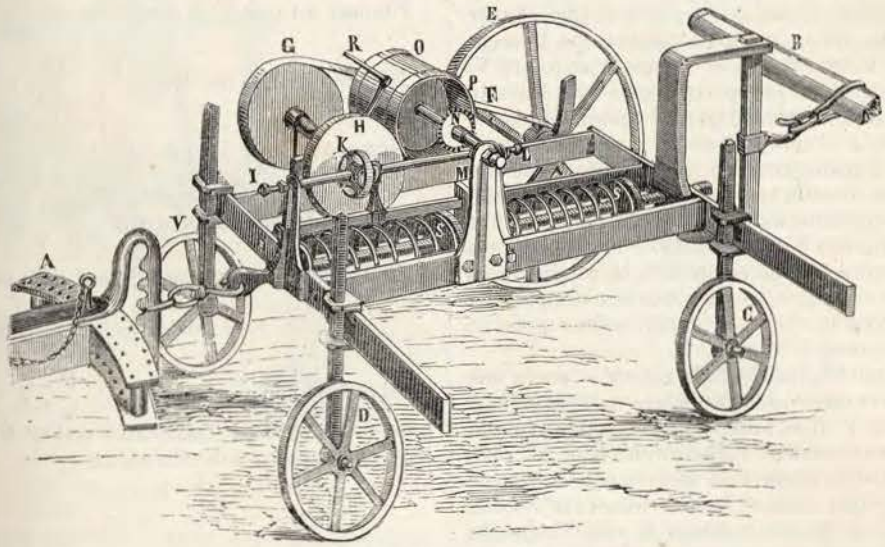


Fig. 4

mente la media aritmetica dei due sforzi minimo e massimo indicati dal diagramma.

18. *Dinamometro integratore di Benthall.* — Fra i *dinamometri e dinamografi di trazione* merita di essere in particolar modo menzionato quello di Benthall, stato costruito appositamente per misurare il lavoro richiesto per l'aratura, e che a tale scopo dovend'essere applicato tra l'aratro, e la catena di trazione, trovasi composto di comodissimo avantreno. La fig. 14 ci dà in prospettiva un'idea complessiva dello strumento; e la fig. 15, che indica in posizione orizzontale la parte essenziale del dinamometro integratore, ci servirà a meglio comprendere la disposizione ed il modo di funzionare.

Il dinamometro di Benthall mentre permette di osservare durante il cammino la forza trasmessa dalle bestie da tiro all'aratro, segna su di un tamburo cilindrico un'elica, le cui ordinate sono proporzionali al lavoro in chilogrammetri sviluppato dal principio dell'esperimento fino all'istante che corrisponde all'ordinata che si considera.

Il dinamometro di Benthall è portato da quattro ruote indipendenti l'una dall'altra. La ruota E (fig. 14) che dà il movimento all'apparecchio registratore ha diametro maggiore delle altre. L'intelajatura è così disposta da potersi innalzare sulle ruote all'altezza che si desidera; ed a questo scopo l'intelajatura è presso la ruota di maggior diametro munita di un arco scorrevole per entro ad una scanalatura praticata nel mezzo di questa ruota pel suo centro. Sull'asse della ruota motrice R (fig. 15) e contro di essa è calettato un disco o puleggia q, che per mezzo di una cinghia comunica il movimento ad una puleggia p calettata sull'albero dell'apparecchio

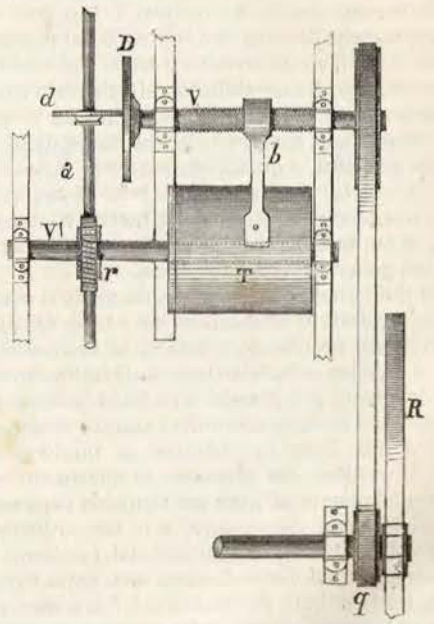


Fig. 15.

registratore. L'arco testè accennato trovasi descritto con centro nel centro di questa puleggia, affinchè nel-

l'innalzamento od abbassamento dello strumento, la distanza fra le due puleggie, e quindi la tensione della cinghia rimangano sempre costanti.

I cavalli o bovi sono attaccati al dinamometro dalla parte della grande ruota, ed all'estremità opposta è attaccato l'aratro.

Nel senso longitudinale dell'apparecchio sono disposte due robuste molle avvolte ad elica, le quali risultano compresse appena che l'aratro incomincia a lavorare. Dal grado di accorciamento delle molle si deduce l'intensità dello sforzo di trazione, e dal numero dei giri dati dalla ruota motrice si calcola lo spazio percorso dallo strumento sul campo durante l'osservazione.

Vediamo ancora come l'apparecchio ci dia il lavoro integrato per un tempo qualsiasi. La ruota R (fig. 15) per mezzo della puleggia q e p e della cinghia che le accavalcia fa girare la vite destra ed a pane triangolare V. All'estremità dell'albero che porta questa vite è fissato un disco cilindrico D, contro il quale è tenuta ad angolo retto una rotella d infilata sull'albero a e suscettibile di scorrere lungo il medesimo. Lo scorrimento è operato per mezzo di una forcella la quale afferra il mozzo della rotella, ed è collegata alle molle ad elica del dinamometro per modo che quando il dinamometro è in riposo, ossia le molle non sono nè tese nè compresse, la rotella tocca il disco nel suo centro; e se ne allontana sempre più quanto è maggiore lo sforzo di compressione a cui le molle sono sottoposte.

L'asse a sul quale è inalberata la rotella d porta una vite perpetua r la quale imbocca in una ruota elicoidale calettata sull'asse V' di un tamburo T sul quale avvolgesi la carta destinata a ricevere i diagrammi. E questi sono segnati da una matita portata ad un estremo del braccio di legno b il quale ha l'altro estremo terminato ad occhio, ed infilato a mo' di chiocciola lungo la vite V. Questa matita è impedita di partecipare al movimento rotatorio della vite, è costretta durante il movimento di questa a spostarsi sul tamburo parallelamente all'asse della vite, ed alle generatrici del tamburo.

La rotella d toccando il disco D, col girare di questo, prenderà a girare anche il tamburo T con una velocità che dipende dalla distanza dal centro D del punto di contatto con d. Se il contatto della rotella col disco avesse luogo nel centro di quest'ultimo, ciò che corrisponde ad uno sforzo di trazione nullo, essendo allora le molle nè tese nè compresse, malgrado la rotazione della vite V, la rotella non gira, e quindi sta anche in riposo il tamburo T. Ed in tal caso girando la vite V nel verso che tende a mantenere la punta della matita contro al tamburo T, la punta della matita segnerà una linea retta secondo una generatrice del tamburo.

Ma se il dinamometro funziona, le molle si comprimeranno, e la rotella si allontanerà dal centro del disco, per cui il tamburo prendendo a girare, la matita finirà per tracciare un'elica la quale riescirà di inclinazione tanto maggiore quanto più grande sarà stata la forza traente.

Da tutto ciò emerge che il diagramma risultante consisterà in una linea avvolgentesi al tamburo a somiglianza di un'elica, che le ascisse di questa curva misurate parallelamente all'asse del tamburo rappresentano gli spazii percorsi dal motore, e le sue ordinate misurate circolarmente alla superficie del tamburo, ovvero rettilineamente sul foglio di carta una volta spiegato in piano, a partire dalla generatrice del tamburo la quale passa per il primo punto della curva, sono proporzionali ciascuna al lavoro sviluppato corrispondentemente agli spazii medesimi.

La proporzionalità delle ordinate circolari del diagramma al lavoro può rigorosamente dimostrarsi nel seguente modo. Suppongasi il dinamometro in azione per un tempo piccolissimo, e diciamo l lo spazio percorso dall'aratro, F lo sforzo di trazione degli animali, R ed r i raggi della grande ruota R e della puleggia q; r' e ρ i raggi della puleggia p e della rotella q; r'' ed n il raggio del tamburo T ed il numero dei denti della ruota dentata solidaria col suo asse; f la distanza della rotella dal centro del disco, cioè l'accorciamento subito dalle molle; k il coefficente di elasticità di queste ultime; h il passo della vite V che è sull'asse di rotazione del disco D, e finalmente S l'ordinata estrema del diagramma o parte di diagramma che si considera. Avremo:

Numeri dei giri della grande ruota $\frac{l}{2\pi R}$.

Numero dei giri del disco D, $\frac{l}{2\pi R}\cdot\frac{r'}{r}$.

Numero dei giri della rotella d, $\frac{l}{2\pi R}\cdot\frac{r'}{r}\cdot\frac{f}{\rho}$.

Numero dei giri del tamburo $\frac{l}{2\pi R}\cdot\frac{r'}{r}\cdot\frac{f}{\rho}\cdot\frac{1}{n}=N$,

onde il valore dell'ordinata S sarà dato da:

$$S=2\pi r''.N=\frac{l r' f r''}{R r \rho n}.$$

Ed osservando ancora che $f=\frac{F}{k}$, il lavoro sviluppato nella trazione dell'aratro nell'intervallo piccolissimo di tempo considerato sarà:

$$Fl=\frac{R r \rho \pi k}{r' r''}\cdot S$$

ossia il lavoro considerato è uguale all'ordinata S del diagramma moltiplicata per un coefficiente numerico costante.

Analogamente la cosa avviene per gli intervalli di tempo piccolissimi successivi, e quindi per un intervallo di tempo quale si voglia.

Il coefficiente di proporzionalità ora indicato si suole determinare sperimentalmente come abbiam detto per gli altri dinamometri, senza ricorrere alle dimensioni dello strumento.

Così per es. il dinamometro di Benthall che esiste in Torino al R. Museo Industriale Italiano essendo stato *tarato* dal prof. Elia per certi suoi esperimenti su diversi aratri, si trovarono i seguenti risultati:

Peso applicato alle molle, ossia sospeso al gancio di trazione	chil.	179.20
Lunghezza dell'ascissa del diagramma corrispondente a 100 giri della ruota motrice	m.	0.107
Diametro della ruota motrice	»	0.555
Sviluppo della circonferenza	»	1.743
Lavoro per 50 giri della ruota	Chilogram.tri	15617.3
Ordinata del diagramma dopo 50 giri della ruota	m.	0.086
Lavoro rappresentato da ogni millimetro dell'ordinata	Chilogrammetri	181.6

Per cui dopo avere col dinamometro del R. Museo Industriale Italiano rilevato un diagramma basta moltiplicare per 181,6 il numero dei millimetri contenuti nella lunghezza dell'ordinata estrema onde conoscere il lavoro in chilogrammetri sviluppato durante l'esperimento. E dividendo questo lavoro, o numero di chilogrammetri, per lo spazio percorso durante la prova,

quale si ricava dal numero dei giri della ruota motrice, si troverà nel quoziente lo sforzo medio.

Dinamometri di rotazione.

19. *Principio sul quale sono costruiti i dinamometri di rotazione.* — Quando il lavoro da misurare anzichè essere prodotto da una forza con moto rettilineo è sviluppato su di un albero di rotazione, rimane ancora intatto nell'applicazione il principio dei dinamometri a molla su descritti, ma l'apparecchio deve essere assai modificato. Nella fig. 16 è dato schematicamente

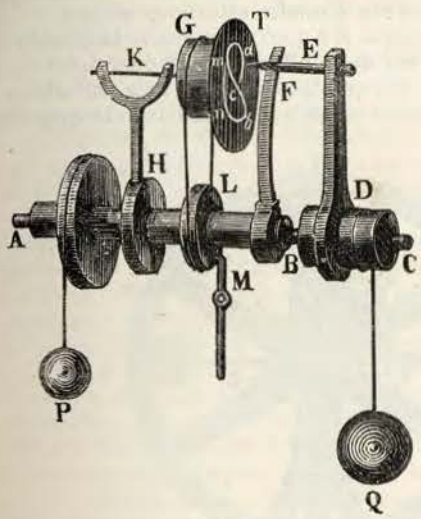


Fig. 16.

il modo di servirsi della flessione di una o più molle per formare un dinamometro di rotazione. Immaginiamo adunque che la forza P muova con un certo braccio di leva un albero di rotazione AB, e che il movimento si comunichi ad un albero di rotazione BC sul quale opera pure con un determinato braccio di leva la resistenza Q, che la forza P è chiamata a vincere. La comunicazione del moto dall'albero AB a quello BC è fatta per mezzo di una molla d'acciajo BF fissata all'albero AB, la quale spinge un dito E fisso ad un braccio di manovella ED, che fa girare l'albero BC. Per trasmettere tale movimento, la molla BF è costretta ad inflettersi, e dal grado di flessione misurato su di apposita scala si può dedurre la forza R, con cui i due alberi si conducono. Conoscendosi il braccio di leva a della forza R, ed indicando con n il numero di giri per minuto primo dei due alberi di rotazione, il lavoro della forza P, ovvero quello della forza Q è dato dalla espressione:

$$L = \frac{\pi n a}{30} R.$$

Ma se il dinamometro è soltanto munito di una graduazione, si avrà un solo valore di R, quello dell'istante in cui si fa l'osservazione, e non il valore medio. Occorre adunque un apparecchio autoregistratore od integratore per avere il lavoro della forza R. A tale scopo si immagini un tamburo G girevole attorno al proprio asse K, e questo stesso asse portato da un braccio H fissamente raccomandato all'albero AB e girevole con esso. Il tamburo G è collegato a mezzo di una cinghia alla puleggia L, la quale è folle sull'albero AB, e le si impedisce di girare per mezzo di un ritegno ad innesto M, dimodochè essa è assolutamente fissa, mentre l'albero AB è dotato di movimento rotatorio.

Studiamo un pochino quale sarà il movimento del tamburo G, ossia del disco T, che vi è fissato contro. Servirà a tale scopo la figura 17, che ci rappresenta di fronte le due puleggie, l'una fissa CA, e l'altra mobile attorno ad essa, di raggio DB. Nella posizione iniziale quest'ultima puleggia abbia, per es., il suo centro in D, e dopo un certo tempo supponiamola in D_1. La cinghia che era primitivamente tesa secondo AB, nella seconda posizione trovasi tesa secondo A_1B_1, mentre l'asse in D girò dell'angolo DCD_1 attorno all'asse in C. Il punto di contatto da A si è trasportato in A_1 sulla puleggia fissa, e sviluppando in linea retta l'arco AA_1 e portando tale lunghezza da A in E, sarà il punto E della cinghia che si troverà in A_1 sulla puleggia. Analogamente, prendasi B_1F uguale all'arco rettificato B_1B_2, e supponiamo che il punto F della cinghia fosse a contatto del punto B_2

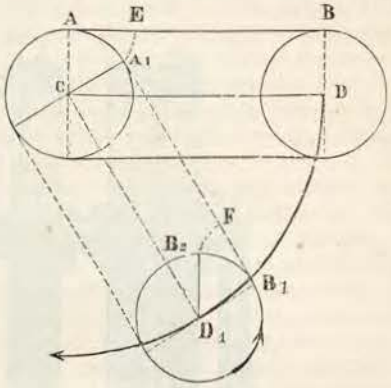


Fig. 17.

della puleggia quando questa era nella posizione iniziale in D. Devesi avere evidentemente $AB = A_1B_1$, ed inoltre $B_1B_2 = B_1F = AE = AA_1$. Dicendo r_1 il raggio CA della puleggia fissa; r_2 il raggio BD della puleggia mobile; e ponendo gli angoli $ACA_1 = DCD_1 = \varphi_1$ e $B_1D_1B_2 = \varphi_2$, avremo evidentemente:

$$AA_1 = r_1\varphi_1 \text{ e } B_1B_2 = r_2\varphi_2,$$

epperò dovremo avere per l'uguaglianza succennata:

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{r_1}{r_2}.$$

Se le due puleggie avessero lo stesso raggio $r_1 = r_2$ sarebbe $\varphi_2 = \varphi_1$, ossia nel mentre che l'asse D fa un giro attorno all'albero C, la puleggia B fa un giro completo attorno al proprio asse D. Se fosse r_2 doppio di r_1 avrebbesi $\varphi_1 = {}^1/_2\varphi_1$, ossia la puleggia BD farebbe due giri attorno a C, nello stesso tempo in cui farebbe un giro attorno al proprio asse D.

Ritornando ora alla fig. 16 e al disco G immaginiamo fissato un disco T su cui sia applicato un foglio di carta, e lo sperone E immaginiamo terminato a punta in a, ossia portante un lapis premuto leggermente (ad esempio, per mezzo di una molla) contro il disco T. Quando lo strumento è in riposo, e la molla non è inflessa, la punta a coincide col centro c del disco. Ponendosi in rotazione l'albero AB a mezzo della discesa del peso P, la molla BF comincierà ad inflettersi, per trascinare poi seco nel movimento l'albero BC, sollevando il peso Q. E allora la punta a descriverà sul disco girevole T una curva $amnb$, i raggi ca, cm, cn, cb indicheranno il grado di inflessione della molla F nei singoli istanti, e quindi la misura della forza R impiegata a trasmettere il moto all'albero BC. La media di tutti i raggi vettori compresi in un certo angolo, per es., acb, daranno la

forza media R per tutto il tempo impiegato dal disco a girare di quell'angolo; e quell'angolo ci dà pure il mezzo di calcolare il cammino percorso dalla forza R nello stesso tempo.

20. *Dinamografo a rotazione di Morin.* — Su codesto principio è fondato il *dinamometro a rotazione* di Morin, disegnato di prospetto e di fianco nella fig. 18, colla sola differenza che dovendo un dinamometro servire per esperimenti di una certa durata, a vece del disco girevole T si sostituisce una lunga striscia di carta, che svolgesi da un tamburo, e si avvolge su di un altro; epperò gli spazi percorsi si misurano dalla lunghezza della striscia di carta, che passò da un tamburo all'altro, ed i valori della forza R sono dati dalle ordinate successive della curva descritta lungo di questa striscia.

Su di un albero CD portato da due sostegni di ghisa fermati ad una stessa base di legno sono poste tre puleggie B, A, ed E. Delle due prime l'una è folle e l'altra è fissa all'albero, mentre la puleggia E vi è raccomandata nel modo che sarà descritto fra poco.

Questo dinamometro dev'essere collocato fra l'albero motore, e la macchina di cui si vuole misurare la resistenza. La cinghia dell'albero motore passa dall'una all'altra delle due puleggie A e B, secondochè lo strumento e la macchina operatrice debbono rimanere in riposo, ovvero trovarsi in movimento. La velocità che deve avere la macchina dev'essere ottenuta con una puleggia di conveniente diametro sull'albero motore.

La puleggia E è quella che riceve la cinghia di trasmissione del moto alla macchina operatrice da esperimentare. Ma questa puleggia è folle sull'albero CD, e non potrebbe partecipare al movimento comunicato al-

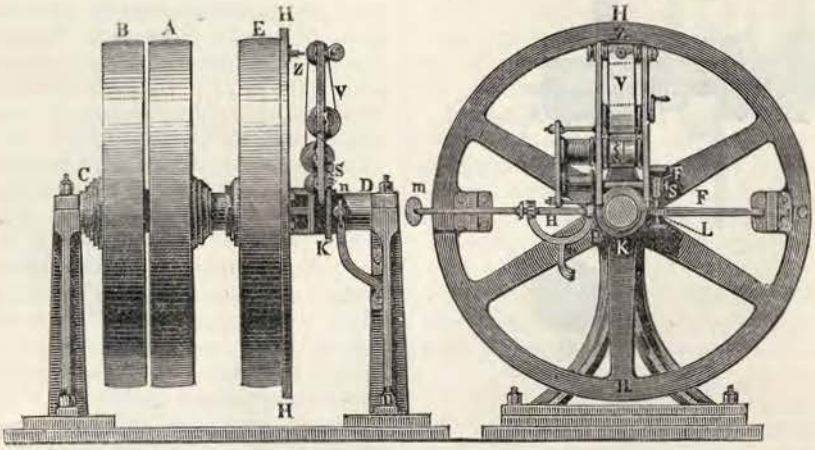


Fig. 18.

l'albero CD, se la sua corona H G H non fosse raccomandata alla estremità di una o più molle dinamometriche, disposte radialmente secondo F G, e fissate per un'estremità G alla corona della puleggia, e per l'altra all'albero di rotazione. Le molle adoperate hanno la forma parabolica come quella dei dinamometri di trazione, e possono essere moltiplicate di numero a seconda dell'intensità della forza, che il dinamometro è chiamato a misurare. La molla o le molle prendono a girare coll'albero CD, e tostochè siansi di tanto inflesse da vincere, in virtù della loro resistenza elastica, lo sforzo che la macchina operatrice, a mezzo della puleggia E, oppone ad essere mossa, questa puleggia prende a muoversi, e con essa incomincia a lavorare la macchina in esperimento.

Per precauzione l'albero CD porta un arresto, che limita lo spostamento della puleggia E, ossia la saetta di flessione delle molle, affinchè, in caso di sforzi accidentali, le molle non siano forzate ad inflettersi oltre al limite della elasticità perfetta.

Una punta a lapis Z fissata ad una razza della puleggia E viene avvicinata fino a premere leggermente contro una striscia di carta ZV, dotata di movimento continuo in relazione di velocità costante con quello dell'albero CD, e vi segna così una curva, le cui ascisse sono proporzionali allo spazio percorso, e le ordinate allo sforzo che per l'intermezzo delle molle si trasmette alla macchina; il tutto analogamente a quanto vedemmo praticato per i dinamometri di trazione. Un'altra punta a lapis fissata non più alla puleggia, ma al sostegno che porta la striscia di carta, segnerà nello stesso tempo una linea retta, che corrisponde al caso di flessione nulla, e che ha per punto di partenza la posizione stessa dello stilo mobile prima che si fosse incominciato a mettere in moto l'albero CD. Questa linea retta, di cui una parte si vede avvolta per di dietro sul tamburo U, trovasi segnata verso il mezzo della striscia di carta, affinchè gli sforzi possano essere misurati indipendentemente in un senso o nell'altro.

Resta a vedersi come avvenga la trasmissione del movimento dall'albero CD alla striscia di carta. Un anello dentato K trovasi folle sull'albero CD. La ruota a denti elicoidali K imbocca in un rocchetto orizzontale L, che muove un albero verticale su cui è fissata una piccola vite perpetua S; per mezzo di questa vite e del rocchetto elicoidale T, col quale essa imbocca, è trasmesso il movimento di rotazione all'albero orizzontale U; e sul prolungamento di quest'asse è il tamburo cilindrico su cui si avvolge il filo che svolgesi dal tamburo leggermente conico superiore, in virtù del quale la striscia di carta è fatta scorrere nel senso VZU dinanzi alla punta a lapis. Quando si vuole mettere in movimento la striscia di carta, bisogna rendere assolutamente immobile nello spazio l'anello dentato K, per mezzo di un innesto comandato a mano dalla verga fissa *m n* tenuta ferma mediante la forchetta *p* al sostegno anteriore dell'albero CD. L'anello K essendo allora immobile nello spazio, il rocchetto L trascinato dalla rotazione dell'albero CD, resta obbligato a girare attorno al proprio asse, e trasmette codesto movimento alla vite perpetua,

ed ai tamburi che portano la striscia di carta. La forma leggermente conica del tamburo, che tiene avvolto il filo destinato a muovere la carta, è ancor qui motivata dalla necessità di compensare l'aumento relativo nella velocità di traslazione della carta, che senza di tale disposizione risulterebbe, in virtù dell'aumento di diametro del rotolo di carta motore, prodotto dall'accumularsi successivo di nuovi spessori di carta a misura che si effettua il tracciamento del diagramma.

21. *Dinamometro a rotazione integratore.* — Talora, invece dell'apparecchio a stilo, con cui si descrive il diagramma, si ha in un numero integrato il lavoro mediante un apparecchio contatore.

La puleggia mobile e la maniera con cui sono applicate le molle sono ancora le stesse, come nel dinamometro a stilo testè descritto. Un anello inalberato folle, a dolce fregamento, e dentato a ruota d'angolo imbocca con un rocchetto conico, il cui asse incontra ad angolo retto quello dell'albero. L'asse del rocchetto è terminato da una vite perpetua, che fa girare in un piano verticale e perpendicolare all'albero del dinamometro una ruota elicoidale e con essa un disco di rame. La puleggia mobile porta a sua volta una rotella con apparecchio contatore, identico a quello descritto per i dinamometri di trazione, la cui rotella mantenuta a contatto normale col disco di rame anzidetto, si scosta più o meno dal centro del disco, unitamente alla corona della puleggia, cui è raccomandato, dipendentemente dal grado maggiore o minore di flessione delle molle. Con viti micrometriche si ha cura di precisare il contatto della rotella col centro del disco, quando le molle non sono sottoposte a flessione, ed il dinamometro è in riposo.

La teoria e la maniera di operare di questo strumento sono in tutto analoghe a quelle del dinamometro di trazione. Vuolsi tuttavia far bene notare che tale apparecchio può essere costruito e proporzionato per modo da integrare la quantità di lavoro trasmesso da un albero motore ad una macchina operatrice durante un'intiera giornata, od anche per una settimana, od un mese. E per questo il suo impiego può essere utilissimo qualora si tratti di fare osservazioni relative alla suddivisione della forza motrice tra diversi opifizii, od al consumo di combustibile delle macchine a vapore.

22. *Manovella dinamografica.* — La manovella dinamografica, come indica la sua denominazione, è uno strumento atto a somministrare la misura del lavoro meccanico consumato dalle macchine mosse a braccia d'uomo. La medesima si colloca in luogo della manovella ordinaria, organo a cui in tali macchine viene applicata la potenza, e somministra la misura del lavoro per mezzo di un diagramma del quale le ordinate sono proporzionali agli sforzi esercitati da questa potenza e le ascisse sono proporzionali agli spazi percorsi dal suo punto d'applicazione. Ciò necessita, come già abbiamo fatto notare parlando dei dinamografi in generale, che la lista di carta destinata a ricevere il diagramma, durante l'esperimento, sia animata da un movimento avente una ragione costante di velocità col movimento della macchina. Nelle fig. 19 e 20 trovasi disegnata quella che venne acquistata dall'Istituto tecnico di Torino, e che fu costruita da Kraft e figlio di Vienna. La inferiore rappresenta lo strumento projettato su d'un piano passante per gli assi dell'albero motore e del braccio della manovella; nella superiore si ha invece la projezione dello strumento sopra d'un piano perpendicolare al precedente.

Lo strumento vuol essere solidamente fissato su una delle estremità dell'albero motore, come si disse, al posto della manovella ordinaria, infilando sopra quest'albero il manicotto di ferro A, che vi si ferma e si centra accuratamente mercè le otto viti di pressione *a*. Con questo manicotto forma sistema l'appendice E, portante in un col telajo metallico B l'asse di rotazione *b* del braccio C colla manovella M. Il telajo B trovasi congiunto all'appendice E, e consolidato nelle varie sue parti, per via dei tiranti a vite *c*, *c*. Alla medesima appendice è fermata per una estremità, mercè la vite di pressione *d*, la molla D dello strumento che consiste in una lamina flessibile d'acciajo avente dalle due parti lo stesso profilo longitudinale dei solidi di eguale resistenza. Questa molla, presso l'altra estremità che è libera, trovasi continuamente in contatto delle due punte *e*, *e'* annesse al braccio C e munite di viti, che permettono di regolarne la posizione. Da ciò risulta chiaramente che la manovella M non può prendere a girare intorno al proprio asse *b*, situato sul prolungamento di quello dell'albero motore, senza prima produrre una inflessione nella molla, e quando questa inflessione sia divenuta tale che la molla possa fare equilibrio all'intensità della potenza, allora trascinerà seco nella rotazione il telajo C, il manicotto A e l'albero motore.

Il meccanismo registratore degli sforzi e degli spazii consta di tre tamburi K, J ed L girevoli, i due ultimi soltanto follemente intorno ai proprii assi, mentre il primo K riceve un moto di velocità proporzionale a quella con cui cammina la macchina, mediante il rotismo dentato elicoidale (F, G), che dapprima comunica il moto ad un fuso cilindrico I, e poscia mercè del filo *f* al fuso conico H. Per maggiore chiarezza denominerò raccoglitore, alimentatore e di rimando rispettivamente i tre tamburi menzionati K, J ed L, essendo che la lista di carta *gg'*, sulla quale debbono tracciarsi i diagrammi, viene avvolta sul tamburo intermedio J, in seguito va ad accavalcarsi al tamburo L e mette capo infine, ossia passa ad avvolgersi al tamburo K. Si carica il tamburo alimentatore J della voluta quantità di carta, mediante il piccolo manubrio *i* unito al suo asse di rotazione. La ragione della conicità data al fuso H sta nel bisogno di conservare l'uniformità nel movimento della carta, la quale, venendo a raccogliersi sopra se stessa attorno al tamburo K, se questo si movesse in modo uniforme, tenderebbe ad accelerarsi nel suo movimento. Ciò s'impedisce dando al fuso H un diametro crescente dalla base più vicina al tamburo verso l'altra base, e disponendo il filo di trasmissione *f* in modo che esso possa svolgersi dal fuso H in senso contrario.

Il diagramma viene tracciato sulla carta da due matite, l'una *h* fissa sul telajo B, almeno durante l'esperimento, e l'altra *k* mobile col braccio C e quindi coll'estremità libera della molla D. La prima di queste matite segna l'asse delle ascisse e degli spazii, e la seconda la curva del diagramma o degli sforzi. In principio dell'esperimento, quando cioè la molla è inattiva, epperciò lo sforzo è nullo, le due matite debbono coincidere colla medesima retta tracciata sulla carta nella direzione del suo movimento. Ciò si ottiene facendo camminare alquanto la carta per mezzo del manubrio *i*, onde la matita *k* degli sforzi segni la propria linea retta. In seguito, rallentata la vita d'arresto *m* per via della vite di richiamo *l*, costringesi l'altra matita *h* a venire in posizione tale da farla combaciare colla retta precedente: dopo di che tornasi a stringere la vite d'arresto *m*. Le due viti *o*, *o'* servono a mantenere a suo luogo la scala graduata di misura delle inflessioni della molla D, e quindi degli sforzi sviluppati dal motore sopra la manovella M.

Come pel dinamografo, anche per l'attuale strumento bisogna che sia finalmente possibile di far cominciare e cessare il tracciamento del diagramma negli istanti che si desiderano. Perciò è evidente che basta poter mettere in movimento la carta, solo partendo dal primo di questi istanti, ed arrestare nell'altro istante questo movimento. A simile oggetto serve appunto il manubrio N annesso al collare Q girevole attorno al manicotto A. È

Fig. 21.

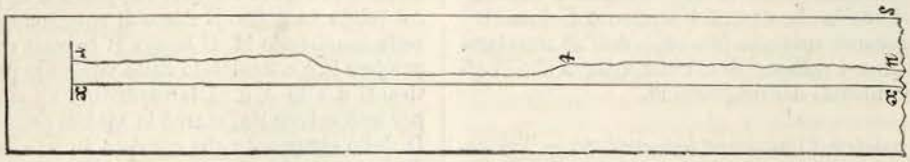
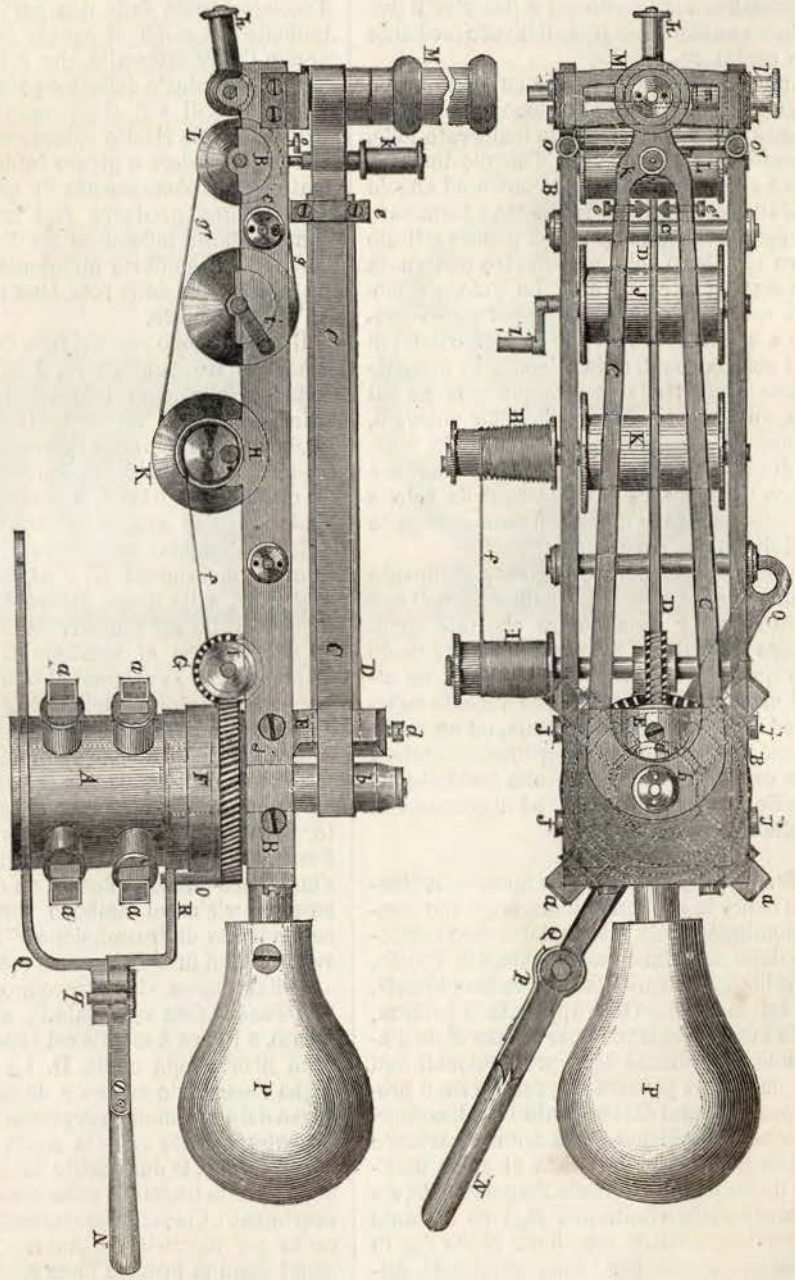


Fig. 19 e 20.



da avvertirsi primieramente che la ruota conduttrice del rotismo dentato (F, G) è folle sul medesimo manicotto, e porta congiunto colla sua corona un dente O. Di più vuolsi notare che il manubrio N, girevole intorno all'asse *q*, può venire collocato in due posizioni, una delle quali per via del braccio R trovasi in contatto del dente O, e n'è invece allontanato nell'altra. Lo stesso manubrio N è obbligato a rimanere in queste posizioni dalla molla *p*. Fingasi dopo di ciò che l'asticciuola congiunta al collare Q venga resa immobile collegando per mezzo d'una cordicella l'estremità *n*, foggiata appositamente ad occhio, ad un punto, per es., della macchina sottoposta

ad esperimento. Se allora il manubrio N è in tale posizione da stabilire il contatto fra il braccio R ed il dente O, è chiaro che, girando la manovella, ed essendo la ruota dentata F costretta a stare immobile, l'altra G piglierà a girare ed a mettere quindi in moto la carta: così che comprendesi come, per produrre od interrompere a volontà il movimento della carta durante l'esperimento, basti lo spostare nell'uno o nell'altro verso il manubrio N.

Anche per la manovella dinamometrica, dopo un certo numero di prove, è sempre cosa prudente il verificare la tara dello strumento, vale a dire il riconoscere se le saette d'inflessione della molla D continuano o non a concordare cogli sforzi indicati dalle due scale, di cui lo strumento è fornito, e corrispondenti l'una all'un fianco e l'altra all'altro fianco della molla, od in altre parole corrispondenti ai due versi secondo cui può doversi far rotare la manovella. Questa operazione della tara è assai facile da eseguirsi. Basta fissare in modo ben stabile lo strumento siffattamente, che l'asse longitudinale del braccio C della manovella risulti in direzione orizzontale. Fatto poscia coincidere sulla medesima retta, segnata sulla carta, le punte delle due matite, si applicheranno alla manovella M dei pesi conosciuti, facendo inoltre ad ogni nuovo peso camminare d'alquanto la carta, onde avere delle ordinate distinte. Riferendo allora queste ordinate ad una convenuta unità di lunghezza, si potrà avere la chiesta verificazione della scala relativa al fianco superiore della molla. In modo somigliante si procederà per l'altro fianco. Fra l'un carico e l'altro applicato alla molla si dovrà sempre impiegare un intervallo di tempo sufficiente, acciò sia dato alla molla di acquistare il voluto grado di tensione.

La manovella dinamografica appartenente all'Istituto tecnico di Torino ha una molla di ricambio. Le due molle sono di forza differente. Ecco i risultati ottenuti da una tara delle medesime, stata eseguita per poter intraprendere le prove delle trebbiatrici a mano della più volte menzionata Esposizione di macchine agrarie;

Molla più debole: Limiti dei carichi sotto cui essa venne cimentata 3 ad 11 chilogrammi; sforzo medio per ogni millimetro d'inflessione chilogr. 0.46 dalla parte dei fusi e chilogr. 0.46 dalla parte opposta;

Molla forte: Limiti dei carichi di cui essa fu gravata 3 a 17 chilogr.; sforzo medio per millimetro d'inflessione chilogr. 0.540 dalla parte dei fusi, e chilogr. 0.605 dalla parte contraria.

Quanto al modo di adoperare la manovella dinamografica, basterà indicare rapidamente il procedimento da tenersi, supponendo si tratti, ad esempio, di misurare prima lo sforzo medio necessario, e poscia il lavoro medio consumato nell'unità di tempo, per muovere una trebbiatrice da grano. Tolta una delle due manovelle della macchina, e sostituita in suo luogo la manovella dinamografica, si faranno dapprima nella maniera già nota venire le due matite in un medesimo piano, spostando convenientemente quella degli spazii. Fermato quindi il collare di comando del meccanismo registratore, si porrà in azione la trebbiatrice, come al solito, due uomini l'uno alla manovella dinamografica e l'altro alla manovella ordinaria restante, essendo, ben inteso, impedita ad un tempo ogni trasmissione di movimento alla carta. Sia che vogliasi sperimentare la macchina a vuoto, ovvero in atto di trebbiare il grano, si lascierà che essa s'incammini; allorchè la medesima avrà preso un andamento regolare, si imprimerà il movimento alla carta, osservando il tempo sopra di un orologio a secondi. Atteso il celere camminare della carta, la durata dell'esperimento si potrà soltanto limitare ad un numero non grande di minuti secondi, trascorsi i quali verrà arrestato il movimento della carta. Nel frattempo si sarà anche avuto cura di noverare i giri dati dalla manovella. In tal modo, posto ancora che si conosca il raggio della manovella, si possederanno tutti quanti gli elementi per poter determinare lo sforzo medio.

Lo sforzo medio si determinerà quadrando dapprima il diagramma, od eziandio una sola porzione del medesimo, colla regola di Simpson ovvero colla bilancia, o col planimetro, e poscia, divisa quest'area espressa in millimetri quadrati per la lunghezza considerata di diagramma valutata in millimetri, moltiplicando il quoziente od ordinata media così risultante pel coefficiente d'inflessione della molla sovra riferito. Moltiplicando poi ancora questo sforzo medio per lo spazio descritto dal punto d'applicazione della potenza in un minuto secondo, vale a dire per la circonferenza della manovella, e pel numero dei giri al minuto secondo, si otterrà il lavoro medio speso nella unità di tempo per una delle manovelle della macchina. Ove la macchina non sia del tutto simmetrica per rapporto alla disposizione delle due manovelle, per avere il lavoro medio totale, sarà ancora mestieri l'applicare la manovella dinamografica all'altra estremità dell'albero motore, ripetendo l'operazione ed i calcoli ora descritti, per fare infine la somma dei due lavori medii risultanti per le due estremità.

In occasione della Esposizione di macchine agrarie, tenuta in Torino l'anno 1876, la manovella dinamografica dell'Istituto, previa l'operazione della tara dello strumento, venne applicata a parecchie macchine per trebbiare il frumento mosse a mano. Nella figura 21 trovasi riprodotta una porzione di un diagramma ad 1/4 dal vero. In questa figura rappresentano SS la lista di carta, xx l'asse degli spazii ed $rstu$ la curva degli sforzi. Il diagramma venne ricavato mentre la macchina trebbiava. Qui appresso sono riferite le principali cifre relative tanto a questo esperimento, quanto ad un altro fatto colla stessa macchina camminante a vuoto, i quali esperimenti duravano entrambi per l'intervallo di 10 minuti secondi. La molla impiegata fu quella più forte e dalla parte prospiciente i fusi motori della carta, ossia corrispondente al coefficiente di chilogr. 0.605 per millimetro d'inflessione. La lunghezza del braccio della manovella è di m. 0.365. La quadratura del diagramma venne effettuata mediante il planimetro polare di Amsler.

	1° Esperimento a vuoto	2° Esperimento trebbiando
Ordinata media del diagramma	mm. 10	mm. 12.05
Sforzo medio	kg. 6.05	kg. 7.56
Giri dati dalla manovella al minuto primo	38	38
Spazio descritto dalla potenza al minuto secondo	m. 1.452	m. 14.52
Lavoro medio consumato da un uomo al 1″	kg.m. 8.785	kg.m. 109.77

23. *Freno dinamometrico di Prony.* — Il freno dinamometrico di Prony, denominato anche bilancia dinamometrica, è un apparecchio per mezzo del quale comunemente si usa di misurare il lavoro meccanico disponibile sull'albero motore di una macchina motrice. Gioverà brevemente richiamare il principio su cui lo strumento medesimo si fonda, le condizioni da soddisfarsi onde ottenere una misura esatta del lavoro e le principali disposizioni state immaginate per adempiere queste condizioni nel miglior modo possibile.

Stando alla disposizione più generalmente adottata per l'apparecchio in discorso, è noto che, reso l'albero motore indipendente dalle macchine operatrici messe in azione dalla macchina motrice, si fissa sullo stesso albero una puleggia di ghisa B (fig. 22), la quale a sua volta viene serrata come tra due ganasce di legno mediante viti G. Ad una di queste ganascie va inoltre congiunto un braccio di leva C, caricato di un peso alla sua estremità libera, se, come nella figura, l'albero è orizzontale, e siffattamente disposto da impedire che le ganascie restino trascinate dalla puleggia nel suo movimento di rotazione comune coll'albero. Il grado di pressione fra queste ganascie e la puleggia, ottenuto per mezzo delle viti testè menzionate, ed il carico della leva, in cui deve intendersi incluso il peso proprio della medesima, vengono regolati in modo da costringere una macchina a muoversi uniformemente colla sua velocità normale.

Ciò premesso, emerge chiaramente l'effetto prodotto. La macchina si trova ridotta in una condizione di equilibrio dinamico. Solo è importante l'avvertire che non si ha un equilibrio diretto fra la potenza ed il peso applicato al braccio del freno. Tutto il lavoro svolto dalla potenza, che deve essere distrutto per conservare l'andamento uniforme della macchina, rimane consumato nel vincere la resistenza d'attrito sviluppantesi fra la puleggia e le ganascie del freno, e quindi si trasforma in calore. Se fosse possibile misurare con facilità ed esattezza questa quantità di calore, come si è tentato di fare coi freni termodinamici, avrebbesi senz'altro la misura del lavoro domandato, moltiplicando la stessa quantità per l'equivalente meccanico del calore. Basterebbe allora che le mascelle del freno fossero state rese semplicemente immobili con acconcii arresti. Non essendo però conveniente di ricorrere ad un simile mezzo di misura, disa-

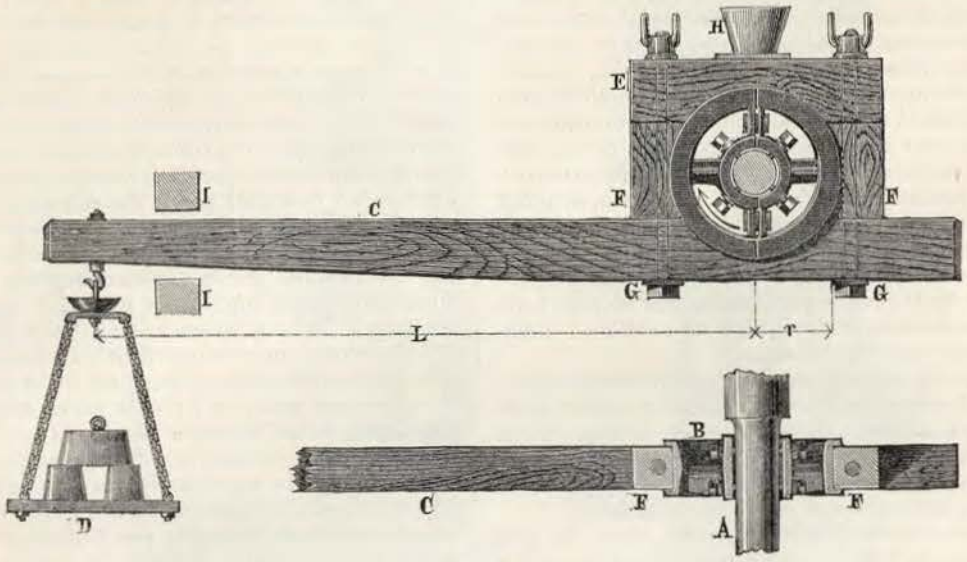


Fig. 22.

gevole e delicatissimo, si preferisce invece di lasciare libere le mascelle del freno e di impedire soltanto che queste non rimangano trascinate dalla puleggia nel suo movimento, armandole d'un braccio di leva debitamente gravato di un peso. Egli è evidente che, così facendo, le due mascelle col braccio di leva vengono a formare come un sistema girevole intorno all'asse dell'albero motore e sollecitato da due forze, l'una rappresentata dal carico del freno con braccio di leva uguale al braccio del freno, e l'altra applicata tangenzialmente alla puleggia, ed uguale, in intensità, alla resistenza d'attrito che svolgesi fra questa puleggia e le mascelle.

Siccome ora i momenti di queste due forze, per l'immobilità delle mascelle e del braccio di leva, sono uguali fra loro, ed a sua volta il momento della accennata resistenza d'attrito deve eziandio, per l'equilibrio dinamico della macchina, uguagliare ad ogni istante il momento della potenza, così è da conchiudersi che quest'ultimo momento è parimente uguale al momento del carico del freno, epperò che dalla conoscenza di questo carico, della lunghezza del braccio di leva del freno e del numero dei giri dell'albero motore nell'unità di tempo si potrà facilmente dedurre la misura del lavoro disponibile su quest'albero.

Dalle considerazioni ora esposte si deducono manifestamente due conseguenze, l'una cioè che la misura del lavoro col freno di Prony non è possibile senza passare per l'intermedio della resistenza d'attrito fra la puleggia e le mascelle del freno, e l'altra che al contrario non fa mestieri di preoccuparsi menomamente dell'intensità di questa resistenza per ricavare il valore del lavoro. Non occorre insistere sulla mirabile semplicità dello strumento medesimo, ma è d'uopo conoscere la formola pel calcolo del lavoro misurato col freno Prony.

Indicando con P il carico applicato all'estremità del braccio del freno, con p il peso proprio di questo braccio da intendersi applicato al suo centro di gravità, con L ed l le distanze comprese rispettivamente fra l'asse dell'albero motore e le verticali passanti pel punto d'applicazione del carico e pel centro di gravità anzidetto, e con n infine il numero dei giri dati dall'albero motore in ogni minuto primo, si ha per l'espressione del lavoro disponibile su quest'albero al minuto secondo ed in cavalli-vapore

$$\frac{2\pi n}{60\times 75}(\mathrm{P\,L}+p\,l) \qquad \ldots (1)$$

Al peso proprio del braccio del freno, le mascelle comprese, riportato all'estremità del braccio stesso, cioè al peso $\frac{p\,l}{\mathrm{L}}$ si suol dare il nome di tara del freno. Se

questa tara viene adunque denotata con p', in luogo dell'espressione antecedente si potrà eziandio impiegare quest'altra

$$\frac{2\pi n L}{60\times 75}(P+p') \quad \ldots (2)$$

Ritorneremo in seguito su di questa tara e particolarmente sulle avvertenze da aversi nel determinarla.

La formola ora rammentata per la determinazione del lavoro misurato col freno di Prony, per essere applicabile, presupponendo l'equilibrio dinamico della macchina, richiede almeno che al principio ed alla fine dell'esperimento questa cammini con uguale velocità. Siccome poi ancora non è un lavoro variabile quello che per lo più devesi misurare, ma un lavoro che costantemente la macchina è capace di produrre in un dato tempo ed in condizioni determinate, ad esempio per una macchina a vapore, di pressione ed espansione del vapore, ecc., e di velocità, così in conclusione vedesi che durante un intero esperimento col freno di Prony la velocità della macchina vuol essere mantenuta costante. Oltrecciò la semplice ispezione della stessa formola dà a conoscere che, parimente durante l'intiero esperimento, debbono conservarsi costanti i due momenti, quello cioè del carico P L e l'altro proprio del freno $p\,l$ (formola [1]). Ora non è difficile l'avvedersi che, senza arrecare una qualche modificazione alla disposizione sovra descritta del freno, non si possono soddisfare queste tre condizioni.

Ed invero cominciando dalla velocità, fatta eziandio astrazione delle variazioni di essa dipendentemente dall'impossibilità di mantenere in perfetto stato di regime la macchina, comprendesi che la velocità medesima è soggetta a variare grandemente per causa del calore, che nasce dall'attrito fra la puleggia e le mascelle del freno, tosto riscalda queste parti e fa crescere l'intensità di questa resistenza d'attrito, producendo un rallentamento nella macchina. Dovendosi allora subito ricondurre la velocità al valore primitivo, è forza ricorrere alle viti del freno e modificare il suo carico. Le quali operazioni, non potendo effettuarsi immediatamente con esito sicuro per la difficoltà di rallentare d'una quantità conveniente le viti, genereranno delle oscillazioni nel braccio del freno. Inoltre è da notarsi che un cosiffatto rimedio è applicabile soltanto fino ad un certo limite, attesochè le viti non possono rallentarsi se non sino ad un certo segno. Ciò significa in altre parole che bisogna pure, ad un tempo, provvedere alla rimozione della causa prima di questo rallentamento, vale a dire alla sottrazione del calore che rapidamente si va svolgendo ed accumulando nell'apparecchio.

Le osservazioni ora riferite sono sufficienti per rendere ragione, in primo luogo, della grande quantità d'acqua fredda che continuamente si deve versare sull'apparecchio durante l'esperimento, e la quale tendendo a conservarne costante la temperatura non permette alla resistenza d'attrito di variare troppo bruscamente e di grande quantità. Se non che vuolsi notare subito, per rapporto a questo ripiego di far cadere per tutto l'esperimento un getto di acqua sulle mascelle e sulla puleggia del freno, che: 1° quest'acqua terminando per imbibire il legno modificherà la tara del freno, ossia farà variare il secondo dei succitati momenti $p\,l$; 2° contribuirà, in un col calore che malgrado il getto d'acqua rimane nell'apparecchio, a far dilatare le due mascelle, e quindi anche a far aumentare la pressione e la resistenza d'attrito fra queste mascelle e la puleggia.

Dalle medesime osservazioni si deduce pure che, per cagione delle oscillazioni più o meno grandi del braccio del freno, i due momenti del carico P L e del braccio del freno $p\,l$ trovansi soggetti a variare continuamente: ond'è che eziandio, allo scopo di rendere costanti questi momenti, farà d'uopo ricorrere a qualche speciale spediente nella disposizione delle varie parti componenti il freno. Prima ancora di far noti questi spedienti, si può osservare che, ove siano soddisfatte queste due condizioni della costanza dei momenti P L e $p\,l$, il lavoro calcolato coll'una o coll'altra delle due formole precedenti risulta sempre uguale al lavoro da misurarsi o disponibile sull'albero motore, le accennate oscillazioni non potendo allora essere causa di consumo di lavoro, purchè, ben inteso, esse vengano considerate sempre in un numero intero. Chi volesse conoscere la dimostrazione, che pel primo Kretz diede di questa proposizione, potrà consultare una pregevolissima memoria dal medesimo pubblicata sul freno di Prony, ed intitolata; *Mémoire sur les conditions à remplir dans l'emploi du frein dynamométrique, par* M. Kretz. — Paris, Gauthier-Villars, 1873, a pag. 5 e 6.

24. *Varie disposizioni di freno dinamometrico immaginate per soddisfare alle condizioni precedenti.* — Varie disposizioni sono state immaginate per soddisfare, il meglio possibile, alle precedenti condizioni, dall'anno 1821, in cui Prony ha inventato e adoperato il freno dinamometrico, fino a questi ultimi anni. In Francia Poncelet, Piobert, Tardy e Morin, ed in Prussia Egen, poco dopo l'invenzione di Prony, furono i primi ad introdurre alcuni perfezionamenti allo strumento in discorso. Altri in Francia continuarono con maggiore successo questi studii, cioè de Saint-Legère nel 1837, Rolland e Demondesir nel 1846, e da ultimo ancora Kretz nel 1864, il primo ingegnere delle miniere ed i tre altri ingegneri dell'Amministrazione dei tabacchi. Dopo Kretz viene il nostro concittadino cav. Francesco Thiabaud, sottodirettore dell'officina governativa delle carte e valori, il quale sin dall'anno 1873 cominciò a far uso del freno di Prony secondo la nuova disposizione da lui ideata, a circolazione continua d'acqua.

Si è già detto più volte che deve preferirsi quella disposizione, in cui i momenti del carico e del peso proprio del freno possono rimanere costanti, ad onta delle oscillazioni del suo braccio. Or bene, il modo più semplice di riuscire in questo intento, pel secondo di tali momenti, si è di far coincidere il centro di gravità dello strumento coll'asse dell'albero motore, ossia di equilibrare rispetto a quest'asse il sistema formato dalle mascelle e dal braccio del freno. Questa disposizione, che raramente s'incontra nei freni dinamometrici ordinarii, trovavasi già praticata nel freno primitivo di Prony, il quale appunto per simile scopo era munito di due bracci di leva collocati sui due fianchi dello strumento in maniera da rendere questo esattamente equilibrato per rapporto all'asse di rotazione. Questa disposizione è conosciuta ancora oggidì sotto il nome di freno a leva superiore ed a leva inferiore.

Onde rendere anche costante l'altro momento del carico del freno, Fourneyron, l'inventore della turbine di questo nome, suggerì, e Rolland praticò il mezzo di sospendere il carico, mercè d'una coreggia, ad un arco metallico avente il centro sull'asse dell'albero motore e per raggio la lunghezza del braccio del freno. Questa disposizione è stata in seguito imitata da Farcot, Demondesir e Kretz.

Dietro indicazioni di Poncelet, gli ingegneri Rolland, Demondesir e Kretz combinarono un nuovo freno dinamometrico pure a due leve parallele, ma situate dalla

stessa parte ed applicate rispettivamente alle due mascelle. Colla presente disposizione il centro di gravità proprio del freno viene a risultare sulla retta orizzontale passante per l'asse di rotazione, e se esattamente non trovasi adempiuta la condizione del momento $p\,l$ costante, tuttavia piccole soltanto possono essere le variazioni di questo momento, grazie alle piccole variazioni del braccio di leva dello stesso centro di gravità, variazioni almeno minori di quelle che si hanno quando questo centro non giace sull'anzidetta orizzontale. Questa disposizione del centro di gravità proprio del freno ne rende molto più sicura la tara da farsi, secondo la formola con cui calcolasi il lavoro, rispetto all'asse di rotazione, e non come abitualmente si costuma, bilicando il sistema formato dalle mascelle e dal braccio del freno sopra un coltello collocato sotto la mascella superiore.

Però la disposizione migliore è quella del freno perfettamente equilibrato sull'asse di rotazione. Per questo motivo Kretz, specialmente se la puleggia è di grande diametro, come ad es. accade per le macchine a vapore locomobili, per le quali si utilizza a tale uopo lo stesso volante, consiglia il freno così detto circolare, che consiste in una serie di ceppi di legno uniformemente ripartiti sulla circonferenza del volante e congiunti fra loro da una lamina flessibile di ferro. Questa lamina trovasi interrotta per un breve intervallo, onde far posto a una piccola leva a doppia vite di passi contrarii per poter stringere i varii ceppi sulla corona del volante. Questa leva opera in un piano meridiano del sistema, e passante per l'asse di rotazione del volante; la qual cosa rende nullo il momento dello sforzo esercitato sulle viti regolatrici della pressione, sforzo che altrimente diretto renderebbe inesatta la formola ordinariamente impiegata pel calcolo del lavoro.

Importa anche moltissimo di rendere lente le oscillazioni inevitabili del freno, allo scopo di dar campo allo sperimentatore di regolare la pressione prima che il braccio del freno vada a battere contro i suoi due arresti laterali di sicurezza, ingenerando così una perdita di lavoro ed una nuova inesattezza nel calcolo del lavoro. Si perviene ad ottenere maggiormente questo risultato, aumentando il momento d'inerzia del freno, ossia facendo uso di un braccio di leva di sufficiente lunghezza. A rendere costanti i momenti del carico addizionale, e del peso proprio di qualsiasi freno, meglio è impedire in ogni caso le oscillazioni sensibili del braccio di leva, disponendo il freno per modo che l'albero girando tenda ad abbassarne il braccio, non già ad elevarlo. Posando allora semplicemente questo braccio, coll'intermezzo di una punta che ne precisi il punto d'appoggio, sul tavolato di una stadera a bilico, ed avendo cura di elevare il piano della stadera a conveniente altezza, perchè il braccio rimanga orizzontale, le oscillazioni e la forza viva della massa talvolta considerevole del freno sono annullate; il frenatore cerca l'equilibrio del freno nell'indice equilibrato della stadera, e lo sperimentatore legge e registra il peso che gli è additato dalla posizione del romano.

Abbiamo avuto occasione di assistere ad esperimenti di turbini aventi circa 200 cavalli-vapore effettivi di forza, eseguiti con un freno che era quello primitivo di Prony. Pure avendosi una puleggia di diametro conveniente, ed acqua abbondante e ben costante, ed essendosi adottata la disposizione ora accennata, fu possibile fare esperimenti prolungati e ripetutamente concordi come col più perfezionato freno di Thiabaud.

Non occorrerebbe neanco soggiungere che in questo caso il peso del freno non debbe essere aggiunto, ma sottratto: ma siccome si legge in qualche *Manuale dell'Ingegnere* una formola registrata col segno + senz'altra avvertenza, così non sarà inutile avvertire esservi altri casi in cui si deve usare il segno —.

Tralasciamo di far menzione di altre disposizioni, nelle quali in vario modo si è cercato di agevolare con rotismi dentati e con molle la manovra delle viti regolatrici della pressione, la maggiore complicatezza di queste disposizioni non risultando compensata da alcun vantaggio reale; d'altronde il sistema poc'anzi accennato di una leva a doppia vite, giacente in un piano meridiano rispetto all'asse dell'albero motore, è quanto di meglio possa suggerirsi al riguardo. Rimane a discorrere del modo di raffreddamento del freno per mezzo dell'acqua, inquantochè quello comunemente seguito e consistente nel versare continuamente quest'acqua sul freno, non offre la debita efficacia, è estremamente incomodo. Soltanto si evita allora l'inconveniente dell'alterazione sensibile della tara del freno, se impiegasi un freno circolare, od altrimente equilibrato per rapporto all'asse di rotazione. In conseguenza, affine di togliere di mezzo anche gli altri inconvenienti, vennero immaginati dei sistemi di freno a circolazione d'acqua continua nell'interno della puleggia. Il primo a ricorrere a questi sistemi fu Saint-Legère, che immaginò in proposito due differenti disposizioni, l'una pei motori ad asse orizzontale, e l'altra per quelli ad asse verticale. Queste disposizioni però, imitate più tardi in parte da Rolland, Demondesir e Farcot, sono o troppo complicate, o troppo imperfette, per meritare oggi d'essere descritte, massime in presenza di quella assai più semplice e pratica ideata dal signor Thiabaud, al quale perciò spetta di pieno diritto l'onore d'aver risolto in modo definitivo il difficile problema d'un conveniente raffreddamento del freno.

25. *Freno dinamometrico Thiabaud.* — Trovasi disegnato questo freno, supposto applicato ad una macchina ad albero orizzontale, nella fig. 23 in elevazione principale o di fronte. Tutte le altre figure contengono varie sezioni fatte nel freno, ed in alcune sue parti, affine di dar bene a comprendere la sua interna struttura.

Esaminando particolarmente le fig. 23, 24, 25 e 29 si riconoscerà che il freno consta: 1° d'una puleggia di ferro B fermata solidamente sull'albero motore A; 2° di due mascelle di legno C e C' applicate contro la gola di queste puleggie, e circondate a lor volta dagli archi di ferro $a\,a'$, i quali sono tenuti in sesto per mezzo delle viti $g\,g'$, con cui pure regolasi il grado di pressione fra la puleggia e le mascelle del freno; 3° di due braccia diametralmente opposte c e c' per via di copiglie raccomandate a due orecchie b, b' facienti parte degli archi anzidetti a, a', le quali braccia perfettamente identiche in ogni loro parte, possono ancora venire prolungate con tronchi successivi d, ed hanno per uffizio l'uno di portare il carico del freno e l'altro di renderlo esattamente equilibrato per rispetto all'asse dell'albero A; 4° finalmente di una scatola, formata essa stessa di due parti, l'una E mobile in un colla puleggia B, e l'altra F invece fissa colle mascelle del freno, per guisa che quella gira entro questa. Questa scatola, insieme coi tubi annessi alla medesima, costituisce l'apparecchio raffreddatore del freno.

La puleggia B si compone di due parti tra loro uguali, onde potere disporre il freno non solo all'estremità, ma anche in un punto qualunque dell'albero A. Queste parti, accomodate prima a sito coll'ajuto delle copiglie z, vengono fra loro riunite mercè le quattro chiavarde a

vite *t*. La stessa puleggia è vuota nella porzione che ne rappresenta l'anello o corona, onde permettere all'acqua refrigerante di scorrere tutto all'intorno in contatto delle superficie soffregantisi. Internamente all'anello medesimo vanno unite come quattro orecchie, a cui, avanti di collocare a loro luogo le due metà della puleggia, si raccomandano le due viti qq, $q'q'$ in uno alle due guancie D, D' ed alle quattro chiocciole *r*. Ognuna di queste viti porta scolpiti due filetti di passo contrario, cosicchè facendo girare le chiocciole nei versi convenienti, per mezzo di una piccola leva introdotta nei fori che trovansi praticati nelle chiocciole stesse, si perviene con facilità e speditezza a stringere debitamente il freno sull'albero in modo inoltre da non alterare

Fig. 24 (sezione orizzontale).

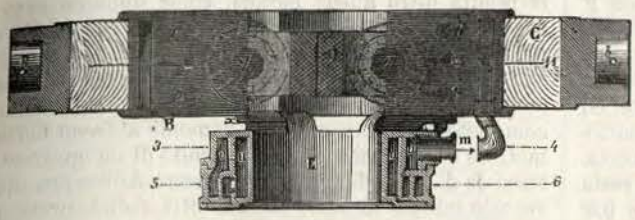


Fig. 25 (sezione 1-2).

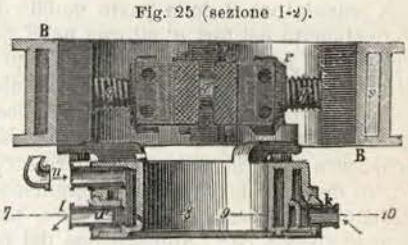


Fig. 27 (sezione 7-8).

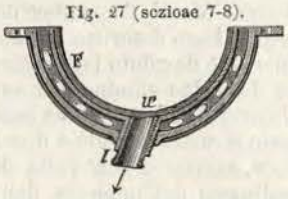


Fig. 28.

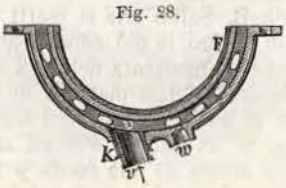


Fig. 26 (sezioni 3-4 e 5-6).

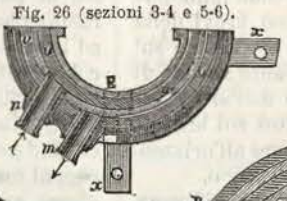
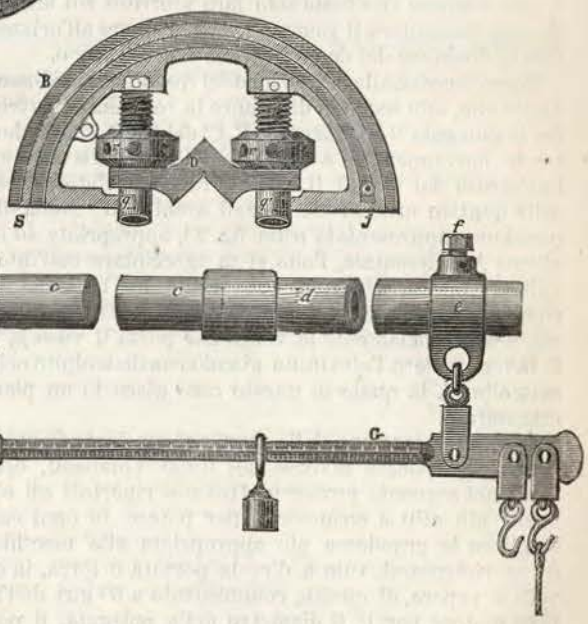


Fig. 23.

Fig. 29 (sezione 11-12).



l'esatto equilibrio del freno sull'asse di quest'albero Anche le due parti E mobile ed F fissa dell'apparecchio raffreddatore sono formate ciascuna di due segmenti uguali, che si collocano a sito, come si disse per la puleggia B, e parimente vengono poi congiunte fra loro mediante chiavarde a vite. La parte E, che deve girare colla puleggia, riposa sulla corona di questa per mezzo di quattro piedi *x* fermati sulla corona medesima mercè viti. La parte fissa F, che ha da rimanere immobile in un colle mascelle C, C' e colle braccia del freno, vuol essere così disposta che l'asticciuola *i*, penetrante in una piccola poppa *w* (fig. 23 e 28) della parte medesima F, venga a passare per l'apertura di una forcella *h* annessa all'arco *a*. La medesima parte fissa della scatola del raffreddatore porta due brevi tubi fusi con essa, ed ai quali fanno capo i tubi di gomma elastica d'arrivo dell'acqua *k* e di scarica *l*. Ecco ora quale tragitto percorre quest'acqua entro la stessa scatola. Notisi primieramente che la scanalatura *s*, scolpita nella corona della puleggia B (fig. 29) è divisa in due scompartimenti del diafragma *j*, cosicchè l'acqua che vi accede pel tubo *n*, è obbligata a correrci entro

tutto all'ingiro nell'accennata scanalatura *s*, per quindi escirne attraverso all'altro tubo *m*. Ciò premesso, si comprenderà, specialmente dalle fig. 24, 25, 26, 27 e 28, che l'acqua penetra in primo luogo pel tubo *k* entro la parte fissa della scatola, di quivi pei fori *v* passa in una prima scanalatura *v'* della parte fissa: da questa scanalatura pel tubo *m* va nella scanalatura *s* della puleggia, da cui per un altro tubo *n* esce per recarsi nuovamente in una seconda scanalatura *u* della parte mobile della scatola, donde finalmente pei fori *u'* ritorna nella parte fissa F e scaricasi pel tubo *l*. La quantità d'acqua necessaria si attinge da un serbatojo situato a conveniente altezza, che può consistere eziandio in un semplice secchiolino di tela o di gomma elastica alimentato debitamente, ed all'occorrenza può raccogliersi in altro serbatojo sottostante, in modo da non perderne nemmeno una goccia.

Allestito l'apparecchio raffreddatore, più non resta che a provvedere per l'applicazione del carico, e per la lubrificazione della superficie in contatto delle mascelle C, C' e della puleggia B. Salvo che si tratti di misurare piccole quantità di lavoro, la più comoda disposizione del carico è quella rappresentata nella fig. 23, da preferirsi all'impiego di un semplice piattello di bilancia sospeso all'estremità di uno dei bracci del freno caricato con peso variabile. Si ha ricorso cioè ad una stadera G il cui fulcro, per mezzo di una corda *y* faciente capo ad un punto fisso del suolo (ovvero del sostegno della macchina sperimentata), si rende immobile nello spazio. L'estremità di uno dei bracci brevi della stadera è collegato poscia all'anello *e*, scorrevole sul braccio del freno e che vi si ferma mediante la vite di pressione *f* alla voluta distanza dall'asse dell'albero A. Allora è palese che basta solo fare scorrere sul braccio lungo della stadera il romano I, onde ridurre all'orizzontale la direzione dei due bracci *cd*, *c' d'* del freno.

Porrò termine alla descrizione del freno Thiabaud osservando che, allo scopo di diminuire la resistenza d'attrito fra la puleggia B e le mascelle C, C' del freno, si fa cadere tra le loro superficie a contatto dell'olio a goccie somministrato dal vaso *p*, il quale è raccomandato ad una delle quattro orecchiette *o* degli archi *a*, *a'*. Nella disposizione rappresentata nella fig. 23, appropriata ad un albero A orizzontale, l'olio si fa sgocciolare nell'intervallo compreso superiormente fra le due mascelle del freno. Trattandosi, all'incontro, d'un albero A verticale, piegata acconciamente la verga che porta il vaso *p*, si fa invece cadere l'olio in un piccolo canale scolpito nella mascella C', la quale in questo caso giace in un piano orizzontale.

L'Amministrazione della tassa del macinato fa uso di quattro grandezze diverse del freno Thiabaud, delle quali nel seguente prospetto trovansi riportati gli elementi più utili a conoscersi, per potere in ogni caso scegliere la grandezza più appropriata alla macchina da sperimentarsi, vale a dire la portata o forza, in cavalli a vapore, di questa, commisurata a 60 giri dell'albero motore per 1', il diametro della puleggia, il peso approssimato del freno completo ed il suo prezzo in Torino.

Grandezza	N. 1.	N. 2.	N. 3.	N. 4.
Portata in cavalli-vapore. .	5	20	25	50
Diametro della puleggia in m.	0.300	0.360	0.450	0.570
Peso app. del fr. comp. in kg.	50	110	260	350
Prezzo del medesimo in L. it.	400	400	750	1000

Il freno posseduto dall' Istituto Tecnico di Torino appartiene alla seconda grandezza, rispetto alla quale vuolsi avvertire che il prezzo notato nel prospetto, di L. 400, si riferisce al freno della portata di 20 cavalli-vapore con apparecchio raffreddatore di minori dimensioni, alquanto più semplice, cioè formato d'un pezzo unico indecomponibile nei due segmenti accennati nella precedente descrizione. Con un simile apparecchio raf freddatore lo stesso freno è solamente applicabile alle estremità degli alberi motori, come appunto avviene specialmente nella misura della forza consumata dai palmenti di molino.

Il pregio principale e caratteristico del freno Thiabaud consiste nell'essere, con poca spesa di più e senza grande complicazione ulteriore relativamente al freno dinamometrico comunemente in uso, fornito di un apparecchio speciale di raffreddamento per mezzo dell'acqua, apparecchio intorno al quale invano altri s'affaticarono per ottenere una disposizione semplice insieme e di reale efficacia. Mercè l' apparecchio a circolazione continua d'acqua, stato descritto poc'anzi, e della cui invenzione il merito è devoluto intieramente al cav. Thiabaud, trovasi del tutto eliminato il vero ostacolo che nel freno ordinario si oppone ad una esatta misura del lavoro con questo strumento, vale a dire l'accumulazione rapida di calore, cagione a sua volta di variazioni considerevoli e saltuarie dell'intensità dell'attrito, e della pressione fra la puleggia e le mascelle dello strumento. Procurando che l'acqua sia somministrata in modo continuo ed in quantità conveniente, numerose prove state fatte colle grandezze su indicate hanno pienamente dimostrato che la temperatura delle faccie, in contatto fra loro, della puleggia e delle mascelle si può mantenere costante e bassa, quasi quanto si desidera: donde segue che, al menomo accelerarsi o rallentarsi delle macchine, riesce cosa molto agevole il ricondurre ben presto la velocità al suo valore normale per mezzo delle viti regolatrici della pressione, a muovere le quali non abbisognano più se non sforzi debolissimi.

Ma oltre ad un cosiffatto pregio, già tanto rilevante, è ancora da notarsi che il freno Thiabaud riunisce in sè tutte, o pressochè tutte, le condizioni a cui più sopra abbiamo a lungo rammentato dovere sempre soddisfare un freno dinamometrico, perchè questo strumento sia effettivamente capace di condurre ad una esatta determinazione del lavoro, per mezzo del procedimento usuale di sperimentazione e della formola abitualmente impiegata pel calcolo di questo lavoro. Bisognerà ancora semplicemente enumerare gli altri pregi che presenta il freno Thiabaud. In primo luogo la operazione da eseguirsi per centrare la puleggia sull'asse dell'albero motore è resa sommamente facile, spedita e sicura.

Secondariamente, grazie ai due bracci di leva, lo strumento trovandosi equilibrato per rapporto al medesimo asse, più non occorre alcuna tara, ed inoltre il momento del peso proprio del freno risulta uguale a zero, vale a dire, più non può esercitare influenza di sorta sulla misura del lavoro, anche quando il freno venga a soffrire alcune oscillazioni durante l'esperimento.

In terzo luogo la grande distanza, a cui si può sospendere il carico del freno dall'asse di rotazione, come pure la notevole massa dello strumento fanno sì che il momento d'inerzia di questo ultimo, rispetto all'asse medesimo, è sufficiente per rendere molto lente le oscillazioni anzidette, porgendo così allo sperimentatore il tempo necessario onde regolare la pressione fra le mascelle e la puleggia dello strumento, prima che i bracci di questo vadano ad urtare contro i loro arresti per non

essersi ancora arrecata al carico del freno la necessaria variazione.

Finalmente devesi osservare ancora come, malgrado l'aggiunta dell'apparecchio refrigerante, il peso del novello freno, generalmente parlando, non è tale da indurre il timore di un sopraccarico sui cuscinetti dell'albero motore, e quindi il bisogno di tener conto, nel calcolo del lavoro utile, della porzione di lavoro motore assorbita dall'attrito nei cuscinetti medesimi per cagione del peso proprio dello strumento.

In conclusione è giusto l'asserire che, mercè le ingegnose innovazioni arrecate dal cav. Thiabaud al freno dinamometrico, questo preziosissimo strumento di misura della meccanica applicata, qual è senza contestazione il freno di Prony, dall'illustre Hirn annoverato fra le più belle ed utili invenzioni della nostra epoca, può oramai dirsi giunto ad un alto grado di perfezionamento. D'ora innanzi, oltrecchè non è più a temersi che il suo impiego dipenda troppo dalla volontà e dalla abilità dello sperimentatore, non si sarà più obbligati a limitare a brevi istanti la durata degli esperimenti, ed a fare numerosissime osservazioni per dedurne un valor medio del lavoro cercato. Nemmeno si dovrà, nelle prove, per esempio, del consumo di combustibile delle macchine a fuoco, che richiedono lunghissima durata, ricorrere al noto metodo di sostituzione, facendo cioè lavorare per lungo intervallo di tempo la macchina nelle condizioni di regime sotto l'azione delle resistenze utili, e poscia rimosse queste, sostituendovi per pochi istanti il freno dinamometrico.

Cosiffatti risultati, i quali si possono ottenere col novello freno a circolazione d'acqua, sono manifestamente di così grande rilievo da doverne conchiudere che il cav. Thiabaud, già favorevolmente conosciuto per l'invenzione del contagiri meccanico applicato ai molini, ha reso un nuovo e ben segnalato servizio alla meccanica applicata.

26. *Bilancia dinamometrica di Hachette.* — V'ha un'altra serie di dinamometri, mediante i quali si determina la pressione esercitata dal perno di un albero di rotazione, e se ne deduce il valore della forza che mette in azione una macchina. Il più semplice di tutti è la stadera dinamometrica di *Hachette* (fig. 30). La bilancia a stadera è ACB che ha il suo fulcro in C, il romano scorrevole in G. La pressione da valutare è applicata in B per mezzo della staffa BD che sorregge il perno di rotazione della ruota dentata E. La quale ruota dentata imbocca per una parte colla ruota KE calettata sull'albero della forza motrice, o della potenza P, e per l'altra parte colla ruota LF calettata sull'albero della resistenza Q.

Supponiamo che le due forze P e Q agiscano rispettivamente coi bracci di leva $KM = a$ ed $LN = b$, che $r = KE$ ed $r' = LF$ siano i raggi delle due ruote dentate; che R ed R_1 sieno le pressioni verticali vicendevoli fra ciascuna di codeste ruote, e quella ad asse sospeso D; e che infine u ed u' sieno il numero dei giri dato rispettivamente dagli alberi K ed L.

Abbiamo anzitutto:

$$R = \frac{Pa}{r} \quad \text{ed} \quad R_1 = \frac{Qb}{r_1}$$

e per l'uguaglianza dei bracci DE e DF, essendo pure $R = R_1$, la pressione Z esercitata dalla ruota sul perno D, e misurata dalla stadera AB, sarà:

$$Z = R + R_1 = 2R$$

da cui ricavasi: $R = \frac{Z}{2}$

e quindi: $$P = \frac{r}{a} R = \frac{r}{a} \frac{Z}{2}$$

$$Q = \frac{r_1}{a} R = \frac{r_1}{b} \frac{Z}{2}.$$

Il lavoro motore potrà allora essere espresso dall'una o dall'altra delle due seguenti formole:

$$L = \frac{\pi u a}{30} P = \frac{\pi u r}{30} \frac{Z}{2},$$

$$L = \frac{\pi u_1 b}{30} Q = \frac{\pi u_1 r_1}{30} \frac{Z}{2}.$$

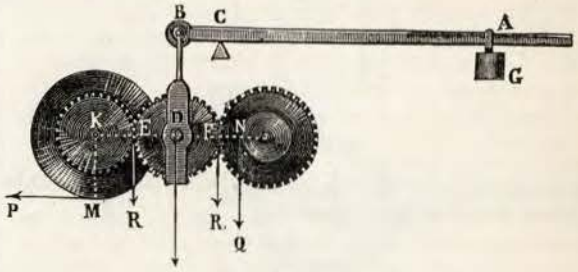


Fig. 30.

Per causa della resistenza d'attrito del perno nei cuscinetti in D, e dei denti delle ruote in E ed F, la pressione R_1 è qualche cosa più piccola di R, e quindi R è qualche cosa più grande di $\frac{Z}{2}$, per cui il lavoro motore calcolato colla espressione

$$L = \frac{\pi u r}{30} \frac{Z}{2}$$

è un po' troppo piccolo.

In generale si pone:

$$R = \frac{Z}{2}(1+\mu) \quad \text{ed} \quad R_1 = \frac{Z}{2}(1-\mu)$$

e conoscendosi P e Q si può determinare μ. Infatti avrebbesi:

$$P = (1+\mu)\frac{r}{a}\frac{Z}{2} \quad \text{e} \quad Q = (1-\mu)\frac{r_1}{b}\frac{Z}{2};$$

dividendo le due equazioni, si ottiene:

$$\frac{P}{Q} = \frac{1+\mu}{1-\mu}\frac{r}{r_1}\frac{b}{a}$$

da cui ricavasi:

$$\mu = \frac{Par_1 - Qbr}{Par_1 + Qbr}.$$

27. *Cuscinetto dinamometrico.* — Il cuscinetto dinamometrico è fondato sul medesimo principio della stadera dinamometrica; ma la sua disposizione permette di fare economia di una ruota dentata. Allo scopo di misurare la pressione Z (fig. 31) l'albero motore K riposa per mezzo de' suoi cuscinetti su di una stadera a ponte bilico. Sia $KM = a$ il raggio della puleggia motrice, ossia il braccio di leva della potenza P, ed α l'angolo di KM colla orizzontale, e sia $KE = r$ il raggio della ruota dentata che è calettata sull'asse K e trasmette il moto e quella montata sull'albero della resistenza Q: dicasi G

il peso di tutto l'albero K colla relativa puleggia e ruota dentata e parti accessorie; la pressione verticale Z sarà data dalla seguente espressione:

$$Z = G + P \operatorname{sen} \alpha + \frac{a}{r} P = G + P\left(\operatorname{sen} \alpha + \frac{a}{r}\right)$$

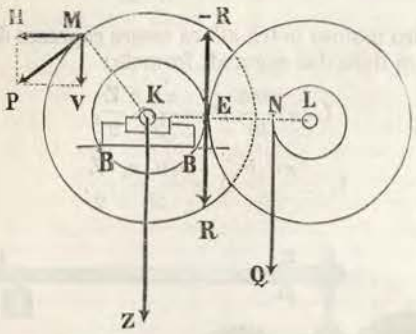


Fig. 31.

e siccome la pressione Z è data dalla stadera a ponte bilico, così se ne può ricavare:

$$P = \frac{Z - G}{\operatorname{sen} \alpha + \frac{a}{r}}.$$

La determinazione della forza P è tanto più precisa quanto più piccolo è il peso G dell'albero.

28. *Dinamometro differenziale.* — Se i due alberi K ed L della bilancia dinamometrica rappresentata dalla fig. 30, anzichè essere paralleli, si trovassero l'uno di seguito all'altro in linea retta, come appunto lo indica la fig. 32, facendo le ruote dentate coniche a vece che cilindriche si ha ancora una bilancia dinamometrica. Dicendo Z la pressione esercitata sul cuscinetto della ruota conica EF che viene determinata sperimentalmente colla stadera ed R la pressione mutua fra le due ruote coniche in E, si avrà:

$$R = (1 + \mu)\frac{Z}{2},$$

e la forza che produce la rotazione sarà:

$$P = (1 + \mu)\frac{r}{a}\frac{Z}{2}$$

ed il lavoro:

$$L = (1 + \mu)\frac{\pi u r}{60} Z,$$

in cui r è il raggio medio KE della ruota conica, ed u il numero dei giri dato dalla medesima ruota.

Così disposta la bilancia dinamometrica, non tardò ad essere notevolmente perfezionata mediante l'aggiunta di una seconda ruota conica posta parallelamente e di rimpetto in modo da riguardare la ruota EF e che come questa imboccasse colle due ruote KE ed LF.

La fig. 33 indica in projezione orizzontale codesta nuova bilancia dinamometrica, molto adoperata in America, che vuolsi inventata da White, o che quanto meno riposa su di una disposizione di movimento differenziale da Withe applicata in molti casi, donde il nome preso di *dinamometro differenziale.*

Due coppie di puleggie M K ed L N si trovano sullo stesso albero XX_1. Da tutte due le parti la puleggia esterna è folle, mentre la puleggia motrice K e la ruota d'angolo EE, che le è vicina, sono tutte due calettate direttamente sull'albero XX_1 e la puleggia L colla ruota d'angolo FF_1 sono invece calettate su di un tubo od albero cavo che circonda l'albero XX_1. Le ruote coniche EF ed E_1F_1 sono portate dal braccio GG_1 il quale è girevole attorno all'albero XX_1.

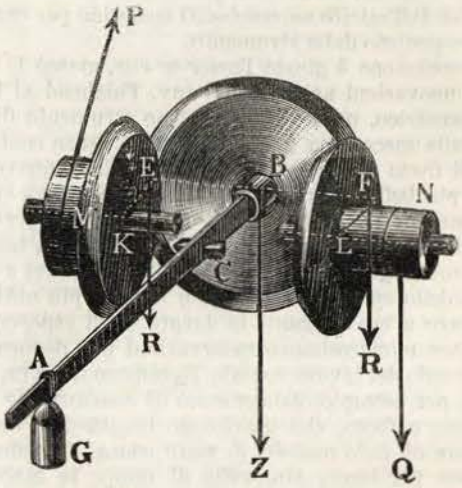


Fig. 32.

La cinghia della macchina motrice, quando il dinamometro entra in azione, abbraccia la puleggia K, e quella che va alla macchina operatrice abbraccia la puleggia L. E per servirsi del dinamometro bisogna far scorrere il romano G lungo il braccio di leva AB finchè questo braccio non sia più trascinato a girare attorno ad XX_1. Il peso così indicato dalla posizione del romano G permette di valutare la forza necessaria a muovere la macchina.

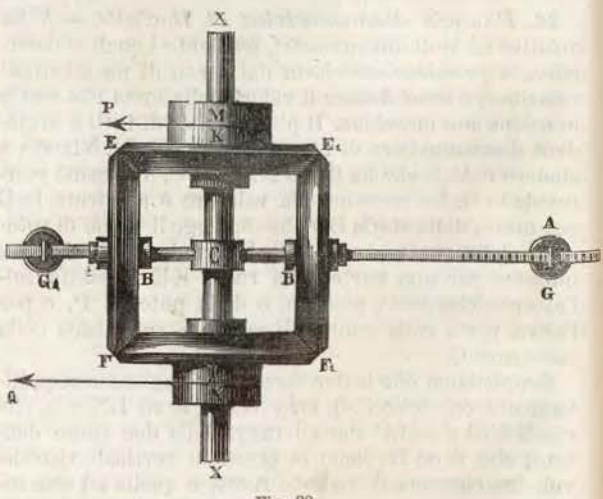


Fig. 33.

E infatti se è R la pressione vicendevole fra i denti delle ruote, la ruota EF eserciterà sul braccio di leva ACB e nel punto B una pressione verticale

$$Z = 2R$$

e la ruota E_1F_1 eserciterà in B_1 la pressione verticale

$$Z = -2R.$$

Le due forze danno luogo ad una coppia, alla quale fanno equilibrio le due forze tra loro eguali e contrarie, ossia il peso G applicato in A, e la reazione (— G) del-

l'albero XX_1 in C. Siano a_1 e b_1 i bracci di leve CA e $CB = CB_1$, si avrà:

$$Ga_1 = Zb_1 + Zb_1 = 2Zb_1 = 4Rb_1$$

Se a è il braccio di leva della forza P ed r è il raggio delle ruote EE_1 ed FF_1 si ha pure:

$$Pa = Rr + Rr = 2Rr$$

e quindi:

$$P = \frac{r}{a} \cdot 2R = \frac{a_1}{b_1} \frac{r}{a} \frac{G}{2}.$$

Ma dovendosi tener conto delle resistenze, dovremo scrivere ancor qui:

$$P = (1 + \mu) \frac{a_1}{b_1} \frac{r}{a} \frac{G}{2}$$

ed il lavoro sarà dato dall'espressione

$$L = (1 + \mu) \frac{a_1}{b_1} \frac{\pi u r}{60} G.$$

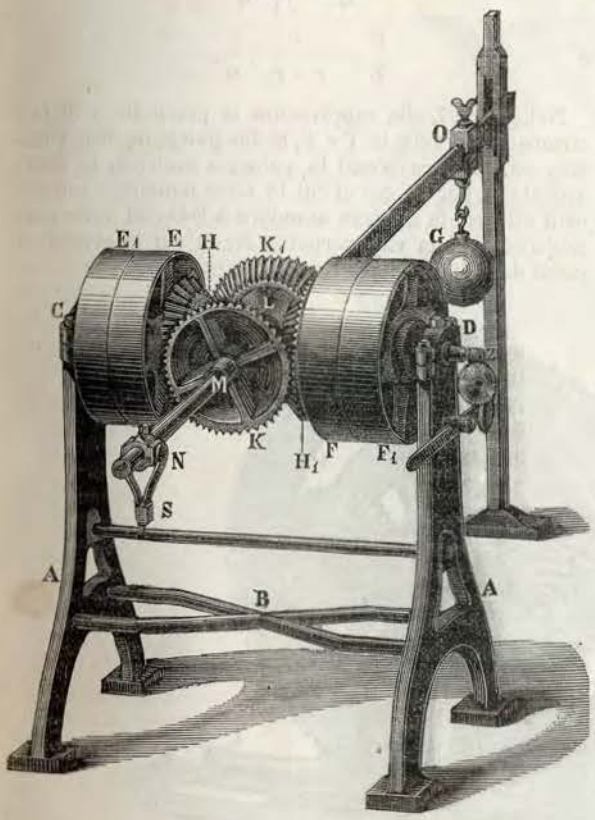


Fig. 34.

La fig. 34 indica la disposizione di uno di codesti dinamometri differenziali stato costruito da Batchelder. L'albero CD su cui sono inalberate le puleggie è sostenuto su appositi cuscinetti da due staggi A tenuti insieme dalle traverse B. L'estremità D termina in una vite perpetua, che muove un contatore di giri. In N è fissato a corsojo un pezzo cui appendere un contrappeso per equilibrare il braccio di leva NO.

Nel caso in cui si voglia avere da questo strumento immediatamente integrato il lavoro della macchina, che è sotto esperimento, si può applicare in N un dinamometro a molla e stilo invece del peso G applicato al braccio LO, come alla figura 9 e far disegnare dalla matita una curva sopra una striscia di carta in movimento.

Non è neppure necessario ricorrere ad un dinamometro a stilo potendo, a condurre la matita, servirci del peso stesso che è applicato alla leva LO. Un simile dinamometro, nel quale lo stilo è in rapporto col peso stesso che misura la forza della macchina, fu già fin dal 1837 inventato dal meccanico Wagner di Parigi.

La disposizione essenziale di tale apparecchio è rappresentata dalla figura 35.

Il braccio della bilancia non è che la continuazione dell'asse di rotazione delle ruote coniche K e K_1, ed è girevole attorno a C. Inoltre esso ha la posizione inclinata CG. Alla estremità del detto asse opposta a quella del peso G trovasi una rotella di frizione D, la quale è abbracciata dalla testa a staffa E di un'asta EF a cui è applicata una matita Z.

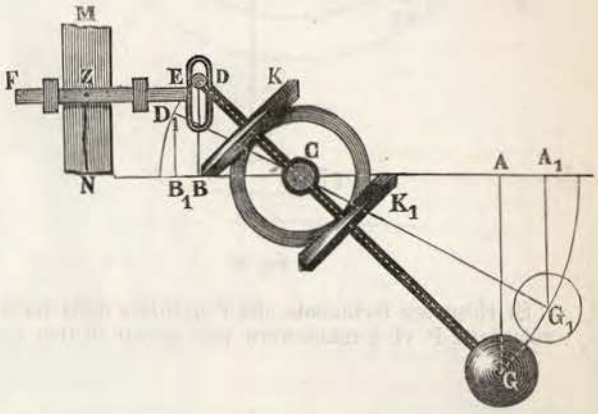


Fig. 35.

Se la striscia di carta MN è messa in moto dalla macchina stessa od anche per mezzo di un movimento di orologieria, questa matita descriverà il diagramma del lavoro della macchina, cui il movimento è trasmesso coll'intermezzo dell'apparecchio dinamometrico. Se varia la forza, il braccio CG prende un'altra inclinazione, ed il braccio di leva CA diventa CA_1 e la variazione AA_1 è proporzionale non solo alla variazione della forza ma anche alla projezione BB_1 dello spazio DD_1 percorso dal punto estremo della leva secondo CA; onde si vede che anche lo spostamento dell'asta EF e quindi quello della matita Z aumenta o diminuisce in proporzione colla variazione della forza.

29. *Dinamometro differenziale di Hartig.* — Fra i dinamometri a rotazione muniti di apparecchio autografico, merita di essere accennato quello che fu descritto per la prima volta dal dott. Hartig nel *Politechnischen Centralblatt*, 1877, n. 1, e di cui esiste da pochi mesi un esemplare a Torino, nel *Museo Industriale italiano.*

Alla puleggia motrice CA (fig. 36) cui è applicata la forza P, è saldamente collegata una ruota dentata internamente DCD_1, la quale imbocca in D e D_1 con due rocchetti DF e D_1E. Questi due rocchetti sono collegati per mezzo di una terza ruota dentata EF, la quale è inalberata liberamente sull'asse C della ruota DD_1 ma è fissa ad un tamburo BC, su cui agisce la resistenza Q.

Le ruote DF, D_1E coi loro assi sono portati da una leva KCK_1, che loro permette di girare liberamente attorno a C. Alle estremità è congiunta una puleggia CL, a cui è fissata per un capo una cinghia LZ che è rac-

comandata per l'altro in M ad un dinamometro a stilo F F fissato al suolo in M.

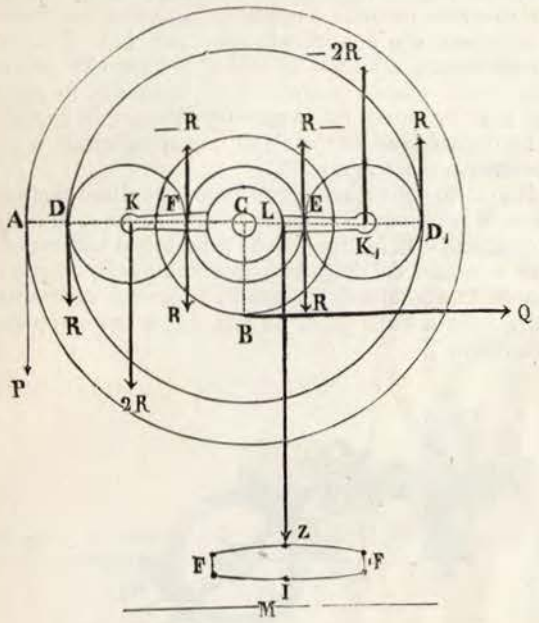


Fig. 36.

Si riconosce facilmente che l'equilibrio della forza di rotazione P vi è mantenuto per mezzo di due forze $R_1 — R$, e che due altre forze $— R, R$ fanno equilibrio alla resistenza Q, per cui ne risultano le due pressioni $2R$ e $—2R$ sui punti K e K_1 le quali distendono le molle del dinamometro con una certa forza Z.

Sia:

a il braccio di leva CA della forza P;

b il braccio di leva CB della resistenza Q;

r il raggio $CD = CD_1$;

r_1 il raggio $CE = CF_1$;

cosicchè:

$\frac{r - r_1}{2}$ è il raggio $KD = K_1D_1$ di una delle due ruote di mezzo;

c il braccio di leva CL della forza di trazione Z;

si ha:

$$Pa = 2Rr; \quad Qb = 2Rr_1$$
$$Zc = 2R(r + r_1);$$

quindi:

$$\frac{P}{Q} = \frac{r}{r_1} \cdot \frac{b}{a}$$

e

$$\frac{P}{Z} = \frac{r}{r + r_1} \cdot \frac{c}{a}.$$

Nella fig. 37, che rappresenta la prospettiva di tale strumento, si vede in T e T_1 le due puleggie, fissa e mobile, su cui accavalcasi la puleggia motrice, la ruota dentata O, per mezzo di cui la forza motrice è comunicata alla ruota dentata annulare ADD_1. Si vede pure sull'asse ON la vite perpetua N, da cui la striscia di carta del dinamometro riceve il movimento.

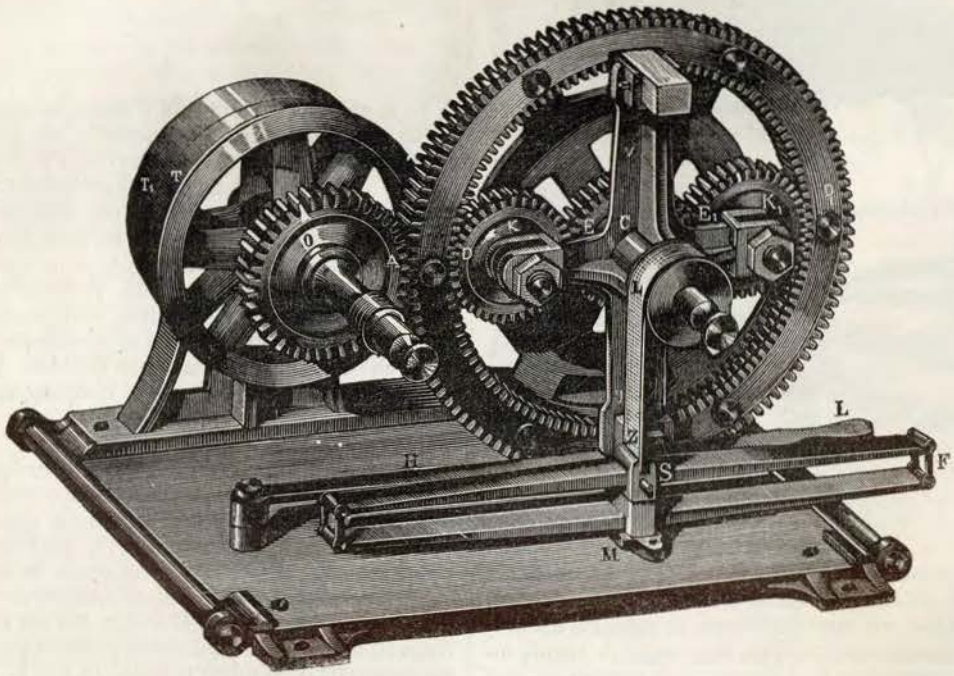


Fig. 37.

I bracci KC e K_1C, che reggono le ruote dentate DK e D_1K_1 sono solidarii ai due altri bracci U e V ed al cilindro fisso CL. L'estremo di questo è collegato per mezzo della cinghia LZ ad una molla dinamometrica F F che porta una matita S, per disegnare una curva sulla striscia di carta scorrevole.

Una leva HL serve a porre in azione lo strumento e per impedire che le molle siano eccessivamente tese, la punta del braccio CV è munita di un'appendice o sperone di legno, che deve appoggiare contro un forte ostacolo da porsi vicino ad una determinata posizione della croce KUK_1V.

30. *Dinamometro a bilancia dell'ing. Farcot.* — Fra i dinamometri a rotazione vuole essere annoverato quello recentissimo ideato e costrutto dall'ing. Farcot, ed il quale vedesi rappresentato in elevazione, di fronte e di fianco dalle fig. 38 e 39 e schematicamente dalla fig. 40. Esso ha pure per iscopo di determinare il lavoro richiesto da qualsiasi macchina la quale riceva il movimento per mezzo di una cinghia; e ciò può farsi in qualsiasi istante, frammettendo il dinamometro fra la trasmissione e la macchina sottoposta ad esperimento; e l'esperimento può farsi mentre la macchina lavora, qualunque ne sia la velocità e comunque sieno le disposizioni generali dell'impianto.

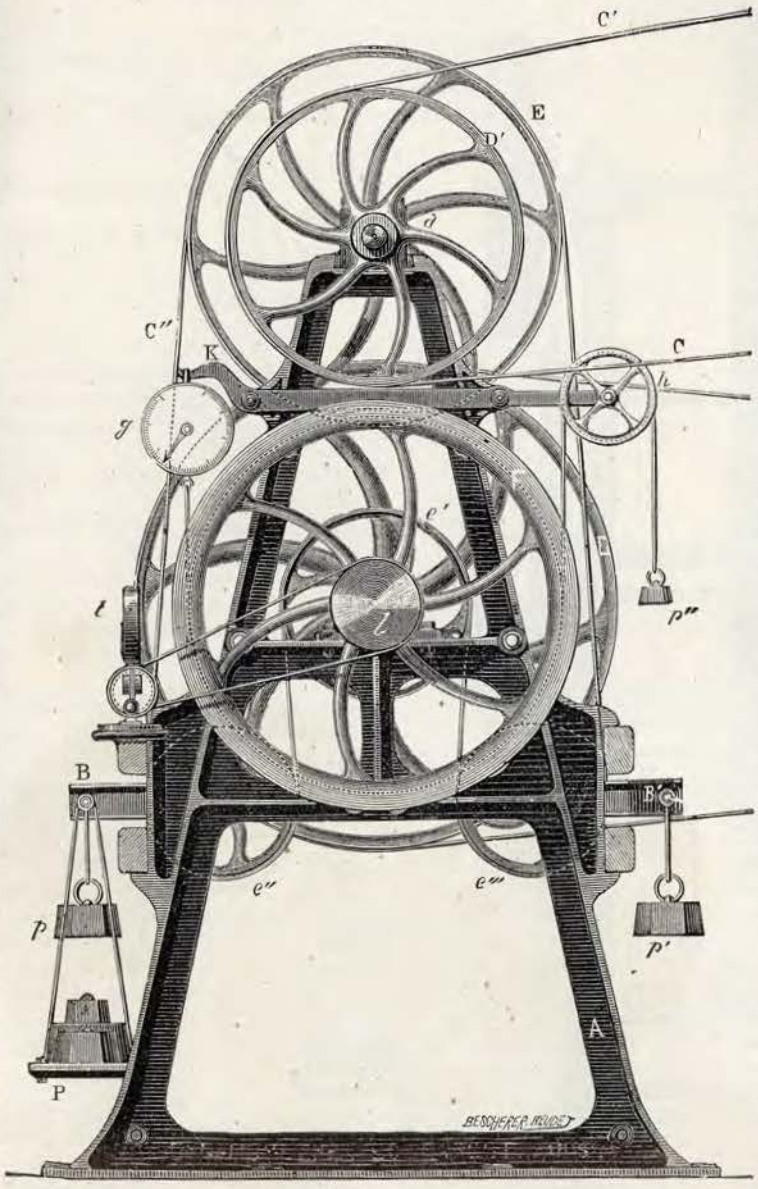


Fig. 38.

Il principio sul quale riposa il dinamometro a bilancia dell'ing. Farcot è quello di misurare la tensione che ha il tratto conduttore della cinghia, la quale unisce l'albero della trasmissione col primo mobile della macchina operatrice. E a tale scopo i due tratti della cinghia sono fatti passare su due puleggie di tensione folli sui loro alberi e montate su telai, oscillanti attorno ad un pernio per modo che questa parte dell'apparecchio riproduce esattamente una bilancia nella quale il braccio è di due pezzi oscillanti attorno a due punti.

La cinghia di cui si tratta, vuole essere tesa al principio di ogni esperimento per mezzo di pesi uguali applicati a tutte due le puleggie di tensione e tali che il tratto conduttore possa esattamente trasmettere alla macchina sottoposta ad esperimento il lavoro necessario a muoverla, ossia il lavoro che vuole essere misurato col dinamometro nel modo che indicheremo tra poco.

Due staggi verticali e paralleli A reggono gli alberi *a* e *d*, il primo alla sommità ossia a circa 2m 50 dal suolo, ed il secondo a metà altezza. Sul primo è fissata la puleggia D' la quale riceve il movimento dalla trasmissione principale ed una puleggia E che lo comunica alla cinghia di cui si vuole misurare la tensione.

Sull'albero inferiore *d* si trovano fissate una puleggia *e'* nello stesso piano verticale della puleggia E suaccennata, ed una puleggia D la quale deve trasmettere il movimento alla macchina sottoposta ad esperimento.

Da quanto si è detto appare di già come il dinamometro Farcot altro non sia che una trasmissione di movimento intermediaria tra il motore e la macchina da sperimentare, e che come tale esso possa servire a trasmettere il moto con una moltiplicazione o con riduzione di velocità secondochè la macchina da sperimentare deve muoversi molto celeremente o con velocità moderata.

I due alberi *a* e *d* sono messi in comunicazione fra loro per mezzo di una cinghia continua C'' la quale si accavalca sulla semiperiferia superiore delle puleggie E ed *e*, ed è mantenuta nella tensione, voluta per la comunicazione del moto, da due puleggie di tensione *e''* ed *e'''* fissate sugli assi *b* e *c* facenti parte del telajo oscillante attorno ai centri *e* ed *f* mentre i due pesi perfettamente uguali *p* e *p'* applicati rispettivamente a ciascun telajo, misurano la tensione di detta cinghia. Un contatore dei giri *t* è raccomandato per mezzo di una cinghia alla puleggia *l* fissata sull'albero *d*.

Così predisposte le cose, supponiamo che qualunque sia la potenza della macchina motrice noi mettiamo in movimento per mezzo della cinghia C' il dinamometro solo senza occuparci per un istante della macchina da sperimentare; ben tosto l'equilibrio sarà rotto in causa della maggiore tensione che il tratto conduttore della cinghia C'' dovrà avere per mettere in movimento l'apparecchio. Il peso che risulterà necessario a ristabilire l'equilibrio è ciò che il Farcot denomina *tara* del dinamometro per una velocità dell'albero *d* constatata dal contatore *t*.

Se dopo tuttociò si mette in comunicazione coll'apparecchio la macchina da sperimentare per mezzo della cinghia C, la resistenza opposta da questa macchina

romperà di nuovo l'equilibrio del dinamometro, ed il peso che bisognerà mettere sul piattello P per ricondurre il dinamometro all'equilibrio rappresenterà la forza di tensione necessaria al tratto conduttore della cinghia C'' per mettere in moto la macchina da sperimentare. Epperò ne risulta che il prodotto di questo peso per la velocità circonferenziale della puleggia e', espressa in metri al minuto secondo (velocità indicata dal tachimetro t) indicherà il numero di chilogrammetri assorbiti al minuto secondo dalla macchina in esperimento. Infine una puleggia a gola F calettata sull'albero d trovasi abbracciata inferiormente da una corda la quale è tesa per una estremità da un peso p'' dopo essere passata sulla piccola puleggia di rinvio h, mentre l'altra estremità è attaccata ad una specie di bilancia a molla e quadrante g. Questa corda fa l'ufficio di freno, e il quadrante serve come di controllo alle esperienze eseguite.

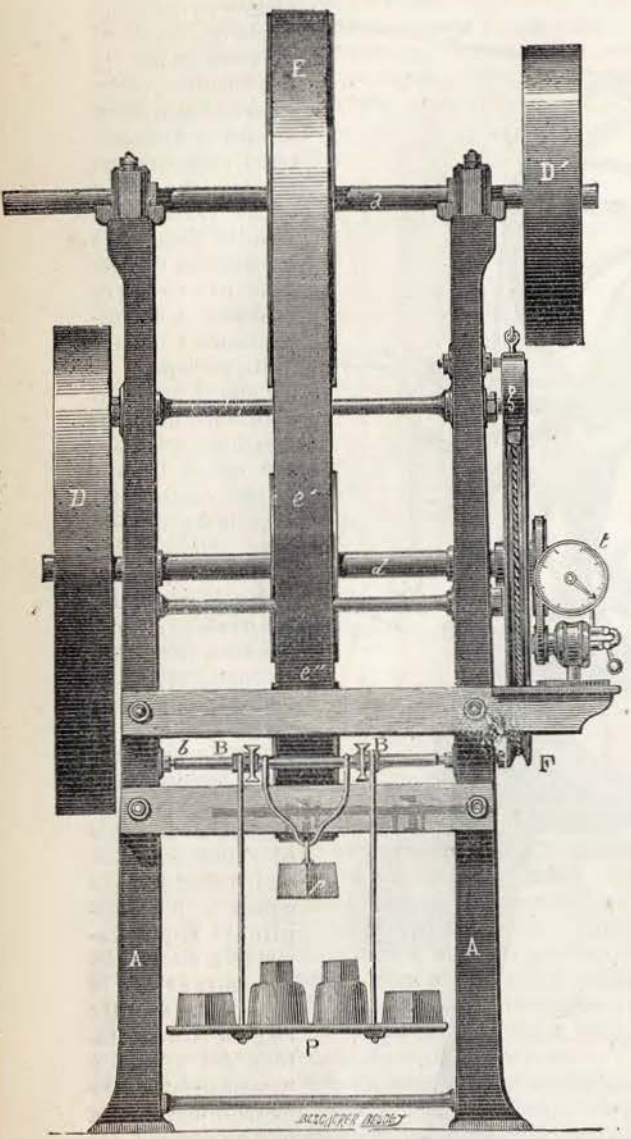


Fig. 39.

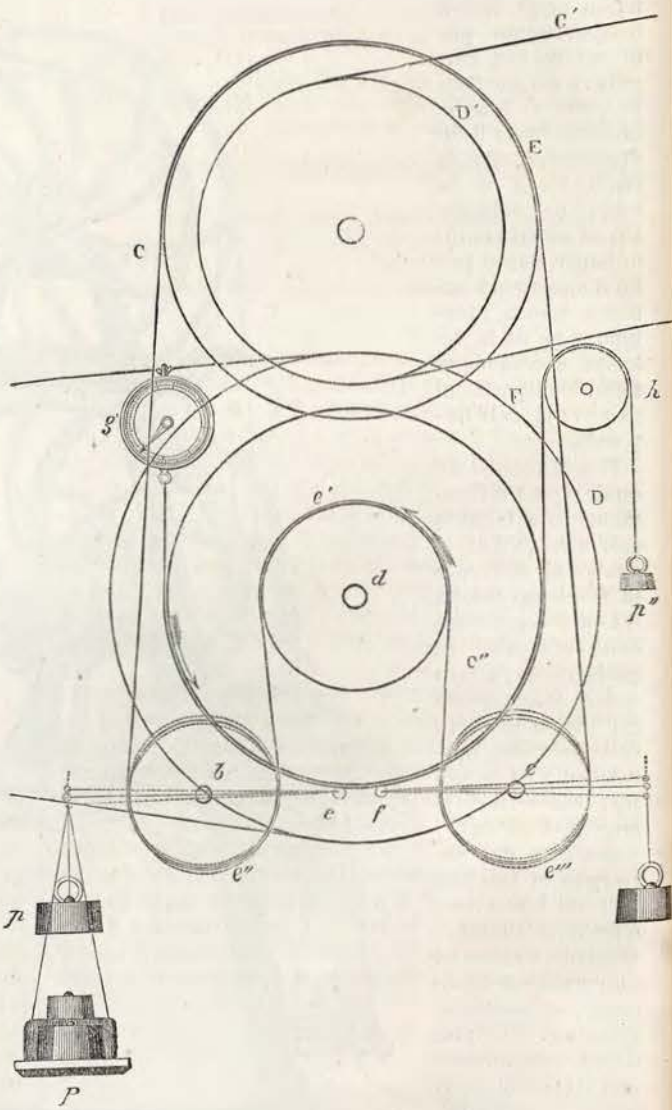


Fig. 40.

Volendo dare un'idea più concreta del modo di servirsi di così ingegnoso strumento, registriamo anzitutto il quadro delle tare per uno di essi, ed i risultati di due sperimenti col medesimo, eseguiti su di un ventilatore soffiante, sistema Farcot, di m. 1.20 di diametro.

Quadro delle tare.

N. dei giri	Chilogrammi	N. dei giri	Chilogrammi
100	1.000	220	1.700
120	1.200	240	1.800
140	1.400	260	1.900
160	1.500	280	2.000
180	1.550	300	3.200
200	1.600	—	—

Dal quadro delle tare vedesi molto bene come varii codesto elemento col variare della velocità, e come di ciò debbasi tener conto in ogni caso speciale.

Risultati di due esperimenti eseguiti su di un ventilatore Farcot, del diam. di 1m.20 *(La puleggia e' del dinamometro ha il diametro di m.* 0.60).

	I.	II.
Diametro dell'orifizio d'efflusso, Metri	0.23	0.23
Num. dei giri per minuto del dinamometro. . . . . N.	184	186
Num. dei giri per minuto del ventilatore . . . . . N.	590	530
Pressione dell' aria in centimetri di acqua . . . . . Cent.	12.5	10.0
Peso sul piatto P per l'equilibrio, Chg.	63	51
Tara . . . . . »	1.55	1.50
Lavoro del dinamometro, Chg. metri	355	259
Lavoro del ventilatore . »	226	162
Coefficiente di rendimento	0.638	0.625
Volume d'aria emesso all'ora, M. cubi	6.498	5.817

Dai quali risultati sperimentali appare come possa praticamente servire il dinamometro. Così per esempio nel I caso il tachimetro avendo indicato che la puleggia *e'* di m. 0.60 di diametro girava colla velocità di 184 giri per minuto, ne risulta alla circonferenza di questa puleggia una velocità di circa m. 5.78 per minuto secondo; ed è a questa velocità che la tensione del tratto conduttore della cinghia C'' mantiene in equilibrio la bilancia sul cui piattello si constata esistere un peso di 63 chilogrammi. Da questo peso devesi togliere la tara di chilogrammi 1.55 ed il lavoro sviluppato e trasmesso al ventilatore risulta di m. 5.78 × 61 ch., 45 = 355 chilogrammetri.

Non è qui nostro scopo di considerare il coefficiente di rendimento che risulta dal quadro su riportato; basterà dire che il lavoro registato di 226 chilogrammetri è quello che il ventilatore dovrebbe assorbire quando con una luce d'efflusso di m. 0.23 di diametro soffia l'aria ad una pressione di 12.5 centimetri d'acqua.

È d'uopo avvertire che in generale occorre una piccola correzione proveniente da ciò, che il tratto conduttore della cinghia C'' fa colla verticale un certo angolo. Dicendo adunque T la tensione della cinghia e 2T' la reazione verticale che è capace di equilibrare il peso P applicato al centro della puleggia di tensione *e''* avremo

$$T' = \frac{T}{\cos TT'}$$

e quindi

$$P = 2T' = \frac{2T}{\cos TT'}$$

Sul piattello della bilancia trovasi un peso p il quale equivale a $^1/_2$ P e ci misura esattamente la tensione del tratto di cinghia considerato; avremo adunque

$$p = \frac{T}{\cos TT'}$$

ossia

$$T = p \cos TT'.$$

Più l'angolo TT' sarà piccolo e più la tensione T avrà valore vicino al peso p; in ogni caso la correzione è sempre facile a farsi, e si è sempre sicuri del risultato.

31. *Dinamometro differenziale dell'ing. Morosini.* — Alla Esposizione nazionale di Milano l'ingegn. Morosini presentava un dinamometro differenziale, il quale vuol essere considerato come un utile e lodevole tentativo sulla stessa idea di già applicata dal Farcot per dedurre il lavoro motore occorrente alle macchine operatrici dalla tensione della cinghia di trasmissione del moto.

A dare una sufficiente idea di questo nuovo dinamometro, oltre al principio su cui si fonda, ci serviremo della figura schematica 41.

Fra due telai rettangolari formati ciascuno da due sbarre di ferro longitudinali *aa aa*, solidamente connesse a due altre sbarre trasversali *bb bb* e mantenuti parallelamente fra loro ed a conveniente distanza da quattro tiranti *b, b, b, b*, sono comprese quattro puleggie eguali e simmetricamente poste, liberamente girevoli attorno ai punti *c, c, c, c*.

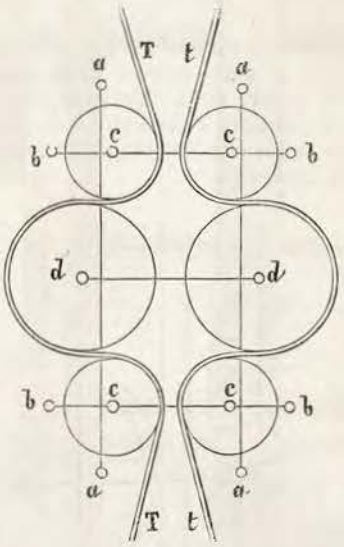


Fig. 41.

Due altre puleggie di maggior diametro, ma girevoli nello stesso piano delle precedenti, sono imperniate alle estremità *d, d*, di due spranghe trasversali e parallele, le quali per apposite guide e colle due puleggie possono scorrere liberamente in senso trasversale al telajo, ossia perpendicolarmente alle aste *aa aa*.

Suppongasi ora che il tratto conduttore TT di una cinghia o di una fune di trasmissione del moto passi sulle due puleggie fisse che sono dalla stessa parte del telajo, ed avvolga per metà la puleggia mobile intermedia; e che analogamente il tratto condotto *tt* prenda la disposizione simmetrica rispetto all'asse longitudinale del telajo, avvolgendosi sulle due altre puleggie fisse, ed abbracciando per metà l'altra puleggia mobile che è tra desse.

La parte di periferia delle puleggie mobili avvolta dai due tratti di cinghia può essere indifferentemente quella interna o quella esterna; ma per fissare le idee riterremo che siano le parti esterne precisamente come lo indica la figura.

Dalla accennata disposizione risulta che avvenendo la trasmissione del moto per mezzo di detta cinghia, non tarderà a manifestarsi la maggiore tensione T del tratto conduttore su quella *t* del tratto condotto; essendochè la puleggia di sinistra sarà spinta da sinistra a destra con una forza eguale a 2T, mentre la puleggia di destra viene spinta da destra a sinistra con forza eguale a 2*t*. Ed essendo le due puleggie tenute tra loro a distanze invariabili dalle aste *d d*, tutto il sistema sarà spinto da sinistra a destra con una forza eguale a 2 (T − *t*) = 2 P essendo P la forza trasmessa dalla cinghia.

Se l'asta *dd* è mantenuta a posto per mezzo di una molla, che presenti un cedimento proporzionale alla forza, dallo spostamento della molla, che sarà facile tarare, si avrà la misura della forza $2(T\text{-}t)$ e per conseguenza anche quella della forza P.

Conoscendo la P, si ha il lavoro trasmesso in chilogrammetri od in cavalli-vapore, misurando la velocità della cinghia per mezzo del numero dei giri e del diametro delle puleggie in movimento. Se D è il diametro di una di esse, ed *n* il numero di giri che la medesima fa al minuto primo, il lavoro L in cavalli-vapore è:

$$L = \frac{D\pi . P . n}{60.75}$$

Tale è il principio sul quale si fonda l'istrumento chiamato dall'autore dinamometro differenziale appunto perchè dà la misura della differenza della tensione di due tratti (conduttore o condotto) della cinghia o della fune motrice indipendentemente dalla tensione assoluta della cinghia medesima.

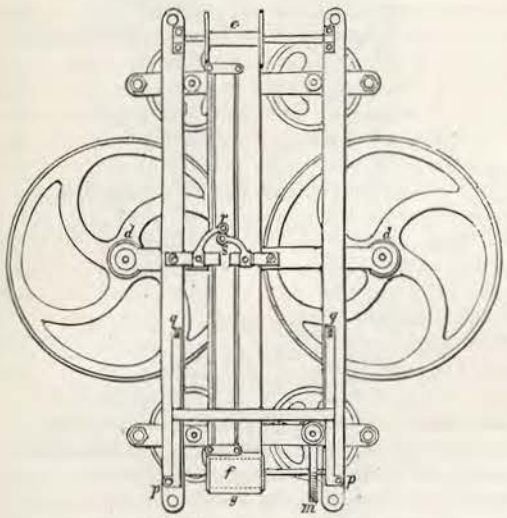


Fig. 42.

La grandezza della forza P, quando la molla sia tarata, può essere data da un indice; o meglio può essere tracciata sopra una lista di carta che si muova con velocità proporzionale a quella della cinghia; e in questo caso si può ottenere un diagramma, la cui area rappresenta il lavoro, e l'ordinata media lo sforzo medio trasmesso. Finalmente combinando la velocità della cinghia e la inflessione della molla mediante una specie di planimetro, si può registrare in apposito quadrante il lavoro totale trasmesso in determinato tempo, senza il bisogno di eseguire ad ogni volta la integrazione di un diagramma.

Le fig. 42 e 43 rappresentano soltanto una projezione ed una parte di sezione dello strumento disposto per avere il lavoro tracciato sopra una lista di carta continua.

L'ingegn. Morosini preferisce impiegare due molle a luogo di una sola, unite fra loro all'estremità ed aventi la forma di solidi di eguale resistenza onde avere una saetta di inflessione maggiore. Una delle molle è fissata al telajo, e l'altra all'asta *dd* che porta le due puleggie. Inoltre ad evitare che dette molle per essere poste da una sola parte diano origine a sforzi obliqui che sono a danno della sensibilità, e possono essere causa di dissesto o di meno buono funzionamento dell'istrumento, sono disposte simmetricamente al dissotto due altre molle eguali, come lo dimostra la fig. 43.

Ad una estremità dello strumento si trova il cilindro *e* sul quale si avvolge la carta continua che riceve le impronte delle matite *r* ed *s*. All'altra estremità si trovano due altri cilindri *f*, *g* di cui il primo è messo in movimento da una vite perpetua *n* la quale è fissa al pernio di una delle quattro puleggie del telajo ed imbocca con una ruota *m* fissa all'albero del cilindro *f*. Il secondo cilindro *g* è messo sopra un telajo *pp qq* imperniato nei punti *qq;* e preme sul cilindro *f* a mezzo di molle spirali che si trovano nei punti *pp*. La lista di carta che svolgesi dal cilindro *e* è fatta passare fra i due cilindri *f* e *g*, e trascinata a svolgersi dal movimento del cilindro *f*, si muove di moto proporzionale alla velocità della cinghia; e mentre la carta si muove, la matita *r* che è fissa al telajo segnerà una linea retta, e l'altra matita *s* che è fissata all'asta *dd* segnerà una linea scostantesi più o meno dalla prima dipendentemente dalla grandezza dello sforzo trasmesso P.

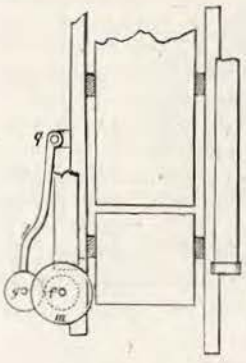


Fig. 43.

Non occorre aggiungere che a vece di matite comuni, le quali sono molto difficili a regolarsi, e facilmente si rompono, si adottano anche qui, come in tutti gli altri strumenti autoregistratori (dinamografi, indicatori delle pressioni, ecc.), matite metalliche con carta chimicamente preparata.

Se le due matite sono state messe a posto in modo che le loro traccie si sovrappongano quando lo sforzo trasmesso è nullo, l'area compresa fra le due linee rappresenta il lavoro assorbito dalla macchina.

Ma se vuolsi avere un'idea più esatta dell'andamento regolare della macchina, se vuolsi riconoscere se la velocità è più o meno costante, e come varii la forza assorbita, quel diagramma non basta, ed è d'uopo che il dinamometro sia reso integratore, come sono quelli di Morin e di Kraft.

Quanto poi al modo di applicare lo strumento, esso è facilissimo. Basta disporlo nel piano della cinghia appeso con due funi al soffitto e legato in basso con altre funi a due punti del pavimento; oppure se la cinghia si trova vicina ad un muro, ad un cavalletto, o ad una trave, basta fissarvi contro con chiavarde l'istrumento. Molte volte riesce comodo fissare l'istrumento a due ritti verticali che si assicurano provvisoriamente al pavimento ed al soffitto ed a qualche altro punto fisso.

L'istrumento può essere disposto tanto verticalmente che orizzontalmente. In quest'ultimo caso però bisognerà che il tratto conduttore sia superiore, perchè diversamente le molle allo stato di quiete sarebbero inflesse in un senso per causa del peso delle puleggie, che devono sopportare, e quando la cinghia è in moto, superato il peso delle puleggie, si infletterebbero in senso contrario. Ora per essere queste molle snodate alla loro estremità nel passaggio della flessione da uno in altro senso havvi un salto non proporzionale alla forza.

Questo inconveniente tuttavia lo si potrebbe togliere o col caricare artificialmente le due puleggie per modo che non avvenga durante il movimento il cambiamento nei due sensi della flessione, o meglio usando una molla

ellittica in un sol pezzo, nel qual caso la flessione riescirebbe troppo piccola, e bisognerà ingrandire le indicazioni.

In questo caso il sistema più conveniente d'ingrandimento, analogo a quello degli indicatori delle pressioni e che venne già praticato con buon esito al dinamometro che figurava all'Esposizione di Milano, è quello rappresentato dalla fig. 44. In essa AD e BC sono due asticelle metalliche imperniate nei punti A e B fissi al telajo dell'istrumento. Alle estremità C e D sono imperniate altre due asticelle che vanno a collegarsi fra loro nel punto E formando così un pentagono snodato ADECB i cui vertici A e B sono fissi, e tutti gli altri mobili. Nel punto M, intermedio fra E e D, si trova imperniata l'asta MO, la quale è portata dalle spranghe mobili delle due puleggie grandi del dinamometro e che si muove solo in linea retta nel senso MO. L'asta CE si prolunga fino in N, essendo NE eguale ad EM. Al punto N poi si applica la matita.

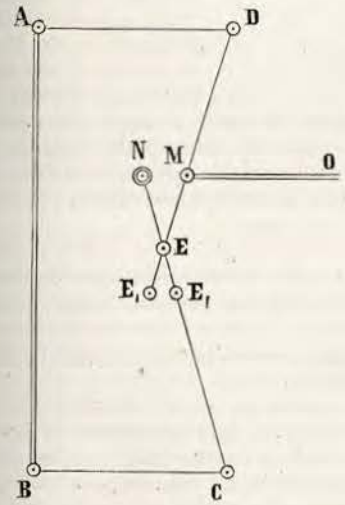


Fig. 44.

Ciò posto, se per un caso particolare, come quello della figura, si ha EM = EN = 1; MD = 2, EC = 3, e si suppone che il punto M si sposti in un senso o nell'altro di un'unità, il punto E si sposta di $\frac{3}{2}$ ed il punto N di $\frac{3}{2} \times \frac{4}{3} = 2$, ossia il movimento è raddoppiato. Oltre a ciò, per essere EM = EN, se il punto M si muove in linea retta, come già si disse, ed in senso perpendicolare alla CED quando le due verghe CE ed ED si trovano su di una sola linea retta, anche N si muoverà sulla stessa linea retta.

Se le due aste in luogo di imperniarle in E si imperniano in E_1 per modo che sia: $E_1M = E_1N = 4$; MD = 5; $E_1C = 6$ quando il punto M si sposta di un'unità, il punto E si sposta di 9/5 ed il punto N si sposta di $\frac{9}{5} \times \frac{10}{6} = 3$, vale a dire l'ingrandimento sarebbe triplo. È facile scorgere come con questo sistema si possa ottenere un ingrandimento qualsiasi.

Per il regolare funzionamento del dinamometro conviene far bene avvertenza che la cinghia sia il più che è possibile di spessore uniforme, dovendo essa avvolgersi a rovescio sopra le quattro puleggie del telajo, le quali possono farsi molto grandi per non rendere l'istrumento troppo pesante e di dimensioni eccessive.

La regolarità però delle cinghie del commercio è in generale sufficiente, ma bisognerà portare molta cura nell'unione dei due capi.

Se poi dopo che la cinghia è stata bene unita, risultasse troppo lunga, vi si rimedierà spostando l'apparecchio a destra ed a sinistra di tanto quanto basti ad avere una tensione regolare. Questa manovra è semplice e spedita sia che il dinamometro si trovi avvitato ad un telajo, sia che lo si abbia sospeso con funi.

Dinamometri ottici.

32. *Dinamometro cromatico di Wertheim.* — Occorrendo misurare la pressione statica che si esercita fra due corpi solidi, quando cioè la forza premente non fa percorrere alla resistenza uno spazio apprezzabile, come appunto accade negli strettoi, nelle macchine da coniare, ecc., Wertheim immaginò uno strumento basato sul vario colore che è prodotto dalla luce trasmessa attraverso ad un corpo omogeneo e trasparente tirato ovvero compresso in una sola direzione e con intensità diverse.

L'apparecchio consiste in una piastra di vetro *a* (fig. 45) perfettamente trasparente nel senso di sua lunghezza, e di dimensioni tali da poter sopportare le pressioni cui è destinata a misurare. Essa è annerita per tutto il perimetro ad eccezione di due punti soli attraverso cui si deve dirigere la visuale. Superiormente e inferiormente alla piastra sono posti dei dischi di caoutchouc vulcanizzato e di cartone, e con tale intermezzo la piastra di vetro è stretta fra due dischi di ghisa ben piani, e di sufficiente spessore. La piastra di ghisa inferiore *b* porta due tubi di ottone *c* ed *f* internamente anneriti. Il tubo obbiettivo contiene un nicol *d* ed all'altra estremità una piastrina di porcellana bianca *e* mobile in due sensi fra loro perpendicolari, e che perciò può essere sempre disposta per modo da essere bene rischiarata. L'altro tubo *f* è munito in *g* di un prisma birifrangente. I due tubi possono scorrere verticalmente a dolce fregamento nei regoli *h* attaccati alla piastra di ghisa inferiore, per modo che impiegandosi lastre di vetro di differente spessezza, si potrà sempre disporre i due tubi col loro asse sullo stesso prolungamento, ed alla metà dell'altezza del vetro. La piastra di ghisa superiore è perfettamente libera, e non serve che a trasmettere le pressioni che essa riceve.

Le sezioni principali del nicol e del prisma birifrangente sono parallele tra loro e formano un angolo di 45° colla verticale.

Una volta disposto questo apparecchio così poco voluminoso fra le due superficie fra le quali si vuole misurare la pressione, la misura della pressione è data dalla semplice ispezione dei colori che si presentano nelle due immagini.

Il saper apprezzare codesti colori è la parte più delicata di codesto metodo di osservazione. Ottenuti i colori, si potrebbe dedurre col calcolo il valore della pressione; ma è molto più semplice tarare direttamente lo strumento, siccome ha fatto Wertheim, ossia far rilevare le coppie di colori che si vedono successivamente nello strumento, e scrivere a fianco i valori corrispondenti delle pressioni, e ciò per due piastre di vetro, l'una per le deboli e l'altra per le forti pressioni.

È importante notare che siffatte esperienze presentano una difficoltà, che è quella appunto di evitare che il vetro subisca alcuna inflessione trasversale, perchè ciò basterebbe a far comparire delle striscie colorate, e ogni determinazione diventerebbe allora impossibile. È questa una causa perturbatrice che presentasi tuttavolta che si

impiegano lastre di vetro sottili, essendo impossibile di ottenere che le superficie tra le quali la pressione si esercita siano perfettamente piane e fra loro ben parallele per modo da non dare luogo che ad un fenomeno di compressione. Bisogna dunque che il vetro stesso offra sufficiente resistenza alla flessione, perchè l'effetto di questa ultima divenga insensibile; e vi si arriva dando alla lastra di vetro lo spessore di 2 a 3 centimetri.

È facile rendersi conto delle dimensioni che debbesi dare ad una simile piastra per renderla adatta a misurare una forza determinata. Il vetro sopporta una pressione di oltre a 3 chilogr. per millimetro quadrato; quindi una piastra quadrata di 20 centimetri di lato potrà, senza inconvenienti, essere sottoposta ad una pressione di 120 mila chilogrammi.

Se non che molto tempo prima che siasi arrivato a tal limite di pressione, le due immagini saranno divenute affatto bianche a motivo della grande differenza di cammino fra i due raggi, causa a cui la teoria attribuisce la differenza di colorazione. Si vede così, come il quadro seguente lo dinota, che la più grande differenza di cammino di cui è possibile servirsi è di mm. 0.002, corrispondentemente ad una pressione per la superficie del vetro dello strettojo di prova di 535 chilogrammi, ossia di 13 a 15 mila chilogrammi per 400 centimetri quadrati, limite che non potrebbe essere oltrepassato a meno di impiegare piastre di vetro più grandi.

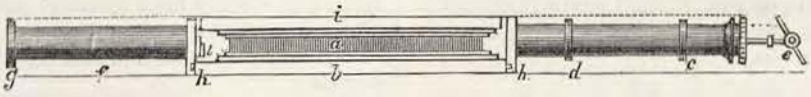


Fig. 45.

Tuttavia il ricorrere ad una maggior larghezza ha per effetto di diminuire nello stesso tempo la sensibilità dell'apparecchio; si può invece accrescere la corsa con un semplicissimo artifizio. Supponiamo che siasi arrivati alla pressione di 13 mila chilogr.; il raggio straordinario avrà sul raggio ordinario una precessione di 0.002; pongasi sul tragitto dei due raggi, tra i due prismi in *l*, un quarzo parallelo all'asse, e di spessore tale, che impiegato da solo produca una differenza di cammino di 7λ, (essendo λ la lunghezza dell'ondulazione, la quale variando da 423 milionesimi di millimetro corrispondente al rosso fino a 620 corrispondente al violetto, è in media 525) ossia di mm. 0.004. Il quarzo è un cristallo positivo; dunque aggiungendo questa piastra al vetro compresso si cangia il segno della differenza di cammino *d*, che da — 0.002 diviene + 0.002. I colori delle due immagini non hanno adunque avuto alcun cambiamento; ma ora aumentando la pressione si rimonterà gradatamente tutta la serie delle tinte, e con una pressione di 26,000 chilogrammi si ritornerà a zero. In conseguenza, senza nulla aggiungere all'apparecchio ottico, si potrà andare di nuovo fino ad una doppia rifrazione negativa $\frac{7\lambda}{2}$ che si otterrà colla pressione totale di 39 mila chilogrammi e così di seguito.

Nell' annesso quadro si leggono le determinazioni ottenute da Wertheim col suo apparecchio; e con esso si può avere un'esatta idea del modo col quale procede il fenomeno. Tali determinazioni sono state fatte servendosi di una piastra purissima di crown di Clichy (boro-silicato di zinco) la quale poteva essere compressa fino a dare una differenza di cammino $\frac{7\lambda}{2}$; al di là di questo limite i colori sono troppo mescolati a luce bianca, ossia troppo pallidi per poter servire a determinazioni di misure.

Nella colonna *d* sono registrate in milionesimi di millimetro le differenze tra il cammino percorso dai raggi ordinarii, e quello dei raggi straordinarii, e nella colonna *e* sono registrate in milionesimi di pollice inglese le spessezze delle lame d'aria che trasmettono i colori indicati nelle due ultime colonne.

N° d'ordine	Valori di *d*	Valori di *e*	Pressioni P	Colore dell'immagine O	Colore dell'immagine E
1	0	0	0	Bianco	Nero
2	40	0.78	10	Bianco	Grigio di ferro
3	97	1.91	24	Bianco giallastro	Grigio di lavanda
4	158	3.11	39	Bianco brunastro	Grigio-bleu
5	218	4.29	54	Giallo-bruno	Grigio più chiaro
6	234	4.61	58	Bruno	Bianco con leggera tinta verde
7	259	5.10	64	Rosso-chiaro	Bianco quasi puro
8	267	5.25	66	Rosso carmino	Bianco giallastro
9	275	5.41	68	Rosso bruno intenso, quasi nero	Giallo paglia
10	281	5.53	70	Violetto intenso	Giallo paglia
11	306	6.02	77	Indaco	Giallo chiaro
12	332	6.53	84	Bleu	Giallo vivo
13	430	8.46	110	Bleu verdastro	Giallo aranciato
14	505	9.84	130	Verde bluastro	Arancio rossastro
15	536	10.55	138	Verde pallido	Rosso caldo
16	551	10.84	142	Verde giallastro	Rosso più intenso
17	565	11.12	146	Verde più chiaro	Porpora
18	575	11.32	149	Giallo verdastro	Violetto
19	589	11.59	153	Giallo vivo	Indaco
20	664	13.07	183	Arancio	Bleu
21	728	14.33	200	Arancio brunastro	Bleu verdastro
22	747	14.70	205	Rosso carmino chiaro	Verde
23	826	16.26	216	Porpora	Verde più chiaro

N° d'ordine	Valori di d	Valori di e	Pressioni P	Colore dell'immagine O	Colore dell'immagine E
24	843	16.59	221	Porpora violacea	Verde giallastro
25	866	17.05	228	Violetto	Giallo verdastro
26	910	17.91	240	Indaco	Giallo puro
27	948	18.66	250	Bleu intenso	Arancio
28	998	19.64	263	Bleu verdastro	Arancio rossastro vivo
29	1101	21.67	290	Verde	Rosso violaceo intenso
30	1128	22.20	298	Verde giallastro	Violetto bluastro chiaro
31	1151	22.66	305	Giallo sporco	Indaco
32	1258	24.76	334	Color di carne	Bleu, tinta verdastra
33	1334	26.26	354	Rosso bruno	Verde bluastro, verde d'acqua
34	1376	27.09	365	Violetto	Verde vivo
35	1426	28.07	380	Bleu violaceo grigiastro	Giallo verdastro
36	1495	29.43	400	Bleu verdastro	Rosso rosa
37	1534	30.20	410	Verde-bleu	Rosso carmino
38	1621	31.91	432	Verde chiaro	Carmino porpora
39	1652	32.52	440	Verde giallastro	Grigio violaceo
40	1682	33.11	449	Giallo verdastro	Grigio-bleu
41	1711	33.68	458	Grigio-giallo	Bleu verdastro chiaro
42	1744	34.33	468	Mauve (fior di malva)	Verde bluastro
43	1811	35.65	486	Carmino	Verde-bleu chiaro
44	1927	37.93	515	Grigio-rosso	Grigio-verde chiaro
45	2007	39.51	535	Grigio-bleu	Grigio quasi bianco

Le due immagini assumono successivamente tutti i colori degli anelli delle lamine sottili, delle bolle di sapone; l'immagine ordinaria prende sempre il colore della luce trasmessa, e l'immagine straordinaria presenta le tinte complementari, ossia i colori degli anelli della luce riflessa.

Newton avendo misurato la spessezza e della lama di aria che trasmette e riflette ciascuno di questi colori complementari, tentò servirsi di queste misure per esprimere numericamente ciascuna delle tinte ottenute. E dal quadro riportato si riconosce bene che le differenze d di cammino tra i due raggi sono sensibilmente proporzionali alle pressioni P; ma lo straordinario numero di tinte poco diverse rende di troppo difficile l'impiego del metodo di Newton.

Alcune applicazioni di questo dinamometro furono fatte da Wertheim. Egli ha, per es., trovato che serrando colle dita piccoli dadi di chiavarde a vite, si poteva produrre una pressione di tutto al più 220 chilogr.; — che per copiare una lettera al copialettere ordinario si esercita d'ordinario una pressione da 800 a 900 chilogr.; — che un grande bilanciere dell'officina Breguet esercitava in media la pressione: $P = 48.98\ P' + 66.5$ essendo P' la forza applicata al braccio di leva, mentre la quantità costante 66.5 indipendente dalla forza P' rappresenta l'*inerzia del bilanciere*, resa sensibile dal fatto che cessando la forza P' d'agire rimane una tinta che corrisponde appunto alla pressione 66.5. E finalmente sperimentando sul grande strettojo idraulico del Conservatorio di Arti e Mestieri, Wertheim trovò i seguenti risultati, i quali meritano d'esser presi in considerazione.

Le notevoli discrepanze fra le misure dirette delle pressioni eseguite col dinamometro di Wertheim e le indicazioni del manometro dimostrano l'utilità di tale dinamometro, in quanto che si vede quali grandi errori si commette quando si crede di poter trascurare gli attriti nel calcolare l'effetto utile dello strettojo idraulico.

PRESSIONI			PRESSIONI		
Col dinamometro cromatico	Col manometro in comunicazione coll'acqua di pressione		Col dinamometro cromatico	Col manometro in comunicazione coll'acqua di pressione	
Chilogr.	Atmosfere	Chilogr.	Chilogr.	Atmosfere	Chilogr.
100	0.5	91	1666	10.0	1814
175	1	181	2464	15.0	2721
283	1.6	290	3091	20.0	3629
383	2.1	381	3338	24.0	4355
514	3.0	544	3427	28.0	5080
555	3.5	634	4099	31.0	5625
586	4.0	726	4480	35.0	6351
938	6.0	1088	4950	40.0	7258
1285	8.0	1451	5891	47.0	8528
1523	9.0	1633	—	—	—

BIBLIOGRAFIA. — Morin, *Notions fondamentales de Mécanique*, Paris 1860 — Weisbach, *Lehrbuch der Statik der Bauwerke und der Mechanik der Umtriebsmaschinen*, Braunschweig 1865 — *Polytechnisches Centralblatt*, 1848, 1857 — *Die österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*, 1855, 1856 — *Dingler's Polytechn. Journal*, 1844, 1863 — *Civilingenieur*, Bd. VIII, 1862 — Cavallero, *Corso di letture tecniche normali sulle macchine motrici*, Torino 1867 — Id., *Ingegneria civile*, 1877 — Laboulaye, *Dictionnaire des Arts et Manufactures* — Kretz, *Mémoire sur les conditions à remplir dans l'emploi du frein dynamométrique*, Paris 1873 — Armengaud, *Traité des Moteurs hydrauliques* — *Spons' Dictionary of Engineering* — *Annales des Mines*, serie 3ª, t. 12 — Berruti, *Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino*, vol. VII, 1871-72 — C. A. Hirn, *Le Pandynomètre*, Paris, Dunod, 1867.

G. SACHERI.

DIORAMA, PANORAMA — Fr. *Diorama, Panorama.*

Stando all'ordine cronologico dell'invenzione, il *panorama* precedette il *diorama*, e quindi noi incominciamo dalla descrizione di quello, per poi dire alcunchè delle invenzioni cui diede luogo, conosciute col nome di *Diorama, Cosmorama, Georama*, ecc.

Panorama. — La parola *panorama* deriva dal greco πᾶν (tutto) ed ὅραμα (vista, visione, spettacolo), e con essa si volle appellare un gran quadro circolare continuo che presenta in prospettiva la veduta di una città, di un villaggio, di un fatto d'arme importante, e disposto in modo che uno spettatore, collocatosi al centro, vede gli oggetti rappresentati come se da un luogo elevato scoprisse tutto l'orizzonte.

Il panorama va sospeso od attaccato alle mura di un edificio costrutto di forma rotonda e rischiarato da una luce che venga dall'alto senza punto essere scorta dallo spettatore.

In altre parole, esso è un gran cilindro cavo, retto, in muratura, di parecchi metri di diametro, che sulla sua faccia interna, alta pure parecchi metri, porta stesa verticalmente una tela dipinta per lo più ad olio od a colla, come si fa pei quadri comuni, rappresentante in prospettiva una città, un villaggio coi dintorni, od un fatto d'arme, il che riesce più interessante; e possibilmente colle figure al davanti quasi grandi al vero. Sulla base del cilindro è costrutto, col mezzo di armature in legno od in ferro e con scale, una specie di piccolo colle, sul quale può salire lo spettatore.

Regolando bene l'altezza della piattaforma colla linea d'orizzonte del dipinto e lasciando fra questo ed il finto colle un certo spazio, il quale si può riempiere imitando strade, ponti, canali, piante, oggetti al vero, in tutto rilievo, ed in modo che, avvicinandosi al quadro, l'occhio sia ingannato al punto da vedere ben in risalto anche il disegno, si ha un'illusione completa di trovarsi in un luogo aperto, ed in uno spazio di parecchie miglia di orizzonte.

Perciò, come dicemmo, occorre nella vôlta dell'edificio un grande foro circolare, da cui piova la luce che è rimandata sul quadro, circolarmente, da specchi riflettori o da superficie bianchissime sospesi al vôlto stesso e disposti su una specie di calotta che s'innalza a pochi metri dalla piattaforma.

In tal modo, mantenendo al coperto lo spettatore, esso non vede che cielo dipinto e non può scorgere il foro, d'onde deriva la luce che illumina l'ambiente.

La prima idea di questo genere di spettacolo è dovuta al professore tedesco Breysig di Danzica alla fine del XVIII secolo. Lo scozzese Roberto Barker lo introdusse in Inghilterra e precisamente ad Edimburgo nel 1793. L'americano Fulton lo introdusse in Francia nel 1804, e d'allora in poi fu sempre perfezionato.

I primi celebri panorama esposti a Parigi erano in una rotonda sul *boulevard*, ove ora sbocca la rue *Vivienne*, e che diedero il nome all'attuale *passage des Panoramas*. In seguito fu trasferito ai Campi Elisi, ove ora ancora occupa un edificio speciale costrutto dietro disegno del distinto architetto Garnier.

Fra i più bei panorami, si citano quelli di *Atene, Gerusalemme, Parigi assediata*, ecc.

Attualmente, in Italia, ne abbiamo uno a Milano, costrutto appositamente nel 1881, in cui sono esposti periodicamente i fatti d'arme più importanti del nostro risorgimento.

Lo spettatore si trova su una collinetta, dove al vero sono rappresentati strade, ponti, alberi abbattuti, feriti, morti, armi, bagagli, munizioni, e disposti così artisticamente e gradatamente tra l'orlo della piattaforma ed il dipinto che è appeso al muro, da rendere al vero gli oggetti che sono soltanto rappresentati coi colori. In quell'ambiente si ha un orizzonte ampissimo, si scorgono pianure, colli, monti per parecchie miglia, si seguitano le diverse fasi di una giornata campale, e si ha un magnifico cielo, sotto cui si respira l'aria dei monti e quasi si sente l'odore della polvere, ecc. Insomma, illusione completa.

Il successo dei panorama diede luogo ad altre invenzioni, e la più importante è il *Diorama*. Ad esso tengono dietro il *Cosmorama*, il *Georama*, il *Neorama*, lo *Stereorama*, l'*Europorama*, il *Pleorama*.

Diorama. — Il vocabolo *Diorama*, preso come derivato dal greco, ha origine dal verbo διοράω che significa *veggo attraverso* e quindi si può applicare a tutti quegli spettacoli i quali hanno per iscopo di presentare una qualche veduta allo spettatore, il quale guarda per una lente adattata ad una piccola finestra praticata in una parete, ad una certa distanza dal dipinto.

Ma i signori Daguerre e Bouton, che, perfezionando il panorama, inventarono il Diorama nel 1822, vollero derivare quest'appellativo dal latino *dies, giorno*, e dal greco ὅραμα, veduta, cioè *veduta di giorno*. Tale denominazione esprime sufficientemente la natura dello spettacolo, il quale si compone di vedute di siti e di interni, illuminati dalla luce naturale del giorno, ma in modo affatto particolare.

Lo spettatore, dopo aver percorsi alcuni corridoi senza luce, è introdotto in una sala buja, dove per una grande apertura, simile al proscenio di un teatro, vede un quadro di una vasta superficie, di cui non può da alcun lato scoprire i limiti e che riceve la più viva luce del giorno con uguale abbondanza su tutte le parti.

A differenza del panorama che è circolare, il diorama è una superficie piana verticale, lontana dallo spettatore parecchi metri, isolato da ogni oggetto che possa servire di termine di paragone, ed i cui orli non possono essere veduti. L'interesse del diorama consiste nell'illusione ottica prodotta dal giuoco della luce naturale od artificiale per avere a volontà la chiarezza del giorno, l'oscurità della notte, il sole, la luna, i riflessi dei lumi, effetto di neve, ecc.

Per ottenere tale intento il Daguerre ebbe ricorso a cieli eseguiti in trasparente per renderli più luminosi, a vetri colorati, alla luce di torcie. Il più grande successo del Daguerre, per effetto, fu il quadro della Messa di mezzanotte nella chiesa di Saint-Etienne-du-Mont, che offriva prima una veduta di giorno, poi passando per le diverse modificazioni della luce, riesciva a presentare un effetto di notte illuminato da lampade e da candele. Tutto era dipinto sulla stessa tela; la luce sola che cadeva sul quadro, variava. Il colmo dell'effetto in questo quadro era l'apparizione, durante la scena di notte, di persone sulle sedie che in quella di giorno non erano occupate.

La teoria del *Diorama* è fondata sul cambiamento che subiscono i colori quando la luce illuminante è trasmessa per riflessione o per rifrazione, e secondo che questa è variamente colorata.

Altre cause concorrono alla completa illusione ed alla grande impressione prodotte dal diorama, e sono: il contrasto delle tenebre e della luce, la lontananza del quadro, di cui non si possono scoprire i limiti di alcun lato, e la cui verità d'aspetto generale è tanto maggiore in quanto che l'aria interposta, coll'agire su tutti i toni, come agisce su tutti gli oggetti naturali, aggiunge alla loro trasparenza ed al loro passaggio dagli uni agli altri,

e li armonizza tra loro: l'impossibilità di sostituire il vago di una veduta lontana all'esattezza di un esame fatto da vicino; finalmente la mancanza di oggetti naturali che servano da paragone.

Processi Daguerre per la pittura e per l'illuminazione del Diorama. — Vediamo se ci è possibile descrivere i procedimenti praticati dal Daguerre nella sua importante invenzione.

Se nel *panorama*, disposta bene che sia la piattaforma, e colmato lo spazio tra essa ed il dipinto in modo da imitare il vero e *sfumarlo*, per così dire, col disegno, non occorre altra bisogna che disporre bene circolarmente la pittura senza pieghe, e farne scomparire la linea di giuntura con mastice colorato come il fondo e come il quadro, e regolare la luce cogli specchi; nel diorama invece si deve aver riguardo a molte cose che crediamo necessario appunto di passare in rivista.

Modo di dipingere il diorama. — Si deve dipingere la tela dalle due faccie, e, dovendo poi illuminare quelle per riflessione e per rifrazione, bisogna usare un tessuto trasparentissimo, uniforme, di grande ampiezza per evitare il più possibile le giunture, che sono poi difficili a far scomparire massime nei grandi effetti di luce. Soddisfano abbastanza la *tela di cotone finissima* ed il *calicot*. Quando si è ben stesa la tela, gli si dà da ambe le parti due mani di colla di pergamena.

Il quadro che deve presentare l'effetto di maggior luce, va dipinto sulla faccia che sta poi davanti allo spettatore. Siccome non si usa il bianco, ma l'effetto di questo colore si ottiene dalla tinta stessa della tela, così, disegnando il quadro, occorrerà lasciare nessuna traccia fuori luogo. Si disegna a carboncino, o matita, o grafite, poi si dipinge ad olio con un po' di essenza. Occorre un'esecuzione maestra per fare di subito le pennellate di effetto per non offuscare la trasparenza della tela.

Per avere il secondo effetto, si dipinge dalla parte opposta a quella in cui si è dipinta prima. Si stende un leggero strato di bianco ad olio, il quale serve anche a far scomparire le giunture, se ve ne sono, indi, siccome per trasparenza si scorge il dipinto che si è fatto sul davanti, si disegnano le variazioni che si vogliono poi ottenere su quello. Si dipingono a chiaro-scuro con bianco modificato più o meno dal nero, secondo l'intensità delle tinte e degli effetti che si vogliono ottenere, senza curare l'effetto dei colori del dipinto che si scorge per trasparenza. Fatto vigorosamente questo secondo effetto a chiaro-scuro, lo si colorisce usando tinte leggere ben dilungate all'olio, e per le leggerissime si usa essenza sola.

Modo d'illuminare il diorama. — Il *dipinto fatto sul davanti* si illumina per riflessione, vale a dire, per mezzo della luce che viene dall'alto; ed *il dipinto della faccia posteriore*, ossia il secondo effetto si illumina per rifrazione, cioè per luce tramandata dal didietro del primo dipinto. Spesso però occorre luce di riflessione e luce di rifrazione per modificare certe parti, tanto nel primo quanto nel secondo effetto.

La luce del primo effetto, ossia sul quadro davanti, deve, il più possibile, venire dall'alto, quella del secondo deve arrivare da finestre verticali, ossia parallele al quadro, lontane da questo almeno due metri per potere, secondo i casi, modificare la luce con vetri colorati. Lo stesso mezzo si pratica pel primo effetto.

Il Daguerre ottenne un'infinità di combinazioni di luce col mezzo di vetri colorati od altri modificatori della luce stessa, in modo da imitare gli effetti stessi della natura, passando gradatamente dal giorno (primo effetto) alla notte (secondo effetto). Spesso una debole tinta su mezzo trasparente frapposto tra il quadro e la luce basta a produrre molti cambiamenti.

Celebri sono i primi quadri esposti a Parigi della Messa di mezzanotte, il tempio di Salomone, la cattedrale di Cantorberì e successivamente altri non meno importanti. Nel 1823 si apriva a Londra un altro diorama, e d'allora al dì d'oggi se ne stabilirono parecchi in tutte le principali città d'Europa.

Cosmorama. — Deriva dal greco κόσμος (mondo) ed ὅραμα (veduta). È una specie di Diorama e significa *veduta* o *rappresentazione del mondo*. Fu stabilito a Parigi nel 1808 dall'abate Enrico Gazzera piemontese, che lo aperse al pubblico il primo gennajo di quell'anno. Consisteva in una prima collezione di quadri, rappresentanti i siti ed i monumenti più importanti di tutta la terra, atti a formare un corso di geografia pratica, storica e descrittiva. Intorno alla sala erano disposte 24 lenti in fori appositi praticati entro le pareti, ed attraverso ad esse si vedevano i 72 quadri, di cui era ricca ogni esposizione, perocchè da ogni lente si potevano vedere tre quadri. Ogni mese erano rinnovate tutte od in parte le vedute ed in breve il numero dei quadri salì a quasi 800. Ebbe successo per venti anni, poi per diverse cagioni dopo venticinque anni d'esistenza il Gazzera lasciò la sua celebre collezione alla sua patria Mondovì, a Velletri, ad Avignone e ad altre città.

Attualmente i cosmorama sono una riduzione, si può dire, di quello del Gazzera. Sono prospettive che si rappresentano in luoghi circoscritti e rischiarati generalmente da lumi artificiali, aumentandone l'illusione ottica colle lenti attraverso le quali sono vedute.

Talvolta il disegno in prospettiva è illuminato dalla luce naturale diffusa, riverberata da superficie bianche come nel panorama. Il buon effetto dipende principalmente dalle regole di prospettiva e da un'illuminazione ben disposta per imitare la luce solare, e le lenti concorrono come parte secondaria alla produzione del fenomeno.

Si fanno d'ordinario i cosmorama in una camera, che si divide in due parti mediante un assito. In uno dei compartimenti sta l'osservatore, e perciò da questo lato vi ha poca luce e l'assito è tutto coperto o tinto di nero; nell'altro è disposta la prospettiva del cosmorama, le cui pareti sono coperte o tinte di bianco affinchè anche per esse venga riflessa una luce diffusa, diretta a rischiarare uniformemente tutto il campo visuale. Il disegno prospettico è appeso verticalmente alla parete parallela ed opposta all'assito e di contro alle finestrelle dove sono collocate le lenti, per le quali deve essere osservato. La prospettiva è rischiarata dalla luce, riflessa da larghi piani di tela distesa a guisa di quadro e verniciata di bianco. La luce di alcune lucerne a riverbero è diretta verso questi piani, i quali sono convenientemente inclinati per riceverla e per diffonderla colla riflessione sui disegni del cosmorama. Alle volte questi disegni sono rischiarati dalla luce naturale, che entra dall'alto per aperture lasciate appositamente, cade sui piani di tela ed è riverberata sul disegno prospettico. Le lenti sono di forma quadrangolare per rendere più ampio il campo orizzontale ed hanno da 5 a 7 decimetri di distanza focale. Agli orli delle finestrelle, cui sono applicate le lenti, è assicurato un tubo di assicelle annerito internamente che si allarga verso il disegno a guisa di una piramide tronca. Esso ha tale lunghezza da circoscrivere il campo della visione a traverso la lente in modo che non compariscano gli orli del disegno prospettico, il quale è posto nel sito dove corrisponde il foco della lente, il cui asse si trova nel punto di vista donde il pittore ha disegnato la prospettiva.

Il disegno trovandosi alla distanza focale della lente, i raggi lucidi degli oggetti che esso presenta, giungono all'occhio paralleli e sembra che provengano da punti situati in grande lontananza dall'osservatore.

Nell'occhio, applicato dalla parte opposta, si raccolgono parecchi di quei raggi, che gli rappresentano gli oggetti come se fossero al naturale mancandogli termini di confronto per giudicare della distanza cui si trovano, che valuta soltanto dagli angoli ottici eguali a quelli cui apparirebbero veduti stando nel punto di vista reale.

Per lo più nei cosmorama conosciuti presso noi sotto il nome di *Mondo nuovo* ci sono tante finestrelle colle rispettive lenti, quanti sono i disegni che si presentano agli spettatori. Spesso tali disegni sono semplici fotografie, e l allora l'effetto in parte manca, non c'è buon gusto con scapito immenso dell'illusione ottica.

Il *Georama*, dal greco γῆς (terra) ed ὅραμα (veduta), è la rappresentazione in rilievo in una scala più o meno grande dell'insieme o d'una parte della terra. A Parigi si espose un *Georama* della forma di un immenso globo cavo, nel quale, stando al centro, lo spettatore abbracciava d'un colpo d'occhio l'assieme della terra, veduto naturalmente nel senso inverso.

Il *Neorama* è una corruzione di *Naorama*, dal greco ναός (tempio) ed ὅραμα (veduta). È una specie di panorama tracciato su una superficie cilindrica e rappresentante l'interno di un tempio o di tutt'altro edificio, illuminato ed animato da personaggi. Fu inventato dall'Allaux nel 1827.

Abbiamo ancora da citare lo *Stereorama*, che è un quadro topografico in rilievo fatto di cartone; l'*Europorama*, dei fratelli Suhr di Amburgo, ed in ultimo il *Pleorama* inventato da Langhaus a Breslavia nel 1831, specie di imitazione del movimento della natura, mediante un meccanismo ingegnoso che ci mostra il paesaggio fuggente ad un dipresso come quando uno si allontana sopra una barca.

Bibliografia. — Laboulaye, *Dictionnaire des Arts et Manufactures* (Paris 1868) — Majocchi: *Elementi di Fisica* (Torino 1850) — *Nuova Enciclopedia Popolare Italiana* (Torino 1865 e seguenti).

Ing. V. Beltrandi.

DISEGNO INDUSTRIALE — Vedi **SCUOLE D'ARTI E MESTIERI.**

DISINFEZIONE — Franc. *Désinfection.* Ingl. *Disinfection.* Ted. *Desinfection.* Spagn. *Desinfeccion.*

Sede, natura ed effetti degli agenti infettivi.

È uno dei passi più importanti che abbia fatto l'Igiene in questi ultimi anni, l'aver riconosciuto e dimostrato nel modo più convincente la grande influenza che le condizioni speciali del suolo ed in particolar modo la sua maggiore e minore inquinazione per materie organiche, esercita sullo sviluppo delle malattie infettive endemiche od epidemiche.

Il sospetto di quest'influenza era veramente già nato fin dai tempi antichi nella mente dei dotti di allora, come risulta dai libri di Ippocrate, e non si perdette in seguito; così che nel secolo passato e principio di questo, scrittori delle Indie orientali si mostrano d'accordo nel far dipendere da condizioni speciali del suolo il sorgere e svilupparsi piuttosto in questa od in quell'altra regione loro il colera (1).

Più recentemente gli Inglesi e nord-Americani attribuirono all'umidità ed inquinazione del suolo la maggior parte delle affezioni tifiche, intermittenti, difteriche, diarroiche ecc. che usano raggruppare sotto il nome di *filth diseases*, malattie da sudiciume, o *preventable diseases*, malattie che si possono prevenire. La stessa tubercolosi, per indagini di Bowditch in America e di Buchanan in Inghilterra, sarebbe in rapporto per la sua frequenza colle condizioni speciali di umidità ed inquinazione del suolo.

La dimostrazione più precisa del rapporto fra lo svilupparsi delle malattie e le condizioni del terreno su cui si vive, non fu data però che in seguito a ricerche intorno allo sviluppo del colera e della febbre tifoidea nella seconda metà del nostro secolo. Quando, lasciate a parte le stranissime opinioni sulle pestilenze, si cessò di combatterle con mezzi anche più strani e feroci, e si comprese dalle popolazioni civili di Europa di quanta e quale importanza doveva riescire uno studio serio sulle cause di quei loro flagelli, sorse per ogni parte un lavorio indefesso degli scienziati per constatare e raggruppare fatti in proposito e darne giusta interpretazione.

Fu essenzialmente una Commissione nominata nel 1854 in Baviera a questo intento, che venne a conclusioni importantissime dopo serii studii ed osservazioni dirette dal Pettenkofer. Essa riconobbe che tutte le regioni colpite nel 1854 dal colera, si trovavano situate su di un terreno poroso, nello spessore del quale a poca profondità si incontrava lo specchio di acqua sotterranea; erano invece rimaste immuni o avevano presentato appena qualche caso sporadico quelle che stavano su terreno compatto, roccioso, impermeabile all'acqua. Dalla carta topografica della stessa epidemia, si riconobbe per di più che il percorso tenuto dal morbo era principalmente quello delle correnti di acqua, come era del resto già noto; ma che non doveva ritenersi ciò dovuto solo al fatto che le stesse vie sono seguite dal commercio e da addebitarsi solo a questo la trasmissione e diffusione del morbo stesso, ma che esisteva un'altra ragione più locale. Non erano diffatti i punti più commerciali i maggiormente infestati dal colera, ma, senza distinzione, tutte le adjacenze di fiumi o torrenti, o corsi di acqua di importanza anche piccola, da questi influenzate in quanto al livello delle acque sotterranee in ragione della permeabilità del terreno in cui scorrevano.

Le condizioni favorevoli allo sviluppo di un'epidemia colerosa non si presentavano, secondo ulteriori studii del Pettenkofer, quando il livello dell'acqua sotterranea si manteneva costantemente alto o basso, ma quando si verificavano rapide variazioni di esso e quando particolarmente, dopo essersi innalzato molto questo livello per certo tempo, rapidamente si abbassava, lasciando strati di terreno inumiditi ed in condizioni tali da potervi facilmente arrivare ad un tempo l'aria atmosferica. Nè queste circostanze sono sufficienti a dare sviluppo ad affezione così grave come quella del colera, importa ancora che in questo terreno si trovino materiali organici che in presenza dell'acqua e dell'aria si putrefacciano e preparino il substrato per lo sviluppo del *miasma coleroso* — ed importa soprattutto che questo miasma venga in tale terreno, così predisposto, importato.

Indagini che il Pettenkofer stesso ed il dottore Buhl fecero fra il 1855 ed il 1864 sulle circostanze che accompagnano il crescere od il diminuire delle affezioni tifiche in Monaco, diedero risultati che confermarono quanto era stato prima osservato per il colera. Il numero dei

(1) Hirsch, *Handbuch der historisch-geographischen Pathologie*, Erlangen 1860.

casi di febbri tifoidee e la mortalità per le medesime, cresceva quando l'acqua nel sottosuolo si andava abbassando, per diminuire invece in quelle epoche in cui l'acqua stessa si innalzava a coprire i detriti organici: era dunque nell'epoca in cui l'acqua del sottosuolo lasciava scoperti questi ultimi allo stato di umidità che le affezioni tifiche trovavano maggiori ragioni di svilupparsi (1).

Se la tubercolosi, il colera, le febbri tifoidi ed altre affezioni di simile genere sono con buon fondamento a ritenersi collegate intimamente nel loro manifestarsi colle condizioni del terreno, a più forte ragione si debbono considerare come da queste dipendenti le malattie che sotto varia forma, ma con carattere tipico di intermittenza si sviluppano dalla malaria. In casi innumerevoli si è constatato che la febbre di malaria si mostrò in regioni prima affatto libere, in seguito ad inondazioni o ad un più ricco afflusso di acqua in un terreno, a scavi di fossi o canali, a raccolte artificiali di acque stagnanti, a diboscamenti, a dissodamenti o rivoltamenti di terreni da lungo tempo rimasti incolti e ricchi di detriti organici. Si citano casi di squadre diverse di operai, viventi nelle identiche condizioni di vitto, di bevande, di abitazione e di influenze climateriche, le quali dimostravano differenze marcatissime nella frequenza e gravità delle febbri intermittenti da cui erano colpite, solo per essere applicate a scavi in terreni diversi. I primi europei che si stabilirono in America, e specialmente coloro che lavorarono a dissodarne il vergine terreno furono gravissimamente colpiti dalla malaria.

E certo, al commovimento del terreno o meglio dell'acqua che lo bagna, si può attribuire il rapporto notato sulle coste peruviane ed in località diverse fra lo svilupparsi delle febbri da malaria ed i terremoti.

I recentissimi studii del Tommasi-Crudeli e del Klebs sulla malaria della campagna romana concordano nel dare pure alle condizioni tutte speciali di infiltrazione di acqua nel suolo la causa precipua dello svilupparsi del principio miasmatico che la rende così micidiale (2).

La constatazione di questo fatto si può dire oramai messa fuori di discussione, e le ricerche al giorno d'oggi si rivolgono particolarmente a stabilire, in che cosa consista questo veleno che, sviluppandosi in regioni diverse nel terreno, dà luogo ora alla peste bubonica, altra volta al colera, od alle febbri tifoidee, infettive od intermittenti, ecc., ed in che maniera esso viene nel terreno seminato e si diffonde poi all'uomo. Cognizioni evidentemente necessarie per stabilire una base sicura allo studio ed applicazione dei mezzi di combatterlo, mezzi che in termine generale si raggruppano sotto il titolo di *disinfezioni*.

Anche in tali questioni si hanno acquistate in questi ultimi anni cognizioni importantissime dopo che ad esse si sono applicate le più pazienti e costanti indagini.

La teoria del *contagium vivum seu animatum*, che in mezzo ai più strani pregiudizii si tenne viva nella mente di pochi dotti nei secoli passati, trovò la sua conferma splendida nel nostro, quando la scoperta di mezzi potenti di osservazione e di esperienza aperse la via a più sicure e proficue ricerche scientifiche.

Si paragonarono prima gli agenti di queste infezioni ai semi vegetali, poi per lungo tempo si ritennero per animali, e per quest'ultima opinione parve si fosse trovata una prova molto persuadente nella scoperta fatta dal Redi e dal Linneo dell'acaro della scabbia. Ma più tardi si trovò pure che speciali funghi sono cause di malattie parassitarie, come quelle che nel cuojo capelluto umano danno luogo alla *tigna favosa*, ed all'*erpes tonsurans*, o che nel baco da seta cagionano l'*atrofia*.

Vennero poi Schwann e Cagniard Latour a dimostrare che i corpicini microscopici che si trovano nei liquidi in fermentazione sono organismi viventi.

Le sperienze di Franz Schultze, di Dusch, di Schröder, di Hoffmann, ed in modo particolare quelle di Pasteur, stabilirono che i germi di questi organismi viventi che si trovarono poi non solo nelle sostanze organiche in fermentazione, ma dappertutto dove esse sono in via di putrefazione, o di più o meno rapida decomposizione, stanno sospesi nell'aria atmosferica. Si imparò ad esaminare al microscopio il pulviscolo atmosferico, coi metodi dell'Ehremberg, Pouchet, Moscati, Lemaire, Pasteur, Klebs, ecc. F. Cohn insegnò a coltivare questi germi in liquidi nutritizi diversi, e fece conoscere che non tutti questi liquidi sono ugualmente atti a sviluppare le varie forme di organismi viventi in cui i germi dell'aria si trasformano. Per numerosissime ricerche si conquistò ancora alla scienza il fatto che l'aria ha in diversi luoghi diversa quantità e qualità di questi germi; che nello stesso luogo, in tempi diversi, si trovano nell'aria atmosferica germi i quali, coltivati, danno sviluppo a forme distinte di organismi, e che questi si differenziano anche moltissimo fra loro per gli effetti che producono sugli animali nel cui sangue siano injettati (3).

Si trovò un rapporto molto intimo fra l'esistenza di questi organismi infimi negli organismi superiori, e lo sviluppo in essi delle malattie che si trasmettono direttamente o indirettamente da individuo a individuo. Si volle ammettere forme speciali per il vajuolo, la rosolia, la scarlattina, la difterite, il colera, il tifo, le febbri intermittenti, il carbonchio, la tubercolosi, ecc., e si tentò perfino di dare di questi esseri una classificazione. Ma fino ad ora di veramente positivo nulla si può stabilire riguardo alle differenze nelle loro forme, e le notizie intorno alla loro vita sono pure ancora sulle generali. Fra questi elementi microscopici che attivano le decomposizioni organiche, figurano le muffe comuni ed altri parassiti molto meno conosciuti e molto più difficili a studiarsi, che vanno sotto il nome generico di *schizomiceti* o *bacteri*, ma che hanno ricevuti nomi diversi, non sempre giustificati, secondochè furono trovati da autori diversi sotto varie forme, come, ad es., di sferobacteri, spirobacteri, microbacteri, desmobacteri, cocchi, micrococchi, ecc. ecc.

Importante dal punto di vista della disinfezione è la conoscenza della loro composizione chimica e delle loro proprietà fisiologiche, che studiaronsi pure assai in questi ultimi tempi. Ricerche del Nencki dimostrarono come i bacteri risultano composti di sostanze albuminose e grasse, di sali minerali e di acqua. Essi trovano alimento non solo decomponendo gli idrati di carbonio, col dare luogo alla formazione di acido lattico, butirrico od alla fermentazione gelatinosa, o nelle sostanze proteiche azotate, determinando in esse la putrefazione, ma in tutte le combinazioni organiche, ad eccezione dell'acido carbonico e de' suoi più prossimi derivati. In ciò appunto si differenziano questi infimi funghi e zoofiti dalle piante provvedute di clorofilla, che non riescono a scomporre l'acido carbonico, e vivono invece come gli animali di sostanze organiche già formate dalle piante verdi e che

(1) V. Pettenkofer, *Untersuchungen über die Cholera*, Munchen, 1855; Id., *Ueber den gegenwärtigen Stand der Cholerafrage*, Munchen, 187?, e molti lavori pubblicati nei *Zeitschrift für Biologie*, Munchen.

(2) E. Klebs e C. Tommasi-Crudeli, *Studii sulla natura della Malaria*. Atti della Regia Accademia dei Lincei, Serie 3, anni 1878-1879.

(3) C. v. Naegeli, *Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectionskrankheiten*; Wernich, *Die Entwickelung der organischten Krankheitsgifte*, Berlin 1880.

essi vanno a prendere sia a queste piante che agli animali, vivendo su di essi come parassiti (1).

I prodotti della putrefazione delle sostanze albuminoidi che determinano gli schizomiceti, si possono considerare come i loro materiali di rigetto, che separano nell'atto del loro vivere; ed è molto interessante il fatto che fra tali prodotti, oltre quelli di idratazione (peptoni leucina, acido amido valerianico, tirosina e glicocolla), oltre l'anidride carbonica, l'ammoniaca, i grassi volatili ed i gas di riduzione (idrogeno, idrogeno solforato, e gas delle fogne), si trovano ancora prodotti aromatici caratteristici, lo skatol, kresol, indol e fenol, i quali, e specialmente il primo (Wernich), riescono ai bacteri stessi deleterii. — Succede cioè lo stesso fatto per questi zoofiti e per gli animali superiori, che i loro prodotti di metamorfosi regressiva sono non solo inetti a conservarli in vita, ma ad essi dannosi.

Questo loro lavoro di decomposizione putrida delle sostanze organiche si fa egualmente bene in presenza che in assenza dell'aria atmosferica; e la ragione per cui in un vaso chiuso esso procede più lentamente, sta essenzialmente in questo, che gli stessi prodotti volatili della putrefazione non possono essere eliminati e restano quindi a danno degli attori della putrefazione.

Che la presenza dell'aria non sia necessaria alla vita dei bacteri, lo prova già il fatto che essi si incontrano numerosissimi nelle feci umane appena emesse, nelle quali hanno già iniziato un processo di putrefazione.

I germi di questi bacteri si trovano pure nei tessuti sani e viventi degli animali, e specialmente nel pancreas e nel fegato, e la loro innocuità dipende essenzialmente in tali tessuti dall'ostacolo che i processi vitali dei loro elementi cellulari oppongono a che essi ne determinino la decomposizione.

Questi germi di bacteri non deleterii agli organismi penetrano nei tessuti probabilmente per le vie linfatiche dalle cavità intestinali: ma per queste stesse vie possono venire assorbiti altri germi di bacteri che nella lotta coll'attività dei tessuti vincono, e si annidano in essi e si sviluppano in modo tale, determinando un processo rapido di decomposizione, da cagionare la morte dell'animale in brevissimo tempo. — Di questi germi così perniciosi possono entrare nell'organismo non solo per le vie digerenti, ma per le respiratorie, per la superficie della pelle stessa e delle mucose.

Focolai di loro formazione e sviluppo possono essere tutti i tessuti organici, ma è specialmente sulle mucose intestinali e respiratorie ed in generale delle cavità in comunicazione diretta coll'esterno e sulla pelle, che più frequentemente hanno loro sede. E ciò si spiega perchè sono luoghi, dove più direttamente possono venir portati i germi dagli alimenti, dalle bevande o dall'aria stessa.

A loro volta sono pure i prodotti di secrezione e di escrezione di tutte le cavità del corpo in comunicazione col di fuori e della pelle stessa, che offrono il maggior pericolo per la trasmissione di questi germi infettivi.

In generale, le malattie infettive si distinguono in *miasmatiche*, *contagiose* e *miasmatico-contagiose*. Appartengono alla prima categoria quelle i cui germi si sviluppano nel terreno senza che vi siano stati importati da organismi ammalati, e che dal terreno sono trasmessi per via dell'aria agli organismi sani (febbri malariche, intermittenti, remittenti, perniciose). Stanno nella seconda categoria quelle i cui germi si sviluppano su organismi ammalati e che direttamente possono essere da questi trasmessi da corpo a corpo o coll'intermezzo dell'aria o di indumenti da essi infettati (vajuolo, difterite, morbillo, scarlattina, tifo petecchiale). — Si iscrivono nella terza categoria quelle affezioni i cui germi si formano bensì negli organismi ammalati, ma non vengono direttamente trasmessi per l'aria o per il contatto da corpo a corpo, ma versati colle secrezioni intestinali in un terreno propizio, ed in condizioni esterne favorevoli, vi si sviluppano e crescono per essere poi trasmessi ad individui sani o dalle emanazioni volatili dei terreni stessi, o per le inquinazioni indotte da questi terreni nelle acque che si adoperano nell'alimentazione ordinaria (febbri tifoidee, dissenterie, diarree e con tutta probabilità anche il colera e la peste bubonica).

Le affezioni miasmatiche sono localizzate e dipendono essenzialmente dalle condizioni speciali del suolo: le contagiose possono essere dovunque trasportate e determinano facilmente gravi epidemie, indipendentemente dalle condizioni del suolo; le miasmatiche-contagiose tengono delle prime e delle seconde e possono regnare endemiche od epidemiche in ragione delle condizioni del terreno e dell'importazione dell'infezione.

A seconda che si ha a combattere l'infezione dell'una o dell'altra di queste categorie di malattie infettive, le disinfezioni vogliono essere portate o sul terreno, o sull'aria, o sugli individui stessi e gli oggetti o materiali che ad essi hanno appartenuto.

Mezzi disinfettanti (2).

Da quanto si venne sopra dicendo apparisce chiaro che metodo sovrano di impedire le infezioni si è di tenere il terreno, l'aria e le persone, cogli oggetti che li attorniano, in condizioni tali da non porgere facile fondo di nutrimento ai germi infettivi, ed in secondo luogo, di impedire nel modo migliore possibile che questi germi infettivi siano disseminati nelle località abitate.

Le bonifiche dei terreni malarici paludosi o non paludosi; il loro prosciugamento; la loro coltivazione; il drenaggio profondo atto a tener sempre basso il livello dell'acqua sotterranea in quei luoghi dove esso è soggetto a forti variazioni; l'allontanamento dal terreno delle materie organiche in putrefazione, e soprattutto l'assoluta sua pulizia da ogni materia di escrezione animale che possa sospettarsi contenere germi infettivi, con un buon sistema di fognatura (canalizzazione metallica o fosse mobili); l'isolamento il più completo possibile degli affetti da malattie contagiose, ecc. sono senza alcun dubbio i migliori mezzi di impedire preventivamente le infezioni e le gravissime malattie che ne derivano.

Quando le infezioni sono localizzate e si vogliono combattere, si ricorre allora ad agenti speciali, i quali, come si può pure dedurre dal sopra detto, debbono avere per iscopo o di sottrarre gli elementi di esistenza dei germi infettivi, o di distruggere questi germi stessi.

I mezzi a tali intenti adoperati variano a seconda si ha ad agire sul terreno o sull'aria, che possono essere fomite o veicoli d'infezione, o degli individui ed oggetti e materiali a loro appartenenti, che portino con sè l'infezione. Di tali mezzi moltissimi sono chimici, i quali vanno più particolarmente sotto il nome di disinfettanti, ed uno, superiore a qualunque altro, è fisico, il *calore*.

Disinfettanti chimici.

Un numero abbastanza considerevole di sostanze chimiche furono proposte per impedire affatto, o sospen-

(1) Nenki, *Journal für praktische Chemie*, n. 17, 19, 20, 23.
(2) E. Reichardt, *Desinfection und desinficirende Mittel*, Stuttgart 1881; — F. Fischer, *Die menschlichen Abfallstoffe*, ecc., Braunschweig anno 1882.

dere per un tempo più o meno lungo i processi di putrefazione. Abbiamo dei disinfettanti di natura inorganica, altri di natura organica. Fra i primi stanno: l'acqua, il cloro, e composti, il jodio, il bromo, l'anidride solforosa, il carbone, l'ipoazotide, il permanganato potassico, l'acido solforico. Tra i secondi: gli acidi fenico, timico e salicilico, i vapori di aceto, le sostanze aromatiche, gli olii essenziali.

Il carbone, l'aceto, i suffumigi con acido fenico, con resina e olii eterei, l'acqua, il permanganato potassico si possono adoperare per disinfettare l'aria e gli oggetti in presenza di ammalati.

Acqua. — L'acqua è il mezzo di pulizia più comune e più diffuso, quantunque non sia il disinfettante più energico.

A freddo agisce essenzialmente sciogliendo, o esportando in sospensione i materiali infettivi, che si staccano dai corpi o superficie, che si lavano con essa. Filtrando attraverso al terreno, come acqua meteorica carica di ossigeno, vale pure quale mezzo ossidante le materie organiche in esso contenute, le quali se non sono troppe, riesce a sottrarre alla putrefazione.

Non bisogna però dimenticare che la sua presenza è una condizione indispensabile alla putrefazione delle sostanze organiche e che si presta assai bene, non solo al facile sviluppo, ma alla disseminazione dei germi infettivi.

Ad alta temperatura, allo stato di vapore diviene un eccellente mezzo disinfettante, che può essere applicato specialmente ai tessuti senza alterarli (V. pag. 49).

Cloro. — È il cloro una sostanza disinfettante, la quale, quantunque molto efficace, non si può spesso adoperare, specie in vicinanza d'ammalati, perchè riesce incomoda e nociva a chi lo respira.

È un gas dotato di un odore forte ed irritante, e che intacca con energia le sostanze organiche. Ha grande affinità chimica, e si lega direttamente colla maggior parte dei corpi semplici. Il modo di agire del cloro consiste nel distruggere tutte le sostanze organiche ed in generale i composti idrogenati, combinandosi coll'idrogeno per la sua grande affinità con questo corpo. La sua azione è più o meno energica, più o meno rapida, a seconda della facile o difficile decomponibilità di questi composti. Nel combinarsi coll'idrogeno forma dell'acido cloridrico, ed allora abbiamo come azione complementare del cloro quella di questo acido energico. Siccome è una sostanza che nelle condizioni ordinarie di temperatura e di pressione si presenta allo stato di gas, così esso si mescola facilmente all'aria e serve molto bene come disinfettante dell'aria stessa.

Il cloro poi è anche solubile in acqua, e si può adoperare convenientemente l'acqua clorata per lavare le pareti, il pavimento dei luoghi abitati. Allo stato di soluzione nell'acqua, il cloro può avere una doppia azione, in quanto che esso si combina anche abbastanza facilmente coll'idrogeno contenuto nell'acqua stessa, mettendo in libertà l'ossigeno, per cui l'acqua clorata riesce ancora un agente ossidante.

Noi abbiamo adunque in quest'ultima l'azione del cloro libero sulle sostanze organiche e l'azione del cloro come ossidante, a cui è da aggiungersi ancora quella dell'acido cloridrico che si viene formando.

In generale può esso agire sulle sostanze piuttosto come riducente, cioè per la sua grande affinità coll'idrogeno.

I tessuti normali, specialmente le mucose delle vie respiratorie, vengono rapidamente e facilmente intaccate dal cloro, cosicchè una protratta respirazione in un'atmosfera contenente cloro, quantunque diluito con aria, non solo produce fenomeni d'irritazione locale, ma può riuscire anche letale. Quindi gli ambienti, che sono stati trattati col cloro, devono essere abbandonati, finchè vi rimane del cloro libero.

Per questi suoi modi di agire, il cloro serve a distruggere le materie odoranti d'origine organica, gli effluvii che si formano nelle putrefazioni, i miasmi che si diffondono nell'aria.

Il cloro inoltre è anche assai utile per le disinfezioni perchè decompone gli stessi gas delle putrefazioni, l'idrogeno solforato, l'ammoniaca, l'idrogeno fosforato, e gli idrocarburi.

Nel far uso del cloro bisogna avere a mente, oltre a quello che si è detto, che esso intacca pure le materie coloranti d'origine organica, che si usano nelle tinture dei tessuti.

Vediamo ora quali sono i modi in cui si applicano le disinfezioni cloriche.

A ciò servono: il cloro libero, il cloruro di calce e l'ipoclorito di calcio, l'acqua di Javelle o di Labarraque.

Suffumigi di cloro. — Il cloro, allo stato gassoso, si può sviluppare rapidamente ed agisce allora in brevissimo tempo. Per prepararlo si tratta in un pallone di vetro 1 parte di pirolusite o perossido di manganese ridotto in polvere, con 6 parti d'acido cloridrico del commercio. La reazione comincia a freddo, e quando lo sviluppo di gas cloro si rallenta, si scalda dolcemente il miscuglio. Una piccola quantità di pirolusite è già sufficiente per disinfettare spaziosi ambienti. Per avere una guida approssimativa nelle proporzioni dei reagenti si può in una capsula mettere un cucchiaino da the di pirolusite polverizzata, ed aggiungere a poco a poco rimescolando mezza tazza d'acido cloridrico greggio. Se si riscalda il miscuglio lievemente si favorisce lo sviluppo del cloro.

Recentemente fu proposta una lampada, la quale si riempie con cloruro di rame, cloroformio ed alcool. Quando la si accende si sviluppano vapori di cloruro di rame, anch'essi disinfettanti. Queste suffumicazioni di cloro, o di cloruro di rame, non si devono naturalmente fare in presenza di persone e di animali, perchè sono estremamente velenifiche.

Clemens propose, e si servì di un'ordinaria lampada ad alcool di vetro con lucignolo di cotone, nella quale introduceva 2 parti di una soluzione concentrata di cloruro di rame, 1 parte di cloroformio e 48 parti di alcool. Anche così si sviluppano vapori di cloruro di rame disinfettanti.

Cloruro di calce ed ipoclorito di calcio. — Il cloruro di calce del commercio, molto adoperato nelle arti, si ottiene esponendo la calce bene idratata all'azione del cloro. È un miscuglio di cloruro di calcio e di ipoclorito calcico. Per eseguire questa operazione nell'industria, si fa passare una corrente di cloro sopra calce spenta distesa lungo le pareti di una camera in muratura. Il cloro viene preparato al modo solito in recipienti di gres, lavato, facendolo passare in boccie di Wolff contenenti acqua salata, poi condotto nella parte inferiore di detta camera. Per conservare il cloruro di calce, vi si lascia sempre un eccesso di calce.

Il cloruro di calce è un agente decolorante e disinfettante energico. Esso deve questa proprietà all'ipoclorito di calcio che contiene, e che si decompone sotto l'azione degli acidi anche i più deboli, come l'acido carbonico dell'atmosfera.

Quando si vuol far sviluppare da esso più rapidamente il cloro, lo si bagna con acido cloridrico. La reazione che

avviene allora si può spiegare nel modo seguente: l'acido cloridrico comincia a formare dell'acido ipocloroso coll'ipoclorito; quindi l'acido ipocloroso, messo in libertà, reagendo sul cloruro di calcio, forma della calce e del cloro. L'idrato di calcio viene saturato da un eccesso d'acido cloridrico, in modo da ricostituire del cloruro di calcio. Questo sale è quindi continuamente decomposto e ricostituito.

Per essere l'ipoclorito di calcio pure decomposto dagli acidi più deboli, come l'acido carbonico dell'aria, ne viene che si può anche servirsi in modo molto facile del cloruro di calce, distendendolo in recipienti aperti e larghi, e bagnandolo leggermente con acqua.

Il cloruro di calce è poi solubile nell'acqua, e in questo stato lo si adopera spruzzando colla sua soluzione le pareti, il soffitto dei locali, i cessi, gli orinatoi, o lavando con essa il pavimento. Sciogliendo 1 parte di cloruro di calce in 10 a 12 p. d'acqua si hanno già delle soluzioni sufficienti allo scopo.

Se poi si volesse uno sviluppo più rapido di cloro, e produrre così una suffumigazione di cloro, si potrebbe bagnare il cloruro di calce con acido cloridrico diluito, o spruzzare direttamente con acido cloridrico i luoghi inaffiati con soluzione di cloruro di calce.

Per potersi ottenere in polvere, e per la sua facile solubilità nell'acqua, il cloruro di calce serve meglio per molti casi che la suffumigazione col cloro.

Acqua di Javelle o di Labarraque. — Queste soluzioni di ipoclorito di potassio o di sodio, per la loro azione si rassomigliano completamente a quelle di cloruro di calce; esse vengono più specialmente adoperate per imbiancamento, lavatura, o disinfezione della biancheria. Possono però, in generale, essere sostituite dal cloruro di calce.

Allo stesso scopo è adoperato, e collo stesso effetto, l'ipoclorito di magnesia ed altri sali dell'acido ipocloroso.

Siccome il cloro, o anche il cloruro di calce, si consumano rapidamente, così la loro azione termina assai presto, e devono essere sempre rinnovati.

Il cloro allo stato libero, come si è sopra detto, è uno degli agenti chimici più energici, e che distruggono colla massima facilità le sostanze organiche, per cui all'atto pratico presenta alcune difficoltà, come lo dimostra l'esperienza. Già in piccolissime quantità, quando è puro, è veleno potente per gli animali superiori; ma anche quando viene inspirato insieme all'aria provoca malessere, senso di soffocamento, sbocchi di sangue, ecc., ed il suo odore disaggradevole e molesto può anche non dare alcun indizio che esso sia nell'aria in quantità sufficiente per produrre una distruzione completa delle sostanze miasmatiche. 1 volume d'acqua scioglie a 10° C. 3 volumi di cloro, ed a 16° 1 vol. è $^1/_2$, cosicchè l'assorbimento di esso da parte dell'umidità dell'aria e delle pareti può avvenire sempre soltanto in piccola quantità. I piccoli organismi, come fungilli, diatomee, infusorii, ecc. sembrano resistere a lungo all'azione del cloro; alcuni di essi hanno inviluppi che li difendono. L'esperienza ha dimostrato che colle ordinarie suffumigazioni di cloro, anche quando agiscono per molte ore, difficilmente si ottiene la loro distruzione. Questa osservazione è tanto più importante in quanto che precisamente fra questi piccolissimi organismi vi sono quelli che si ha ragione a credere curino la diffusione delle malattie contagiose.

Se il cloro può dimostrare un'istantanea ed energica azione in piccole quantità sopra le sostanze organiche a distrursi, non è bene adoperarlo in eccesso che nei grandi ambienti. È molto dubbia la convenienza d'usare il cloruro di calce nelle latrine e nelle vetture delle ferrovie, ecc., tanto più che questo disinfettante può essere sostituito da altro più adatto e semplice.

Jodio. — Webb propose, come mezzo di disinfezione, di aggiungere cloruro di jodo al sego, alla stearina od al petrolio, che hanno da servire per l'illuminazione; nel bruciarsi di queste sostanze si sviluppano vapori di quel composto attivi.

Bromo. — Anche il bromo può sostituirsi al cloro. Il bromo è un liquido rosso scuro, che emette, alla temperatura ordinaria, dei vapori rossi irritantissimi, perchè possiede, anche a freddo, una tensione di vapore considerevole. Ha anch'esso per l'idrogeno una forte affinità, quantunque minore di quella del cloro. Come questo è dotato di proprietà decoloranti e disinfettanti energiche. Intacca le sostanze organiche. Diffatti, messo a contatto colla pelle, la macchia in giallo e la corrode immediatamente.

È usato in Prussia per disinfettare le stalle dei cavalli dell'esercito; al quale scopo si opera in questo modo, secondo un ordinato del Ministero della guerra. Dopo di averne tolti i cavalli, si distribuisce per ogni spazio di 18 m^3 un bacile con sabbia, in cui è posto un recipiente contenente 250 gr. di bromo. Si chiudono quindi tutte le aperture e si rompono le boccette di bromo, allontanandosi l'uomo incaricato di ciò il più rapidamente possibile; dopo 24 ore si riaprono le stalle, e si lascia circolare l'aria per 12 ore prima di rientrarvi.

Non v'ha dubbio che il bromo abbia un'azione chimica quasi altrettanto energica che quella del cloro, e che come disinfettante lo superi per essere esso molto più solubile nell'acqua. Solo per il suo prezzo molto più elevato non può sostituire economicamente il cloro e gli ipocloriti. Esso però, come il cloro, pare si debba ritenere di efficacia inferiore all'anidride solforosa.

Anidride solforosa (acido solforoso), *solfuri e solfiti* — L'anidride solforosa è un gas che si sviluppa in modo semplicissimo nella combustione del solfo. In tale stato esso si mescola rapidamente all'aria atmosferica. Si combina coll'ammoniaca, in presenza del vapore acqueo.

La proprietà principale di questo corpo è la sua affinità per l'ossigeno. Per questa ragione decompone l'idrogeno solforato, che si può trovare nell'atmosfera, precipitandone il solfo. Riduce inoltre molti altri composti ossigenati, fra i quali le sostanze organiche. Quindi è un decolorante ed un disinfettante energico.

Nell'ossidarsi l'anidride solforosa in presenza del vapore acqueo o dell'acqua, forma dell'acido solforico, la cui azione viene così ad unirsi a quella del gas solforoso.

Il gas solforoso agisce però sulle sostanze organiche molto più debolmente del cloro, e le distrugge soltanto a poco a poco.

Ciò non ostante talune sue proprietà fanno sì che il gas solforoso serve molto bene come disinfettante in casi di malattie contagiose, e meglio di altri agenti. Quantunque l'energia chimica di questo gas sia notevolmente inferiore a quella del cloro, esso ha in compenso una molto maggior solubilità nell'acqua. 1 vol. d'acqua scioglie a 15° C. 37 vol. di gas solforoso, mentre non ne scioglie che circa 2 di cloro. Le pareti umide, il terreno, i pavimenti, i mobili e l'aria stessa assorbono gas solforoso in proporzione della quantità d'acqua che contengono, e il gas solforoso non agisce quindi sulle materie organiche o sugli organismi in quei corpi disseminati solo istantaneamente, ma a poco a poco, sino a che non si sia tutto trasformato in composti chimici stabili.

Per verità anche l'acido solforoso è dannoso alla re-

spirazione degli animali, ma diluito con aria è molto più facilmente sopportabile del cloro, quindi si può in piccole quantità adoperare anche per la disinfezione di luoghi abitati. Se si introduce in uno spazio chiuso un forte eccesso di gas solforoso, bastano dalle 6 alle 12 ore per ottenere una disinfezione completa, e la semplice apertura delle porte e delle finestre è sufficiente per espellere poi il gas rimanente, e nella maggior parte dei casi è esso talmente assorbito dagli oggetti umidi, che si può abitare tosto di nuovo l'ambiente senza molestia.

Per la facilità con cui è assorbito dall'acqua, uccide poi anche quegli organismi, causa delle malattie contagiose, che stanno nell'acqua, vibrioni, fungilli, batteri, ecc. Ha poi il vantaggio sul cloro di poter esser adoperato senza inconvenienti e prodotto con facilità da tutti. Diffatti basta allo scopo di bruciare un po' di zolfo in un vaso di terra o sopra una pietra; e negli ambienti possono ritenersi utensili, arredi di casa senza che siano sensibilmente intaccati.

Si può ottenere del gas solforoso anche decomponendo un solfito alcalino con un acido. Così pure fu proposto di bruciare del *solfuro di carbonio* invece del solfo. Ma questo uso presenta inconvenienti: il prezzo del solfuro di carbonio è più alto di quello del solfo; il maneggiarlo è anche più difficile e per di più nella combustione si produce, oltre all'anidride solforosa, anche anidride carbonica, che può riuscire dannosa.

Al contrario viene adoperato molto convenientemente per pulire i terreni, o bagnare gli oggetti, che possono poi essere lavati, il *bisolfito di calcio*, sale che viene in commercio ad un prezzo assai basso. Questo sale viene adoperato come mezzo di depurazione e di disinfezione nelle fabbriche di bevande spiritose o di birra sotto il nome improprio di solfato di calce.

W. Reissig ha ottenuto patente per un metodo di disinfezione speciale, che consiste nell'adoperare delle candele di sevo con 2-20 per cento di solfo, le quali bruciando sviluppano grandi quantità di gas solforoso. Propose pure delle pastiglie per disinfezione, costituite da resina e gomma rossa, o solfo, pirite e carbone.

Magirus mise in commercio anche dei razzi per disinfezione formati da cilindri di carta dura, in forma di ditali, riempiti con un miscuglio di 60 p. di nitrato potassico, 34 p. di solfo e 6 p. di carbone.

Devesi però notare che tutti questi mezzi disinfettanti a base di gas solforoso non si possono adoperare in presenza di ammalati.

Carbone. — Le varietà di carboni amorfi e porosi hanno la proprietà di assorbire e di ritenere nei loro pori gas liquidi e corpi solidi. È a questa loro facoltà di assorbimento che si devono le proprietà disinfettanti del carbone.

Fu Th. de Saussure, che studiò specialmente questo assorbimento, determinò quali sono le quantità di gas che sono assorbite da un medesimo volume di carbone. Per non citare che i valori, i quali si riferiscono a gas che interessano il qui trattato argomento, stando alle esperienze di Saussure, 1 cm^3 di carbone di bosso a 20° ed alla pressione di 723^{mm} assorbe:

Ammoniaca	90$^{cm^3}$
Idrogeno solforato	55
Anidride carbonica	35
Ossido di carbonio	9,42

Il carbone di legno abbandonato all'aria aumenta di peso, perchè appunto assorbe e condensa il vapor acqueo dell'atmosfera. Immerso in acqua contenente una piccola quantità di idrogeno solforato, assorbe questo gaz e toglie all'acqua l'odore. In questo modo si spiegano le proprietà disinfettanti del carbone. Diffatti lo si adopera per togliere il cattivo odore alle acque corrotte, alle sostanze alimentari guaste, ecc.

Allo scopo di disinfezione dei locali si adopera il carbone di legno in pezzi piuttosto grossi; i quali si rendono prima incandescenti per spostarvi tutte le sostanze decomponibili e i gas che possono contenere, si mettono quindi in un vaso coperto, per es. una pignatta, in cui si lasciano raffreddare o quasi, per poi spanderli nei locali da disinfettare, o per tenerveli anche semplicemente nel vaso aperto. Tanto più i carboni si distendono su larga superficie e tanto più la loro azione è pronta; dopo parecchie ore o dopo qualche giorno si possono di nuovo adoperare arroventandoli prima.

Bisogna aver la precauzione di non portare nelle stanze abitate il carbone acceso perchè l'ossido di carbonio e l'anidride carbonica che si sviluppa possono riuscire assai dannosi.

In luogo di carbone di legno si può adoperare del coke trattato nello stesso modo; ma l'azione è più debole perchè il coke non è così poroso e quindi assorbente.

Siccome, da quanto si è detto, il carbone assorbe l'umidità atmosferica, così è conveniente, quando si sia trattato ripetutamente l'aria di un locale col carbone, di portarvi una pentola con acqua calda, o meglio bagnare il terreno con acqua per ridonare la necessaria umidità all'aria del locale.

Il carbone fu adoperato in Inghilterra sulla proposta di Stenhouse (Wagner, *R. Jahresber. der chem. Techn.* 1861) in grandi quantità e con ottima riuscita per la disinfezione delle fogne, delle cloache, ecc. A tale scopo si arroventa bene del carbone di legno, quindi lo si rompe in pezzi grossi come piselli, lo si dispone in strati dello spessore di circa 4 cm. fra reticelle di filo di ferro, parecchi l'uno sull'altro. L'aria circolante nei canali viene così disinfettata. Si rinnovano di tanto in tanto questi strati.

Il carbone, convenientemente trattato, come si è visto sopra, può evidentemente essere adoperato in presenza di ammalati negli ospedali.

Acido solforico, calce e ossido di piombo. — Grouven (Dougl., *Polyt. Journ.* CLVI) adoperò per la disinfezione dell'aria dei canali dei trucioli di legno d'abete, bagnati parte con acido solforico diluito, parte con latte di calce, parte con ossido di piombo, il quale ultimo si distendeva nei trucioli sospeso in acqua. Sul principio del canale vi erano i trucioli bagnati di acido, poi quelli spruzzati con calce, poi quelli che portavano l'ossido di piombo. L'acido si combinava coll'ammoniaca e le altre basi, la calce cogli acidi, che si formano nella putrefazione, l'ossido di piombo con questi e coll'idrogeno solforato. I trucioli bagnati fermavano poi anche sopra di sè delle sostanze solide, polverulenti, fungilli, ecc. Secondo Grouven, si otteneva perfettamente lo scopo.

Ipoazotide. — L'ipoazotide è pure un forte disinfettante ed è molto usato in Inghilterra. Per svilupparlo si decompone l'acido nitrico o con un metallo o con amido e si fa diffondere il vapore rutilante colla debita diluzione nell'ambiente.

Permanganato potassico. — Il permanganato potassico è un sale cristallizzato che si scompone colla massima facilità, cedendo agli altri corpi dell'ossigeno. La sua potassa divenuta libera si combina cogli acidi, mentre si separa un composto di manganese più povero di ossigeno, come precipitato bruno.

Se si deposita sopra della carta una goccia di soluzione di permanganato, questa si scolora e si vede apparire

una macchia bruna di idrato di biossido di manganese, questa esperienza dimostra quale può essere l'azione del permanganato potassico nelle sostanze organiche. Il carbone e l'idrogeno della carta si appropriano l'ossigeno del permanganato, che si trova così ridotto a biossido. Siccome la soluzione dei sali dell'acido permanganico ha un colore porpora magnifico, così si può dalla diminuzione nella colorazione seguire l'andamento dell'azione chimica e si può dopo completo scoloramento rinnovare il materiale. Il permanganato potassico greggio è il più delle volte, fatta astrazione da altre impurità non nocive, mescolato con manganato potassico, il quale si scioglie in acqua con color verde, ed agisce in modo analogo al permanganato. L'acido permanganico scompone preferibilmente e rapidamente i composti idrogenati organici facilmente decomponibili, quindi l'idrogeno solforato, il fosforato, gli idrocarburi. Scompone poi anche sostanze vegetali ed animali, cosicchè può agire come un vero disinfettante.

Per disinfettare l'aria si fa uso di soluzioni mediocremente diluite poste in vasi piatti e molto larghi. Il permanganato potassico non ha alcun odore, e può quindi essere adoperato dappertutto. L'azione di questo disinfettante è però lenta, sicchè non distrugge che a poco a poco le sostanze che gli vengono a contatto diretto.

Non è poi molto conveniente lo spruzzarne i locali degli ammalati perchè il liquido incontra molte altre sostanze che lo scompongono facilmente e lo consumano, come il legno, sostanze che si trovano nella polvere del pavimento ecc., per cui bisogna ripetere le operazioni. Esso è molto più adatto per la disinfezione delle sostanze liquide e solide che non per l'aria. Un grave inconveniente che presenta questo disinfettante si è quello di essere piuttosto costoso. Di fronte poi al gas cloro ed al gas solforoso ha lo svantaggio di non esser mescibile coll'aria; però è da preferirsi perchè disinfetta senza spander alcun odore disgustoso o dannoso alla salute.

Aceto. — L'uso dell'aceto come sostanza disinfettante in casi di malattie contagiose è conosciuto da tempo antichissimo; e le suffumigazioni coi suoi vapori furono molto adoperate insieme con quelle dell'a. solforoso e nitroso all'epoca delle famose pesti.

L'aceto non è altro che una soluzione diluita di acido acetico, mescolata con sostanze provenienti dalla acetificazione del vino o dalla distillazione del legno. Come acido l'acido acetico si unisce ai vapori ammoniacali e li sottrae così ai prodotti dei processi di putrefazione. Come molto volatili i suoi vapori si diffondono rapidamente nell'atmosfera e intaccano così le sostanze sospese nell'aria. Di più nelle suffumigazioni con aceto si formano anche altre sostanze le quali sono per natura facilmente trasformabili e possono dar luogo a scomposizioni diverse. È poi anche importante ad osservarsi, che coll'aceto si sviluppa contemporaneamente gran copia di vapor acqueo nell'atmosfera degli ammalati. Si adopera allo scopo di disinfezione o l'aceto ordinario, o aceti speciali che contengono pure sostanze aromatiche.

Il più delle volte si limita l'applicazione dell'aceto come disinfettante a spanderlo nelle stanze degli ammalati e lasciarvelo evaporare. È molto più conveniente di spruzzarlo su di un oggetto fortemente riscaldato, per es. di un ferro o di un carbone rovente, o sulla superficie di stufe calde che si trovino nella stanza, perchè allora istantaneamente si evapora diffondendosi nell'aria. Un grande eccesso di vapori d'aceto può recare molestia agli ammalati; piccole quantità si respirano invece senza inconvenienti.

Utili in pratica sono le lampade ad aceto di Döbereiner, che si trovano in commercio. Sono analoghe alle ordinarie lampade ad alcool, soltanto che portano nella parte esterna del lucignolo della spugna di platino. Si riempiono queste lampade con alcool concentrato o acqua di Colonia, e bruciano dapprima come le lampade ordinarie. Dopo alcuni secondi la fiamma impallidisce e si osserva che la spugna di platino si arroventa alternativamente a seconda della corrente d'aria.

Queste lampade, tanto che il platino rimane incandescente, sviluppano incessantemente piccole quantità di vapori di acido acetico, e possono mantenersi attive giorno e notte.

Profumi resinosi. — Si fanno pure suffumigi con sostanze resinose, essenze, ecc., ponendo queste sostanze sopra oggetti caldi o sopra carboni ardenti. L'uso dei carburi non è consigliato per le camere degli ammalati per ragioni ben note. Del resto in troppo grande quantità potrebbero anche i suffumigi riuscire molesti agli ammalati. In generale non si deve dare una grande importanza a questo genere di disinfezione. Esso serve tutt'al più a mescolare ad un'aria puzzolente vapori di odore piacevole, aromatico, da produrre maggior movimento in quest'aria; ma i vapori provenienti dalla volatilizzazione delle resine o delle essenze possono agire così debolmente come acidi o come antisettici che troppo spesso non valgono che a mascherare le emanazioni nocive, senza distrurle.

Acido fenico (fenol, acido carbolico). — È uno dei disinfettanti più stimati e più adoperati oggidì specialmente in presenza di ammalati, e in casi di malattie epidemiche.

È un corpo solido, il quale se non è completamente puro, è delinquescente all'aria e si trasforma in un liquido rosso. Ha un odore proprio pungente, un sapore bruciante e agisce come caustico, rende bianca la pelle e si trasforma. È poco solubile nell'acqua, molto nell'alcool, nell'etere e nell'aceto. In certa quantità è veleno energico per le piante e per gli animali, ma sopra la carne e sopra altre sostanze animali agisce impedendone la putrefazione, inquantochè pare che esso si combini chimicamente colle sostanze animali e sia potente veleno per gli agenti della putrefazione. Esso quindi è applicato universalmente come preservativo dalle infezioni della putrefazione.

Esso si trova in piccole quantità nelle feci e nell'orina di alcuni animali e nelle feci umane vi si forma come prodotto della loro putrefazione. In quantità più abbondante si ricava nella distillazione del carbone fossile, e viene attualmente ottenuto su vasta scala dal catrame, e messo in commercio col nome di *kreosoto*.

Esso serve come disinfettante dell'aria e del suolo allo stato di soluzione o sotto altre forme.

Si trovano in commercio delle tavolette di disinfezione di C. Hombuy, costituite da una pasta che contiene grande quantità di acido fenico greggio, le quali vengono appese nei locali da disinfettare, camere, canali, stalle, ecc.

W. Kubel propone di far inaffiare lastre porose o cilindri di argilla o di gesso con acido fenico, per facilitarne la volatilizzazione negli ambienti.

La chirurgia trae un grande partito dalle proprietà antisettiche dell'acido fenico e de' suoi sostituti, quali l'*acido timico* e l'*acido salicilico* per impedire la suppurazione delle ferite e tagli che mettono allo scoperto i tessuti sottocutanei e quindi le infezioni che per queste lesioni possono passare all'intiero organismo. Non solo si lavano gli strumenti delle operazioni con soluzioni di tali liquidi antisettici, e le ferite che si praticano, ma con appositi polverizzatori a pressione di aria od a vapore, si impregna tutta l'aria che circonda l'operando

con una nebbia fitta di tali soluzioni finamente divise, e si chiudono le lesioni con materie completamente impregnate degli stessi liquidi.

Dopo che il Lister ha insegnato un metodo di completa disinfezione dell'aria e di tutti gli oggetti, l'operatore compreso, che attorniano l'operando, sono quasi scomparse le infezioni purulente e le risipole che facevano seguito e rendevano prima spesso letali anche le più piccole operazioni, ed è permesso di accingersi con quasi sicurezza di pieno successo alle operazioni più gravi e che interessano località e tessuti i più delicati e più facilmente affettibili.

Intorno all'azione veramente disinfettante di parecchie delle suaccennate sostanze chimiche, si sono ultimamente sollevati dei gravi dubbi per parte dei dott. Koch e Wolfhügel in seguito a lunghi e pazienti lavori eseguiti nell'*Ufficio sanitario imperiale di Germania* (1). La maggior parte di queste sostanze furono riconosciute piuttosto disodoranti che disinfettanti, in quanto che mentre servirebbero a distruggere i gas mefitici, e molte sostanze pulverulenti organiche dell'aria, non intaccano gli agenti infettivi; altre si trovarono atte a distruggere in tempo più o meno lungo i zoofiti sviluppati e non le spore e germi di essi; poche agiscono direttamente sopra queste spore, da cui è naturale si abbia il più a temere nelle infezioni.

Fra le conclusioni di queste ricerche, che meritano tuttavia di essere ripetute ed eseguite con metodi diversi, sono anzitutto particolarmente interessanti, in quanto alla disinfezione dell'aria e del suolo, quelle che riguardano l'acido solforoso, il quale fu tenuto per tanto tempo come uno dei più attivi disinfettanti. Mentre nelle proporzioni di 1.4 vol. per 100 di aria, l'acido solforoso irrugginisce il ferro ed imbianca il bronzo, nelle proporzioni di 6 vol. %, dopo 96 ore non aveva ancora rese inattive le spore contenute nel sangue carbonchioso, spore di carbonchio poste sopra un filo di seta a secco, spore contenute in terra di giardino o quelle del *bacillus suptilis* del fieno pure a secco. Se si faceva agire l'acido solforoso nelle proporzioni dell'1 % sui materiali infetti umidi, si otteneva più o meno presto la morte dei bacilli del carbonchio e del *micrococcus prodigiosus* (dopo 24 ore), come pure di altri bacteri; ma in quanto alle spore, anche dopo 24 ore di tali suffumigazioni non avevano ancora perduta la proprietà di svilupparsi.

Una serie di molte altre esperienze dimostrarono che, anche alla dose quasi inapplicabile di 10 vol. p. % di aria è un mezzo molto incerto di distruzione delle spore; per cui l'acido solforoso nelle dosi che si possono adoperare nella pratica sarebbe a considerarsi come un disinfettante affatto insufficiente.

Anche l'*acido fenico* si dovette riconoscere con meraviglia pochissimo attivo sulle spore che dànno origine ai bacilli del carbonchio. Si devono queste tenere per due giorni in una soluzione fenica del 5 % prima che si siano ridotte ad essere inette a svilupparsi: dopo 40 o 50 giorni di esposizione ai vapori di acido fenico che si innalzavano da uno strato di liquido tenuto nel fondo del recipiente in cui erano raccolte, non avevano subìto la più piccola influenza. Lo stesso effetto negativo pare si debba ammettere pure su altre sporule.

Non così sui microbi sprovvisti di sporule, sopra i quali anche in piccole dosi ha azione energica e rapida, ed è certo per tale sua proprietà, che esso ha acquistato tanta riputazione meritata come disinfettante. Sia l'acido solforoso che l'acido fenico acquistano molto in attività quando agiscono di conserva con un innalzamento di temperatura. Da 75° a 80° queste due sostanze arrestano lo sviluppo delle spore, ciò che non riescono fare a freddo: sarà dunque utilissimo l'associarle al vapore acqueo nella loro applicazione.

Furono da Koch trovati i più attivi come veri *disinfettanti*, in quanto distruggono le spore, il cloro, il bromo, il jodo, il sublimato corrosivo. Il bromo sarebbe più efficace che il cloro tanto in vapore che in soluzione. Il *sublimato corrosivo* distruggerebbe ancora le spore carbonchiose nelle proporzioni da 1:20000 a 1:50000 di acqua. In preparazioni più forti (1:5000 od 1:1000) si può dunque considerare come un liquido di lavatura fra i più energicamente e rapidamente attivi per distrurre i microbi più resistenti.

Calore.

Il *calore* vuole essere considerato come il mezzo distruttore per eccellenza degli agenti infettivi ogni volta lo si può applicare. Se la cremazione dei cadaveri, che oggidì va acquistando sempre più nell'opinione pubblica, ha un vantaggio incontestabile su qualunque altro metodo di inumazione, questo sta precisamente dal lato igienico nel fatto che con essa si distrugge in modo completo ammassi di materiali che diverrebbero inevitabilmente più o meno gravemente infettivi colla putrefazione.

La distruzione completa col fuoco dei corpi umani e degli altri animali morti per malattie infettive, degli indumenti od oggetti che furono a loro contatto e specialmente delle loro escrezioni, deve essere considerato come l'unico mezzo sicuro di impedire la diffusione delle malattie contagiose.

Si deve certo moltissimo a questo metodo eroico di disinfezione largamente adoperato nell'ultimo tentativo di invasione fatto dalla peste bubonica nell'Europa, se si riuscì a troncarne il progresso, che altra volta e ripetutamente non si ottenne di rallentare con qualunque altro mezzo si sia applicato.

Gli ultimi studii riguardo l'influenza esercitata dal calore secco sui materiali a disinfettarsi si debbono pure ai dott. Koch e Wolfhügel e sono anch'essi riferiti nel citato rapporto dell'Ufficio imperiale sanitario prussiano.

Le conclusioni delle loro numerose esperienze eseguite nell'apparecchio a disinfezione del Mohabit's Hospital di Berlino, sono le seguenti: 1° I bacteri sprovvisti di spore non possono sopportare l'esposizione all'aria calda di più di 100° per un'ora e mezza. 2° Le spore delle muffe non sono rese inattive se non coll'esposizione per un'ora e mezza all'aria scaldata a 110° o 115°. 3° Le spore dei bacilli non sono distrutte che in seguito all'azione di circa tre ore di calore a 140°. 4° Nelle disinfezioni degli oggetti col mezzo dell'aria calda, anche quando vi sono esposti pacchi di piccole dimensioni, il calore penetra nel centro degli oggetti a disinfettare così lentamente che dopo 3 o 4 ore di esposizione a 140°, gli oggetti di dimensioni relativamente piccole (cuscini, involti di lingeria, ecc.), non sono ancora disinfettati. 5° Il calore portato a + 146° guasta in modo molto marcato le stoffe che vi siano esposte per 3 ore.

Da queste conclusioni risulterebbe dunque che non si può avere una sicurezza assoluta di ottenere la disinfezione delle stoffe col calore secco se non a temperature

(1) R. Koch, *Ueber Desinfection*, in *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte*, Berlin 1881; G. Wolffhügel, *Ueber den Werth der schwefligen Säure als Desinfectionsmittel.*

molto alte e tali che già agiscono alterando fisicamente le stoffe stesse.

Sono invece pienamente favorevoli le conclusioni delle numerose esperienze eseguite dai dott. Koch, Gaffky e Loeffler col vapore acqueo in quanto ad essere agente di disinfezione dimostrandolo di gran lunga più efficace che il calore secco.

L'azione del vapore acqueo a 105° di temperatura, continuata per soli 5 minuti, basta per sterilizzare completamente le spore contenute in terra di giardino e le spore del carbonchio, mentre risulta dalle sopra citate esperienze che per il calore secco importa una temperatura di 150° almeno.

A quest'azione efficacissima del calore umido vanno congiunti vantaggi molto notabili per la semplicità e per l'economia della sua applicazione. Mentre per la disinfezione coll'aria calda secca importano apparecchi speciali costosi, è molto più facile stabilire la disinfezione col vapore acqueo, col quale si può ottenere una temperatura superiore ai 100°, coll'aggiungere all'acqua che si fa bollire sostanze saline. Il calore umido penetra molto facilmente nel centro di grossi pacchi, e non si ha bisogno di alterare la tessitura od il calore dei tessuti per disinfettarli, conservandosi essi a tali temperature inalterati.

Sotto ogni punto di vista vuolsi dunque considerare il vapore acqueo come l'agente di disinfezione più efficace e più praticamente applicabile, e forse l'unico che in molte contingenze lasci la certezza dell'effetto (1).

Apparecchi a disinfezione.

Apparecchi a disinfezione dei vestiti, stoffe, ecc. — L'esperienza in un numero grandissimo di casi ha dimostrato con quanta predilezione i germi infettivi si annidino nelle stoffe e specialmente in quelle di lana, e come il maneggio di indumenti di individui affetti da tifo esantematico, vajuolo, peste, colera, ecc., sia grandemente pericoloso per la facilità con cui trasmettono le malattie stesse. Le cognizioni del resto che si hanno attualmente intorno al modo di coltivazione di tali germi concordano pienamente coi detti risultati dell'esperienza giornaliera.

I processi più semplici e radicali di disinfezione di questi oggetti sono i basati sull'azione del calore.

In varie maniere si può applicare questo agente a secco. Un forno ordinario come si usano per la cottura del pane, può servire molto bene, purchè si faccia in modo che i vestiti siano bene isolati dalle pareti, che debbono avere una temperatura molto alta, perchè non ne vengano bruciati. Si sono allo stesso scopo adoperate grandi casse metalliche avviluppate da materiali coibenti, le quali si riscaldano con fiamme a gas distribuite sul fondo, con esito dei prodotti della combustione in alto.

Si sono costrutti in diverso modo apparecchi speciali con riscaldamento applicato dentro o fuori della camera in cui stanno gli oggetti. Noi riportiamo qui due modelli di tali apparecchi nelle fig. 46, 47, 48 e 49; in funzione il primo nell'ospedale dell'University College di Londra, e proposto il secondo dalla Società di Medicina pubblica di Parigi.

La camera di disinfezione (fig. 46) dell'ospedale dell'University College (2) è costrutta molto solidamente in doppia muratura con uno spazio vuoto fra le due pareti. Nella camera sono disposte sbarre metalliche per sospendervi i vestiti, e vi si penetra per una porta in ferro che chiude ermeticamente. In un angolo della camera vi ha una stufa in lamiera di ferro, posata su di un basamento in muratura e riscaldata a coke; la quale comunica all'esterno con un'apertura B, per cui si introduce il combustibile, e per un'altra apertura C, che permette l'estrazione della cenere ed il passaggio dell'aria. Una terza apertura, stretta a guisa di fessura in A, serve per portare sulla lamina superiore della stufa dello zolfo perchè vi bruci in contatto quando è rovente. La lamina G sovrastante serve di riparo da qualunque contatto degli oggetti contenuti nella camera colla stufa.

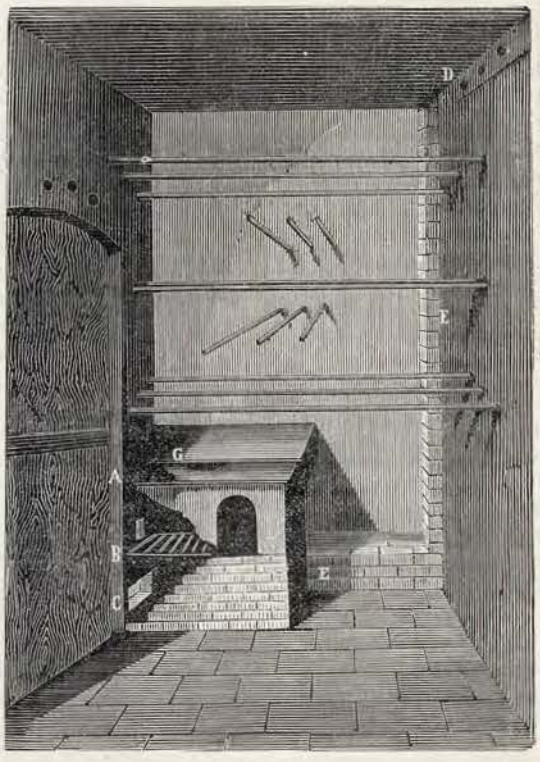


Fig. 46.

La temperatura nella stufa può essere portata fino a 150° e l'azione disinfettante di questa temperatura o di altra più bassa si può meglio accentuare collo sviluppo di acido solforoso. I vapori che si sviluppano nella camera dai vestiti e dal solfo bruciante, escono per i fori stabiliti in D, discendono per il canale E comunicante direttamente col focolare, e vanno a distrursi in quest'ultimo completamente.

Nel modello di apparecchio a disinfezione proposto dalla Società di Medicina pubblica di Parigi (3), si vorrebbe stabilire come prima condizione la separazione assoluta degli oggetti da purificare dagli oggetti già disinfettati. A tale intento si propone un ingresso ed un'uscita distinti per gli oggetti che devono passare nella stufa ed un personale e mezzi di trasporto pure speciali per i due servizi.

Uno spazio di 11 a 12 m. di lunghezza su 7m.50 di larghezza non compresi i cortili di ingresso e di uscita, può bastare per l'impianto della stufa propriamente detta e delle due sale attigue di accettazione e dimissione degli oggetti (fig. 47).

(1) R. Koch und G. Wolffhügel, *Untersuchungen über die Desinfection mit heisser Luft*; R. Koch, Gaffky und Löffler, *Versuche ueber die Verwerthbarkeit heisser Wasserdämpfe zu Desinfectionszwecken*, in *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte*, Berlin 1881.

(2) F Oppert, *Beschreibung einiger englischen Desinfection Anstalten*, in *Deutsche V. Ja. Schr. für öff. Gesundheitspflege*, t. v, p. 358, 1873.

(3) *Revue d'Hygiène et de Police Sanitaire*, a. 1881, n. 7, e *Giornale della Società Italiana d'Igiene*, a. 1881.

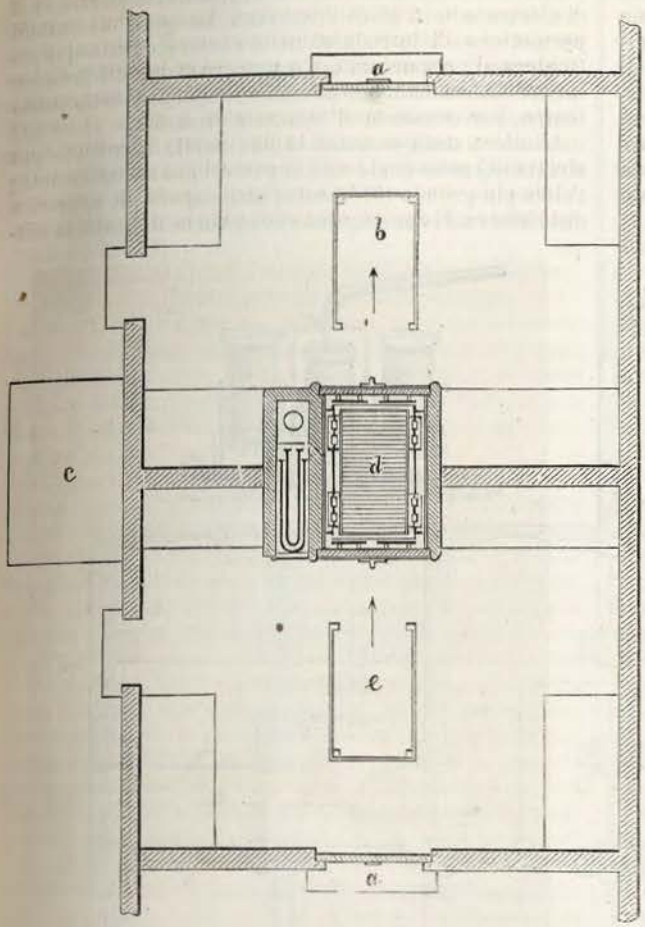


Fig. 47

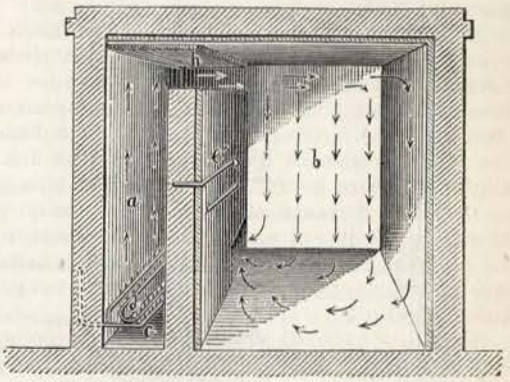


Fig. 48.

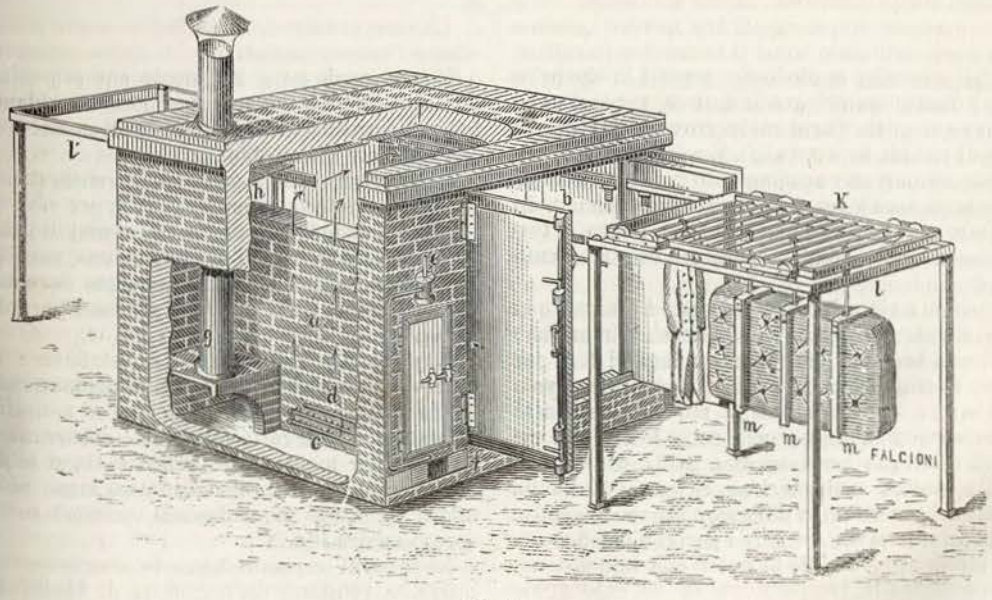


Fig. 49.

La comunicazione fra queste due sale non si può fare che attraverso alla stufa che si trova nel mezzo dell'edifizio. Lateralmente si trova ancora un piccolo padiglione (*c*) contenente un forno destinato a distruggere col fuoco gli oggetti di poco valore, che non valgano la spesa di essere disinfettati.

Gli oggetti, come è rappresentato nella fig. 49, sono introdotti ed estratti su porta-oggetti mobili, scivolanti su rotaje sospese; con tale sistema si guadagna molto in tempo e si perde relativamente poco in calore nell'atto dello scambio degli oggetti nella stufa.

La fig. 48 dà il tipo proposto per la camera ad aria calda: essa misura all'interno m. 1.50 di larghezza, m. 2 di altezza e m. 2.25 di lunghezza. Le quali dimensioni permettono di introdurre nella camera oggetti lunghi (materassi), oppure un certo numero di oggetti insieme, la cui disinfezione si può ottenere press'a poco nello stesso tempo, per economia di lavoro e di calore.

L'intiera stufa è divisa in due parti, di cui una più stretta (*a*) nella quale stà l'apparecchio a riscaldamento; l'altra più grande (*b*) in cui si dispongono gli oggetti a disinfettare. È con ragione che si vuole disposta la cir-

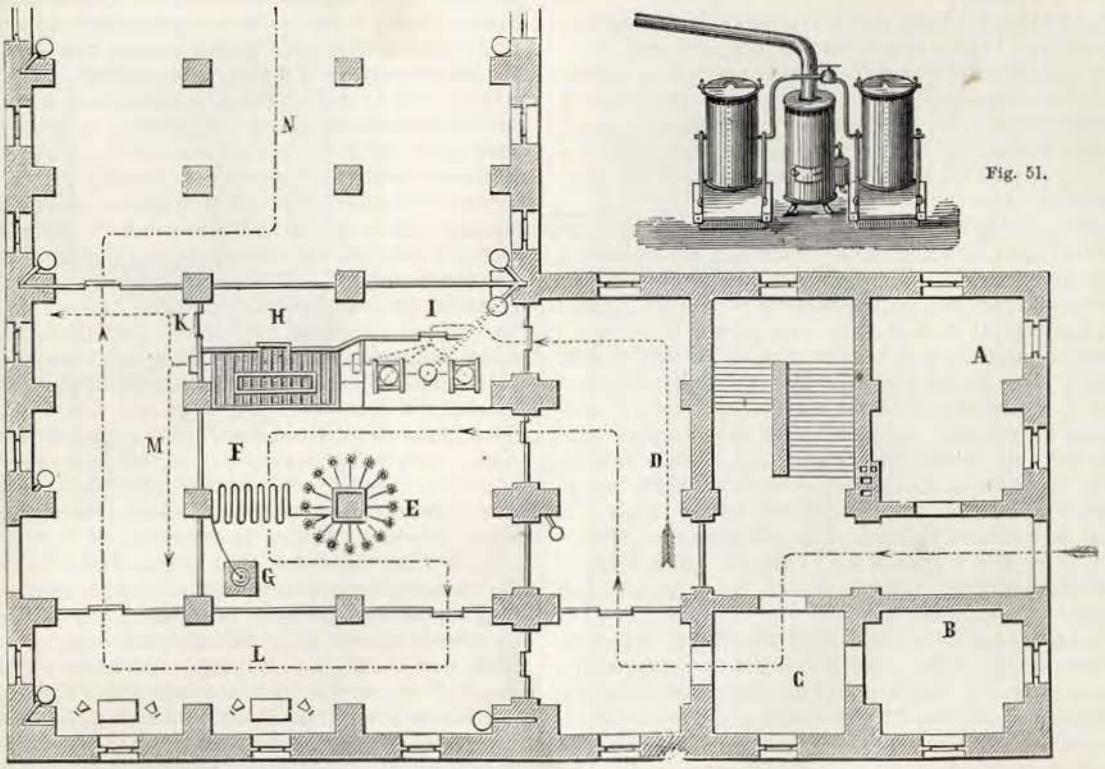


Fig. 50.

Fig. 51.

colazione dell'aria calda in modo che penetri in alto nella camera, per discendere poi grado a grado verso il pavimento, presso al quale l'aria calda trova l'apertura di un camino di richiamo (fig. 49, *g*). È questa l'unica disposizione che assicuri un riscaldamento uniforme in tutte le parti della camera e tolga il pericolo di bruciare in un dato punto gli oggetti, quando in altro punto il termometro segna ancora una temperatura relativamente bassa.

L'apparecchio a riscaldamento, secondo è disegnato in *d* nella fig. 49, sarebbe a gas, e consisterebbe in un tubo ripiegato sopra se stesso con buon numero di fori per moltiplicare le fiammelle. Un vantaggio che si ascrive a questo modo di riscaldamento della stufa sta anzitutto dal lato dell'economia, inquantochè tutte le 5000 calorie che da ogni m^3 di gas bruciato sono utilizzate direttamente nella camera a disinfezione. Si ha inoltre dalla combustione del gas sviluppo di vapore acqueo che ajuta l'azione del calore nel distruggere i germi morbifici e la comodità molto apprezzabile di poter con tale sistema mantenere costante la temperatura ad un dato grado di altezza, applicandovi un apparecchio regolatore automatico.

Si comprende però facilmente che si può adattare a questa stufa un altro apparecchio di riscaldamento qualunque ad aria calda ed aggiungervi il concorso di qualche gas o vapore disinfettante.

È importante che le pareti della stufa siano bene garantite dal raffreddamento esterno; per ciò i muri della camera di disinfezione devono costrursi di preferenza in mattoni e ricoprirsi all'interno di una parete di legno dello spessore di 3 a 4 c. m. Le porte devono chiudere ermeticamente ed essere foderate esse pure di materie coibenti.

La permanenza dell'oggetto a disinfettare nella stufa deve variare a seconda delle dimensioni sue: un'ora circa dovrebbe bastare per abiti leggieri ed asciutti; per materassi ed altri oggetti voluminosi occorrono 4 a 6 ore. Sarebbe per materassi a preferirsi siano fatti di materiali di poco valore, perchè in caso siano adoperati da affetti da malattie contagiose, possano senza grande spreco venire bruciati.

La spesa di impianto di questo completo edifizio a disinfezione proposto dalla Società di Medicina pubblica verrebbe a costare 7 od 8 mila franchi: può però venire semplificato e costare meno.

Disinfezione delle persone e dei loro abiti. — Le fumigazioni che si applicavano nei tempi passati alle persone vestite dei loro abiti dalle amministrazioni quarantenarie sia col cloro che coll'acido solforoso, ed a cui si riviene non raramente anche oggidì quando si vogliono disinfettare più persone per lasciare loro libero passaggio per entrare od uscire da una città, come prevenzione delle malattie contagiose, non possono essere considerate come efficaci e riescono solo incomodissime se non nocevoli a chi le sopporta.

In tali casi una disinfezione sicura non si ottiene se non agendo separatamente sugli individui e sui loro vestiti, e trattando i primi con forti e convenienti lavature, i secondi col vapore acqueo ad alta temperatura.

Un modello di disposizione di tale servizio di disinfezione per ottenere rapidamente gli effetti voluti su gran numero di individui, in modo molto razionale, è quello disegnato nella fig. 50, il quale funzionò a Stettino durante la guerra del 1870-71 sotto la direzione del dott. Petruschy (1).

Le persone a disinfettarsi si fanno entrare in un ambiente D, quivi si spogliano e consegnano le loro vesti a guardiani e seguono quindi una via da esse diversa. Gli uomini, intieramente nudi, passano in un locale F, dove si trovano disposti attorno ad un largo bacino un certo numero di apparecchi per doccie a pioggia verticali ed orizzontali. L'acqua che si adopera attraversa prima un serpentino E, provenendo da una caldaja G, riscaldata a gas.

Dopo essere stati assoggettati ad una vigorosa lavatura a doccia, che si può rendere più efficace aggiungendo all'acqua un alcali od acido fenico (o forse meglio in piccolissime dosi il sublimato corrosivo), il paziente passa alla camera L, dove viene attentamente ispezionato da medici, e quando sia necessario anche rivaccinato. Dopo la visita va nella sala M, dove ritrova i suoi vestiti.

Questi a loro volta sono stati disinfettati seguendo un'altra strada, nella stanza I. Quivi sta un apparecchio speciale (fig. 51) consistente in un generatore di vapore comunicante con due cilindri metallici a doppia parete, nei quali si introducono i vestiti a disinfettarsi. L'acqua che si trasforma in vapore è fenicata, per cui si fa agire ad un tempo sugli oggetti il calore umido e l'acido fenico (a 75° od 80° l'azione disinfettante dell'acido fenico è di molto accresciuta — Kock). Il vapore acqueo fenicato penetra ed imbibisce completamente i vestiti stessi, i quali ancora bagnati si fanno passare ad un essiccatojo a gas, in cui si mantiene una temperatura di circa 100°; in tre minuti i vestiti sono affatto secchi e sono restituiti per lo sportello K al loro proprietario. Questi li indossa nella camera M a cui è arrivato dopo la visita in L, e va quindi in una grande sala N dove resta per qualche tempo a fine di perdere l'eccesso di calore che ha acquistato e per potere quindi sopportare senza inconvenienti il passaggio all'aria esterna.

LUIGI e STEFANO PAGLIANI.

DISTILLAZIONE — Franc. *Distillation.* Ingl. *Distillation.* Tedesc. *Destillirung.* Spagn. *Destilacion.*

Lo scopo che si consegue coll'operazione chiamata *distillazione*, si è quello di separare una sostanza volatile da una o più altre che sono fisse o la cui temperatura di ebollizione è più elevata. È questa una delle operazioni maggiormente impiegate in chimica, ed in alcuni casi con essa soltanto si possono separare e purificare i corpi volatilizzabili. Il suo uso è antico, quanto i primissimi conati della scienza a cui rende immensi servigi.

I Greci, i Romani, gli Arabi, gli alchimisti sapevano distillare (2). Dai documenti geroglifici, recentemente comunicati dal Maspéro, l'erudito direttore del Museo di Baulak, si sarebbe indotti ad ammettere che anche gli antichi Egizii hanno conosciuto un processo più o meno grossolano di distillazione. Si trovarono frammenti di apparecchi la cui forma può essere paragonata a quella della storta. Questi vasi sono alquanto piccoli, quelli almeno che ci furono conservati; ma i monumenti comprovano che ne esistettero di dimensioni molto maggiori. Finora non si è trovata alcuna rappresentazione di una vera distillazione, quantunque sembri che gli Egizii abbiano conosciuto lo spirito infiammabile.

Dopo le dette storte primitive degli Egizii, dopo la cucurbita sormontata dal suo capitello o *testa di morto* degli alchimisti, fino all'apparecchio a colonna delle moderne distillerie di alcole e di benzina, quante modificazioni successive e quanti progressi compiuti! Si può asserire, che se gli attuali apparecchi industriali non sono l'ultima parola della scienza, rasentano però la perfezione.

Ma le ricerche teoriche sulla distillazione sono pur troppo meno avanzate, e ciò perchè il problema invero è straordinariamente complesso. Malgrado i lavori classici di Regnault e quelli meno noti, ma non dimenticabili, di Despretz, Fusinieri, Young, Mossotti, Dulong, Favre, Silbermann ed altri, applicati tutti a qualche caso speciale, i dati sulle tensioni dei vapori delle mescolanze di liquidi miscibili sono troppo incomplete, perchè si possa tentare di dedurne una legge generale. Questa legge, se esiste, è ancora da scoprirsi.

La distillazione si eseguisce in apparecchi che variano di forma, materia e dimensione, secondo la quantità, natura e qualità dei prodotti da trattarsi. Per esempio, gli apparecchi adoperati nei laboratorii di chimica e fisica, come quelli per i piccoli saggi industriali, differiscono da quelli che servono per lo stesso scopo nella grande produzione industriale di una data sostanza. Come pure differiscono gli apparecchi coi quali si ottiene l'acqua pura, separandola dalle materie che tiene disciolte, da altri coi quali si ottiene l'alcole dalle soluzioni alcoliche diluite, e da quegli altri ancora coi quali si ottengono le materie volatili dal legno e dal litantrace.

All'articolo CHIMICA trovansi succintamente descritte le principali distillazioni da laboratorio. Agli articoli ACIDI, ALCOLE, BITUME, COLORI, COMBUSTIBILI, ESTRATTI, EVAPORAZIONE, GAZ-LUCE, MERCURIO, OLII ESSENZIALI PROFUMERIA, TREMENTINA, ZINCO e ZOLFO, trovansi dettagliatamente descritti i singoli apparecchi per quei dati usi industriali e per le relative ricerche analitiche. Pertanto in questo articolo tratterassi delle distillazioni in genere, e più particolarmente saranno descritti gli apparecchi distillatorii che adopransi nella produzione dell'alcole su vasta scala, alcuni dei quali sono immensi e veri monumenti industriali.

La distillazione può essere distinta in *umida* e *secca;* ciascuna di queste suddividesi in altre, secondo il modo di eseguirle ed i risultati che voglionsi ottenere.

La distillazione *umida* può essere *semplice, frazionata o ad effetto multiplo, a riflusso, per intermezzo separativo, nel vuoto, sotto pressione, a vapore* ecc.; la *secca* distinguesi in *distillazione bianca* ed in *distillazione carbonosa* o *nera.*

(1) ROTH und LEX, *Handbuch der Militär-Gesundheitspflege*, Berlin 1872, Bd. 1, S. 572.

(2) Vedi il vol. I di quest'Opera, al § XXII dell'*Introduzione.*

Distillazione semplice.

La distillazione è *semplice* allorquando da una mescolanza di materie fisse e volatili si vuole separare tutta la materia volatile. Come sarebbe, per esempio, la distillazione dell'acqua per averla pura (acqua distillata), separata cioè dalle sostanze estranee che tiene disciolte, le quali ordinariamente sono sali fissi. È altresì semplice la distillazione della mescolanza di alcole e di zucchero o di alcole e sali. Non entrerebbe in questa categoria la distillazione di liquidi vinosi, perchè constano di due sostanze vaporizzabili, acqua ed alcole; vi rientrerebbe però se, invece di voler separare l'una dall'altra queste sostanze, si volessero separare entrambe da un residuo fisso.

Allorquando le materie da distillarsi non contengono che una sola sostanza volatile, l'operazione consiste: 1° nel sottomettere la mescolanza all'azione del calore per ridurre in vapore il corpo vaporizzabile; 2° a condensare i vapori in modo da raccoglierne il corpo risultante.

La formazione dei vapori può aver luogo, tanto per l'azione diretta del fuoco, prodotto in un focolajo, come per mezzo del vapore o per altro modo di somministrazione del calore.

Distillazione semplice a fuoco diretto. — Per le operazioni di saggio o da laboratorio, quelle distillazioni che generalmente si fanno in palloni, matracci o storte, furono già descritte negli articoli Acidi e Chimica.

Negli apparecchi industriali la distillazione a fuoco diretto si effettua in condizioni simili a quelle rapportate nell'articolo Caldaje a vapore.

La scelta del metallo da usarsi nella costruzione delle caldaje dipende dalla natura delle materie da distillare. Per lo zolfo, il mercurio e lo zinco, per esempio, il solo metallo che si possa convenientemente impiegare è il ferro, e preferibilmente la ghisa, perchè meno alterabile.

Le valvole di sicurezza sono generalmente inutili, perchè lo spazio in cui ha luogo la condensazione dei vapori, per un capo comunica liberamente colla caldaja per mezzo di un tubo con diametro sufficiente, per l'altra estremità comunica sempre coll'aria. Sono però indispensabili le valvole di sicurezza se la distillazione si effettua con pressione.

Quanto ai tubi adduttori, le loro dimensioni si possono calcolare come pel vapore d'acqua. Quasi sempre però gli si danno dimensioni alquanto maggiori di quelle fornite dalla teoria, imperocchè con ciò non ne risultano inconvenienti, ed anzi spesso evvi molto vantaggio nell'avere un tubo di condotta grande. In quelle distillazioni in cui può esservi pericolo che per solidificazione dei vapori il tubo adduttore si ostruisca, le sue dimensioni devono essere considerevolmente maggiori.

Come già s'è detto, la forma e le dimensioni di tutte le parti dell'apparecchio dipendono dalla natura e dalla quantità del vapore che si vuole ottenere in un certo tempo; poichè da questo dato si può dedurre l'ampiezza della superficie di riscaldamento della caldaja e la quantità di combustibile occorrente.

Tutti i detti calcoli, fatti già per l'acqua in altra parte di questa Opera, si applicheranno qui all'alcole ed a miscela d'alcole con acqua ed altre sostanze.

Cominciando dall'alcole, suppongasi che si tratti di distillarne, in un'ora, 100 chilogrammi, il quale non sia mescolato con alcuna sostanza fissa.

L'alcole, alla pressione di 760 millimetri di mercurio, bolle a 78°.26, richiedendo 209 calorie pel suo cambiamento di stato (calorie di vaporizzazione); essendo le calorie di temperatura (calore specifico) dell'alcole in media 0,622, ne risulta, che per ridurne in vapore un chilogrammo a 0°, sono richieste tante unità di calore eguale a $78.26 \times 0{,}622 + 209 = 257$; il che è pressapoco i $\frac{4}{10}$ del calore che sarebbe necessario per ridurre in vapore a 100° un egual peso d'acqua. Un chilogrammo di litantrace di qualità mediocre, abbruciato in condizioni anche non troppo favorevoli, nelle caldaie a focolajo esterno, vaporizza circa sei chilogrammi d'acqua; per conseguenza un chilogrammo di litantrace potrà ridurre in vapore $\frac{6 \times 10}{4} = 15$ chilogrammi di alcole etilico.

Per la *superficie di riscaldamento della caldaja*, sapendo che in un apparecchio che dà circa sei chilogrammi di vapore per chilogrammo di litantrace, ciascun metro quadrato produce almeno da 15 a 20 chilogrammi di vapor d'acqua, questa quantità di calore trasmessa dal metallo, potrà volatilizzare $\frac{10}{4}$ volte più di alcole, cioè da 37 a 50 chilogrammi. Cosicchè, per calcolare la superficie di riscaldamento, bisognerà fare assegnamento al meno su 37 chilogrammi di vapore d'alcole, per ogni metro quadrato e per ora. Si potrebbe ottenere una quantità di vapore molto maggiore, ma il calore non sarebbe impiegato tanto utilmente.

Così, per il caso supposto, la superficie di riscaldamento della caldaja dovrà essere $\frac{100}{37} = \text{m.}2.7$; e la quantità di litantrace da abbruciarsi per ora, sarà: $\frac{100}{15} = 6^{\text{ch}}.66$.

Le dimensioni della griglia, la sua distanza dalla caldaja, la sezione del camino, ecc., si deducono facilmente da quelle date e dall'altezza del camino.

Suppongasi ora di dover distillare una miscela d'acqua e di alcole, caso ordinario della distillazione alcolica, e che l'alcole stia in proporzione all'acqua come 1 a 25. Come si vedrà da una tavola riportata più innanzi, l'esperienza ha dimostrato, che per ottenere quasi tutto l'alcole contenuto in questo liquido, bisogna ridurre in vapore 0.22 del peso totale ed il liquido così ottenuto segna all'aerometro di Baumé il titolo medio di 17°, componendosi di $\frac{1}{24} = 0.042$ di alcole e di $0.22 - 0.042 = 0.178$ di acqua.

Proponendosi per esempio di distillare 1000 chilogr. di vino per ora, bisognerà vaporizzare 220 chilogrammi di liquido, composto di 48 chilogrammi di alcole e di 178 di acqua. Dai risultati dei calcoli che precedono deducesi la quantità richiesta di litantrace di mediocre qualità, la quale sarà:

	Chilogr.
Per la vaporizzazione di 42 chilogr. di alcole $\frac{42}{15} =$	2.80
Per la vaporizzazione di 178 chilogr. di acqua $\frac{178}{6} =$	29.66
Pel riscaldamento a 100° del liquido rimanente $\frac{780}{39} =$	20.00
Totale di combustibile richiesto Chil.	52.46

Facile ora riesce calcolare la superficie di riscaldamento della caldaja, sapendo dover essere trasmessa dalle sue pareti una quantità di calore eguale a quella che sarebbe necessaria per vaporizzare $52.46 \times 6 = 314.76$

chilogr. di acqua, che in ragione di 15 chilogrammi di vapore per metro quadrato darebbe $20^{m2}.492$.

Si potrà calcolare nel medesimo modo la quantità di combustibile e le dimensioni della caldaja necessarie per distillare, per ora, una quantità data di qualsiasi altro corpo volatile, conoscendo esattamente le sue calorie di temperatura e quelle di vaporizzazione.

Se la temperatura di ebollizione del corpo è molto più elevata di quella dell'acqua, la medesima superficie di caldaja non trasmette nel medesimo tempo la medesima quantità di calore, come nel caso in cui è impiegata a vaporizzare dell'acqua; allora evvi una grande perdita di calore, del quale se ne potrà però sempre utilizzare una parte, mettendo in seguito alla caldaja di distillazione una o più altre caldaje, nelle quali la materia comincia a scaldarsi.

Apparecchi di condensazione. — Immediatamente dopo la loro uscita dalla caldaja, i vapori devono arrivare in uno spazio, in cui, trasmettendo alle pareti circostanti le loro calorie di vaporizzazione, ritornano allo stato liquido. Il volume del condensatore, come quello della caldaja, non ha alcuna influenza sull'effetto prodotto, imperocchè è unicamente dalle pareti dell'apparecchio che il calore è trasmesso allo esterno ambiente; per conseguenza a condizioni uguali in ogni altra parte, la quantità di vapore che può essere liquefatta nel condensatore è proporzionale alla sua superficie. Per agente esterno di raffreddamento s'impiega l'aria e l'acqua da sole o promiscuamente, ed in molti casi impiegasi lo stesso liquido che poscia deve essere distillato. Negli apparecchi di grandi dimensioni l'inviluppo del condensatore è in terra cotta, in stagno, in piombo, in rame od in ferro.

È facile determinare l'estensione della superficie del condensatore, quando si conosca: la natura del corpo ambiente a cui deve essere trasmesso il calore; la temperatura media di detto corpo; la quantità di vapore da condensare in un dato tempo; il calore smesso dal vapore nel condensarsi; infine la quantità di calore che può essere trasmessa in un tempo determinato attraverso un metro quadrato di superficie del condensatore. Questi ultimi elementi possono facilmente dedursi dai seguenti risultati, che furono ottenuti colla condensazione del vapor d'acqua (Redtenbacher).

Allorquando la condensazione si fa per mezzo dell'aria, conoscendo la forma, la posizione ed il diametro dei tubi, si potrà facilmente calcolare l'effetto medio che possono produrre, coi dati pratici che fornisce la fisica tecnologica. Si può in media far assegnamento sopra una condensazione di $1^{ch}.5$ di vapor d'acqua per metro quadrato, per ora e per una differenza di temperatura di 75°.

Quando la condensazione si fa per mezzo dell'acqua, la quantità di vapor d'acqua condensato per metro quadrato e per ora, per una differenza di temperatura di 1°, è di 9 chilogrammi a $1^{ch}.39$, secondo che il condensatore è un piccolo tubo, di spessore relativamente piccolo, od un vaso di grande capacità in cui l'aria non può essere facilmente espulsa; da questi ultimi numeri si dedurrà facilmente la quantità di vapore di natura qualsiasi, che sarà condensato nelle medesime circostanze, allorquando si conosceranno le calorie di temperatura e le calorie di vaporizzazione del corpo.

Suppongasi, per esempio, che si debba condensare per ora 100 chilogrammi di vapore di alcole, a 22° Baumé, in un condensatore formato da un tubo metallico di piccolo diametro, incluso in un vaso pieno di acqua, mantenuto questo alla temperatura media di 20° c.

Per prima cosa si cerca la quantità di calore smessa dalla condensazione di 1 chilogrammo di vapore della data sostanza, comparatamente a quella smessa da 1 chilogramma di vapore d'acqua pura, in identiche circostanze. Ora, la composizione centesimale dell'alcole a 22° Baumé è di 64 di acqua e 36 di alcole; per conseguenza un chilogrammo di vapore di alcole a 22° contiene $0^{k}.64$ di vapor d'acqua e $0^{k}.36$ di alcole. Siccome, senza commettere errore apprezzabile, si può ritenere che 1 chilogrammo di vapore d'acqua condensandosi smetta in media 540 calorie, ed 1 chilogrammo di vapore di alcole etilico solamente 209, ne risulta che la quantità di calore smessa colla condensazione di 1 chilogrammo di alcole a 22° B. sarà $540 \times 0.64 + 209 \times 0.36 = 421$; così la quantità di calore emessa da un chilogrammo di alcole a 22° B. è eguale a $\frac{421}{540} = 0.78$ di quella che è sviluppata dalla condensazione di 1 chilogrammo di vapore di acqua.

Gli apparecchi di condensazione sono svariatissimi sì per forma, che pel modo loro di funzionare.

Nei piccoli apparecchi da laboratorio il condensatore è ordinariamente un pallone, che si mette all'estremità del collo della storta o di altro apparecchio distillatore, avviluppandolo con un pannolino mantenuto inumidito con stillamento d'acqua. Negli alambicchi da laboratorio, o per piccole industrie, il condensatore è costituito da un tubo piegato ad elica, che viene raffreddato con acqua che continuamente si rinnova (V. Chimica).

Negli apparecchi di grandi dimensioni si possono impiegare dei refrigeranti ad acqua o ad aria, e simultaneamente a liquido e ad aria.

Refrigeranti ad acqua. — Nei primi alambicchi il refrigerante era un tubo diritto, che attraversava una vasca piena d'acqua; ma per condensare una quantità considerevole di vapore, sarebbe stata necessaria una cassa di straordinaria lunghezza.

Fino dal 1650, Glauber, pel primo, ebbe la felice idea di piegare il tubo ad elica, in modo di avere una grande lunghezza di tubo in una vasca di piccoli dimensioni. Al tubo così piegato, per la forma sua serpeggiante, si diede nome di *serpentino*, nome che in seguito conservò.

La *superficie del serpentino* è evidentemente eguale al contorno della sezione trasversale, moltiplicata per la lunghezza dell'elica; la quale lunghezza può facilmente essere calcolata, poichè ciascuna spira è eguale all'ipotenusa di un triangolo rettangolo, la cui base è lo sviluppo della projezione orizzontale della spira e l'altro lato il passo.

Allorquando il condensatore è formato da un tubo di piccolo diametro e che vi è un eccesso di superficie, come infatti si procura sempre d'ottenere, il vapore non si propaga che ad una certa distanza, la quale varia colla attività della combustione nel focolajo; oltre tale distanza, si trova dell'aria satura di vapore ad una temperatura decrescente.

Affinchè si faccia completa la condensazione negli apparecchi, necessita che il liquido refrigerante sia rinnovato senza interruzione e con sufficiente velocità.

Se il liquido che circonda l'apparecchio di condensazione fosse continuamente agitato, in modo che in tutti i suoi punti avesse esattamente la medesima temperatura, la quantità di vapore condensato in un dato tempo non cambierebbe sensibilmente, perchè la quantità del calore trasmesso attraverso la superficie del condotto del vapore essendo proporzionale alla differenza di temperatura tra il vapore e l'acqua, questa quantità è la medesima tanto quando la temperatura del liquido non è uniforme in tutti i punti, come quando lo sia ovunque alla temperatura media. È naturale quindi che sempre

si rifugga dal produrre quest'agitazione, la quale esigerebbe un certo lavoro e richiederebbe inoltre troppa acqua per la condensazione, ciò che si potrà constatare più innanzi.

Il vapore arriva sempre nel condensatore discendendo, e l'acqua od altro liquido di condensazione vi arriva ascendendo, smaltendosi poscia dalla parte superiore, quasi alla temperatura del vapore che condensa. Con simile disposizione s'impiega il minor volume di liquido voluto per una data condensazione. Questo volume di liquido che deve transitare pel refrigerante, facilmente si calcola, coi dati precedentemente riportati, essendo esso eguale a quello dell'acqua assumente la temperatura che ha il vapore, quando questo arriva al livello del liquido nel refrigerante; la quantità di calore poi, sarà eguale a quella ceduta dal vapore da condensare, tenendo conto, s'intende, della temperatura iniziale che aveva l'acqua refrigeratrice all'entrata nella vasca.

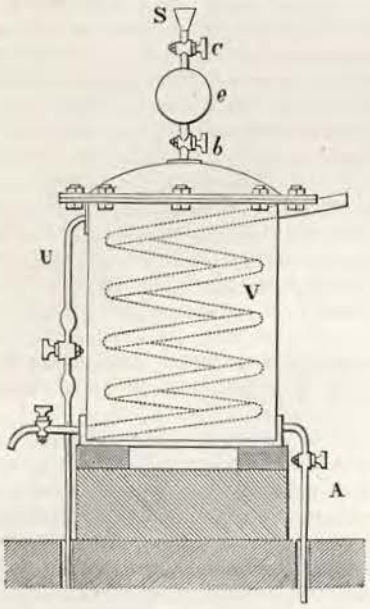


Fig. 52.

Onde evitare l'elevazione dell'acqua fredda in un recipiente refrigerante posto in alto, si è proposto di alimentarlo con un apparecchio semplicissimo (fig. 52), basato sul principio del sifone comune.

Il tubo di alimentazione A è attaccato alla parte inferiore della vasca e pesca in un recipiente fornitore di acqua fredda, da cui, il punto più alto *b* della vasca V, dovrà distare in altezza mai oltre i $10^{m}.33$. La parte superiore della vasca è chiusa esattamente con un coperchio. Il tubo U di uscita dell'acqua si stacca dall'alto e discende lateralmente alla vasca, aprendosi ad un livello inferiore a quello del recipiente dell'acqua di alimentazione. La vasca viene per tal modo a fare parte del braccio ascendente del sifone.

Evidentemente, quando l'apparecchio sarà tutto riempiuto di acqua, e sarà lasciato libero l'accesso e la uscita ai tubi, il liquido del serbatojo alimentatore si eleverà continuamente nella vasca V, per discendere pel tubo di scarico U. Affinchè questo apparecchio possa funzionare, è necessario che vi sieno aggiunte alcune speciali disposizioni, e sono: 1° l'applicazione di un rubinetto a ciascun dei due tubi A ed U, onde poterli chiudere quando si riempie il sifone dall'imbuto S posto superiormente, ed aprirli quando siasi riempiuto il sifone e chiuso il tubo superiore d'introduzione dell'acqua; 2° adattare alla sommità dell'apparecchio un piccolo serbatojo *e* munito di due rubinetti, onde evitare che l'efflusso si arresti per lo svilupparsi dell'aria che sta sciolta nell'acqua, la quale vien messa in libertà col calore. Mediante il rubinetto *b* posto inferiormente, la piccola capacità *e* può essere messa in comunicazione col sifone quando questo funziona, mentre si tiene chiuso il rubinetto *c* che lo metterebbe in comunicazione coll'aria esterna.

L'aria sviluppantesi si raduna nel serbatojo ed è lasciata sfuggire di quando in quando, chiudendo prima il rubinetto inferiore *b* ed aprendo il superiore *c*, dal quale s'introdurrà poi nuovamente acqua fino a riempire completamente il serbatojo, prima di rimettere questo in comunicazione col sifone. L'apparecchio cesserebbe di funzionare se la temperatura dell'acqua nella vasca si elevasse di troppo.

I *serpentini* sono di facile costruzione. I tubi di ferro distesi, se sono di un discreto spessore e di piccolo diametro, si curvano facilmente a freddo senza appiattirsi; quelli piccoli di rame, di piombo o di stagno si curvano facilmente senza deformarsi, allorquando sieno prima riempiti con mastice.

Per meglio utilizzare la superficie di condensazione, o per mettere una grande lunghezza in una piccola capacità, si dispongono in una vasca più eliche concentriche, che si fanno percorrere simultaneamente dal vapore.

Per economizzare l'acqua di condensazione, o per ottenerla ad una temperatura più elevata, quando il suo calore debba essere utilizzato, si impiegano speciali disposizioni.

Talora il serpentino è raffreddato in una ristretta vasca anulare a sezione circolare od ellittica; talora il serpentino è invece rinchiuso in un altro concentrico di dimensioni alquanto maggiori; in tal caso il vapore percorre il serpentino centrale, e l'acqua in senso contrario percorre l'intervallo che separa i due tubi.

Quest'ultima disposizione è facile ad eseguirsi quando i tubi sono di piccolo diametro; allora, prima d'incurvarli, s'introduce nel grande il piccolo tubo, disponendo sulla superficie di questo, ed a qualche distanza tra loro, dei piccoli risalti, affinchè nell'incurvamento sia impedito a quello interno di toccare la superficie del tubo inviluppante.

Se i tubi sono di grande diametro, si lasciano rettilinei e si dispongono come sono rappresentati nella figura 53 ed in diversi apparecchi congeneri dell'articolo che segue, dove il tubo *b*, adduttore del vapore, è ripiegato in modo da presentare una successione di parti curvilinee e rettilinee; queste ultime sono circondate da un tubo più grande *c* destinato a contenere l'acqua di refrigerazione, la quale passa nei successivi *c* mediante piccoli tubi opportunamente disposti, come appare dalla figura.

Si costruiscono dei condensatori anche di altra forma, sia per collocare una grande superficie di condensazione nel medesimo spazio, sia per poterli pulire facilmente. Notisi però, che una estensione sufficiente della superficie raffreddante non è la sola condizione da soddisfare; altre sonvene, quali:

1° Che il condensatore deve essere disposto in modo, che il vapore possa espellere completamente l'aria che lo riempie al principio dell'operazione; imperocchè la presenza dell'aria diminuisce considerevolmente la facoltà condensante della superficie. Facilmente si può capacitarsi di questo fatto, osservando, che l'aria è cattiva conduttrice del calore, e che il raffreddamento non effettuandosi sensibilmente che sullo strato in contatto

col metallo, la condensazione non progredisce che col rinnovamento di questi strati; il che non ha luogo che lentamente se vi è aria; mentre accade ben diversamente quando lo spazio è occupato soltanto dal vapore; perchè, condensandosi esso in contatto colla superficie metallica, produce un vuoto istantaneo, che è poi subito rimpiazzato da nuovi vapori. Così, il fatto stesso della condensazione produce un richiamo dei vapori contro la superficie raffreddata.

2° È affatto inutile forzare il vapore a serpeggiare contro la superficie raffreddante, almeno quando la disposizione dell'apparecchio permette di espellere l'aria coll'introduzione delle prime porzioni di vapore; e ciò è evidente in conformità di quanto precede.

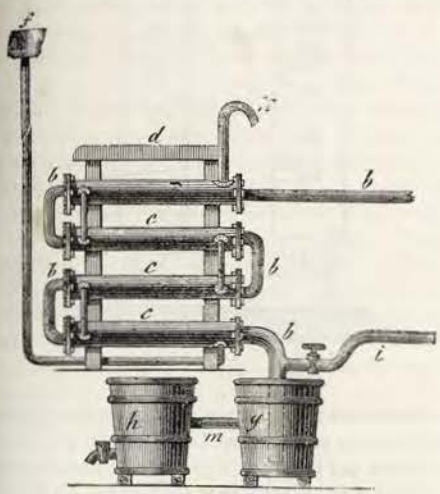


Fig. 53.

3° L'apparecchio deve essere disposto in modo, che l'estremità del canale pel quale scola il liquido condensato, che è in comunicazione coll'aria, si trovi in contatto coll'acqua più fredda, affinchè il liquido sia ad una temperatura poco elevata ed emetta pochi vapori dopo l'uscita dal refrigerante.

In sostituzione al serpentino, altri diversissimi apparecchi si immaginarono, ed altri se ne possono immaginare, uniformandosi alle suesposte norme ed appropriandoli alle circostanze.

Per esempio: potrebbe servire un tubo a sezione rettangolare, di cui l'uno dei lati sia grandissimo per rapporto all'altro e che sia conformato a spirale. Potrebbesi usare un refrigerante fatto con due tronchi di cono aventi il medesimo asse, col diametro dell'un dei coni di poco maggiore da quello dell'altro. Si potrebbe in taluni casi adottare una disposizione immaginata dall'ingegnere Brunel per altro ufficio. L'apparecchio si compone di due casse cilindriche basse ed esattamente chiuse, comunicanti tra loro per un gran numero di tubi paralleli, colle loro estremità saldate per bene al fondo inferiore della prima ed al fondo superiore della seconda cassa. Un tubo posto tanto sull'una che sull'altra delle due basi opposte delle casse, servono rispettivamente all'introduzione del vapore ed all'uscita del liquido condensato. Tanto questo, quanto i precedenti apparecchi si immergono in una conveniente vasca piena d'acqua rinnovabile.

Si è altresì impiegata la disposizione rappresentata dalla figura 54. Una vasca cilindrica AB include una serie di vasi lenticolari comunicanti tra loro; in ciascuno d'essi è rinchiusa una calotta *a*, *c*, *d*, mantenuta isolata, la quale obbliga il vapore a lambire la superficie superiore delle lenti, prima di raggiungere la superficie inferiore e pel foro passare nel vaso sottostante.

Tutte queste disposizioni hanno il grave inconveniente di non permettere l'espulsione completa dell'aria, e per conseguenza di produrre meno effetto utile ad eguale superficie dei serpentini.

I serpentini, il cui numero si può aumentare a volontà, devono essere preferiti alle altre disposizioni, a meno che i vapori non formino dei depositi che non potrebbero essere asportati facilmente con lavatura; in tal caso bisognerà impiegare l'accennato refrigerante conico od un serpentino con tubi *a*, *b*, *c*, disposti a zic-zac (fig. 55) aventi a ciascun angolo una scatola vitata *s*, chiudibile con una piastrella vitata *p*, che si può togliere ogniqualvolta occorra di ripulire l'interno dei tubi.

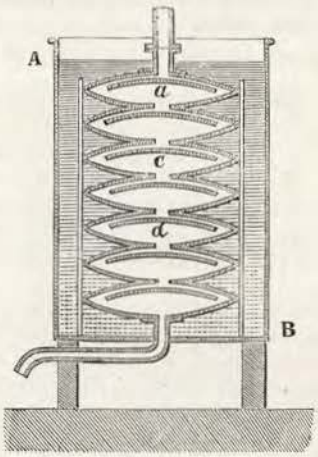


Fig. 54.

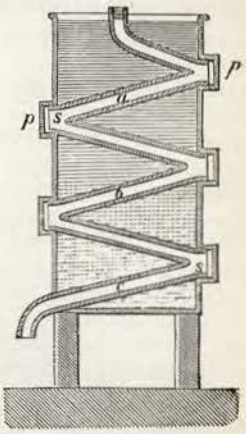


Fig. 55.

Precedentemente non sono stati esposti i modi di calcolare la superficie di un condensatore in ciascun caso particolare, si fece però cenno degli elementi che entrano nel calcolo, eseguendo il quale converrà sempre dare al condensatore una superficie un po' maggiore onde raffreddare altresì il liquido condensato.

Nelle operazioni continuate, il calore che proviene dalla condensazione dei vapori si può utilizzare per scaldare il liquido che deve servire alla operazione seguente, come innanzi si vedrà praticarsi quasi sempre nelle grandi distillazioni.

L'importanza dell'economia di combustibile che risulta dall'adottare questa disposizione, apparirà dai calcoli che seguono.

Trattandosi della distillazione dell'acqua comune, in cui la vaporizzazione del liquido introdotto nella caldaja può essere completa o quasi, del calore risultante dalla condensazione, non se ne potrà utilizzare che una piccola parte; infatti, il vapore d'acqua cedendo nella sua condensazione una quantità di calore capace di portare da 0° a 100°, circa 5 volte e 1/2 il suo peso d'acqua, e la carica della caldaja essendo eguale alla quantità di vapore formato, non si potrà approfittare che di 1/5 del calore di condensazione.

Nella distillazione dei liquidi alcolici invece si può utilizzarne una quantità considerevole, perchè la quantità condensata di vapore è sempre molto più piccola della carica della caldaja. Per es., i vini che contengono ordinariamente 1/8 del loro peso d'acquavite a 22° B., devono essere ridotti colla distillazione a press'apoco 78/100 del loro volume primitivo per essere spogliati dell'alcole; la quantità di liquido evaporizzata è quindi eguale a

22/100 del loro volume; allora il calore emesso colla condensazione può essere interamente impiegato a riscaldare la carica dell'operazione seguente. Supponendo che le operazioni successive si eseguiscano sopra 100 chilogrammi, ricordando che la quantità di calore prodotta in media per condensazione di ciascun chilogr. di simili vapori è di 421 calorie, quella che risulterà dalla condensazione di 22 chilogrammi, sarà di 9262. Ora, con approssimazione sufficiente, ammettendo che le calorie di temperarature del liquido alcolico sieno eguali a quelle dell'acqua, questa quantità di calore potrà elevare i 100 chilogrammi di vino da 0° a 92°,62. Come vedesi, in questo caso il calore ceduto nella condensazione potrà essere completamente utilizzato.

Allorquando s'impiega il calore sviluppato colla condensazione, si usano sempre due serpentini; uno, il *calefattore*, per riscaldare il liquido dell'operazione seguente, l'altro, il *refrigerante*, per raffreddare il liquido che sorte dal primo condensatore e per liquefare le ultime porzioni di vapore.

Refrigeranti ad aria.—I refrigeranti ad aria devono avere una superficie di molto maggiore a quella dei refrigeranti a liquidi, attesochè, per la medesima differenza di temperatura, la quantità di calore che è trasmessa dalla superficie del condensatore è molto più piccola nel primo che nel secondo caso. La superficie di un refrigerante ad aria dovrà essere circa 200 volte più grande di quella di un refrigerante ad acqua.

Si potrà tuttavia diminuire di molto la superficie del refrigerante ad aria, aumentando la velocità dell'aria che lo circonda; questo aumento di velocità potrebbe essere prodotto dallo stesso calore dell'aria riscaldata; basterebbe per ciò piegare il tubo ad elica cilindrica o conica, e circondarlo di un cilindro metallico di qualche spessore, aperto alle estremità. Allora questo tubo si comporterebbe come un camino ordinario; l'aria entrerebbe dalla parte inferiore, si riscalderebbe a contatto coi tubi, condensando i vapori rinchiusivi, e si rinnoverebbe con una velocità che dipenderebbe dall'altezza del camino e dalla temperatura che assumerebbe.

Le disposizioni da darsi a questi refrigeranti variano colle condizioni in cui devono essere impiegati. Quando l'elica del serpentino è cilindrica, essa può introdursi in una capacità anulare formata da due cilindri concentrici. In tal caso il cilindro interno potrebbe essere sostituito da un secondo serpentino percorso anch'esso dal vapore dall'alto in basso nel medesimo tempo dell'altro.

Usando eliche coniche si ritraggono maggiori vantaggi che non dalla disposizione precedente, perchè l'aria rimane più suddivisa e la colonna d'aria ascendente è di maggior dimensione.

Qualunque sia la disposizione adottata, si aumenterebbe la velocità dell'aria, facendo comunicare il cilindro col cenerajo di un focolajo che consumasse molt'aria; oppure mettendolo in comunicazione con un camino che avesse una forte tirata.

L'aria calda potrebbe essere utilizzata per essiccatoi o pel riscaldamento di ambienti, ma non certo per trarne in seguito profitto del calore trasmissibile, perchè in tal caso sarà sempre più comodo e conveniente fare la condensazione coll'acqua.

Allorquando non si possa impiegare utilmente il calore di condensazione trasmesso all'aria od all'acqua, o che di quest'ultima non se ne possa disporre che di piccole quantità, converrà servirsi di un serpentino comune circondato da un cilindro aperto alle due estremità, come quello sopra già accennato; in questo caso però il serpentino deve essere sormontato da un canaletto anulare C (fig. 56), dal cui fondo finamente traforato sgocciola continuamente dell'acqua; quest'acqua, cadendo, investe la superficie del serpentino SS, scaldandosi vaporizza, ed il vapore viene trascinato dalla corrente d'aria ascendente.

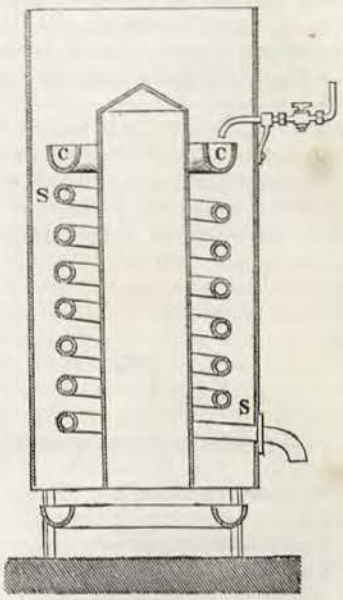


Fig. 56

Con questo mezzo i vapori che circolano nel serpentino si potranno condensare, impiegando una quantità di acqua minore del peso del vapore condensato, stantechè una parte del calore è trasmessa all'aria. La superficie di condensazione, quantunque minore di quella che esigerebbe il raffreddamento colla sola aria, sarà però sempre maggiore di quella richiesta da un serpentino che fosse immerso in un liquido.

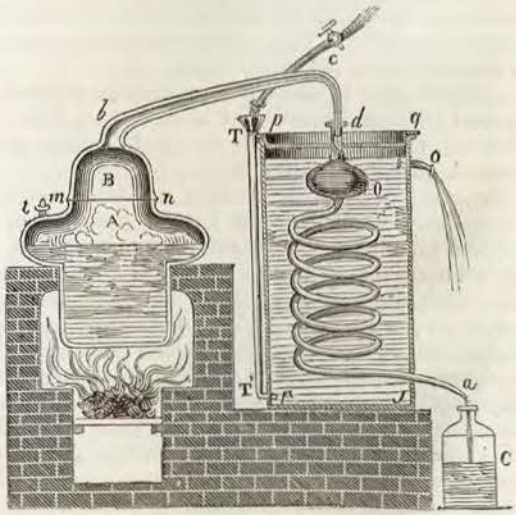


Fig. 57.

Alambicco. — L'apparecchio di distillazione semplice (fig. 57) è detto alambicco, e si compone di quattro parti: la caldaja, il capitello, il refrigerante ed il vaso collettore.

La *cucurbita* o caldaja di distillazione (A) è per lo più di rame, raramente di lamiera di ferro; ordinariamente ha forma determinata da una superficie di rivoluzione, che va restringendosi fino a terminare in una

apertura circolare, del diametro di 1/4 od 1/5 di quello mediano della caldaja. Tale apertura (*m n*) è munita di un collo robusto alquanto alto, ed è preceduta da un rigonfiamento, che dovrà essere di diametro tanto maggiore quanto più abbondante è la schiuma che fa il liquido che si distilla, essendo appunto l'ufficio suo, quello d'impedire che la schiuma si riversi nel serpentino. Il fondo è talvolta piano, talvolta concavo nel mezzo verso l'interno. Immediatamente sopra al fondo trovasi un tubo di scarico munito di rubinetto per vuotare la cucurbita. Alla parte superiore poi della medesima e da una parte, trovasi un altro tubo *e*, destinato a riempirla.

Il *capitello* o *duomo* (B) pel tubo a collo di cigno *b*, porta i vapori sviluppantisi dalla caldaja nell'apparecchio di condensazione; benchè per tale scopo un semplice tubo possa essere sufficiente, pure si preferisce in questo genere di apparecchi di fare un capitello grande e vasto, non solo allo scopo di trattenere le particelle del liquido da distillare, che trasportate dai vapori renderebbero meno puro il prodotto della distillazione, ma anche per ottenere un prodotto più ricco della sostanza più volatile; inquantochè per la grande superficie interna del capitello i vapori subiscono una condensazione, per la quale sono ricondotti alla caldaja i vapori che per i primi si condensano. Un ampio capitello ha il vantaggio anche di somministrare uno spazio ove trattenere la schiuma che oltrepassasse il rigonfiamento che lo precede.

Siccome il volume dei vapori diminuisce durante la condensazione, così la forma più ragionale da darsi al capitello sarebbe quella di un cono.

Il *refrigerante* o *condensatore* (*p, q, r, j*) deve soddisfare a quelle condizioni che più sopra già furono specificatamente enunciate. Avvertasi in special modo di fornire ai vapori una capacità non di troppo maggiore della calcolata, perchè altrimenti l'aria atmosferica, penetrando nell'interno del refrigerante, si carica di vapori, e rinnovandosi coll'uscire del liquido distillato, produce perdite tanto maggiori quanto maggiore è la volatilità della materia da condensarsi.

Per lo più i rifrigeranti sono costituiti da tubi di stagno o di rame stagnato; specialmente nei moderni apparecchi sono raffreddati, collo stesso liquido da distillare.

Per la distillazione delle acque ammoniacali la caldaja sarà di lamiera di ferro o di ghisa, ed il serpentino di piombo.

Distillazione a bagno-maria ed a vapore.

In moltissimi casi importa di non far agire direttamente il fuoco sul distillatore, specialmente quando li liquido mantiene in sospensione delle sostanze, che deponendosi sul fondo del distillatore, abbruciando, potrebbero alterare il prodotto della distillazione.

Come si vede in diversi degli apparecchi per la produzione dell'alcole, che sono innanzi descritti, il distillatore trovasi in altro recipiente più capace pieno di acqua, e questa si riscalda o direttamente o col vapore. Se però, per la distillazione della sostanza occorresse una temperatura superiore ai 100°, allora s'impiegano bagni di soluzioni saline o di olio; oppure si impiega direttamente il vapor d'acqua, ad una pressione più o meno elevata, facendolo circolare in un doppio fondo del distillatore od in un serpentino.

In altre circostanze, per esempio, come nella estrazione delle essenze dalle piante che le contengono, si fa direttamente attraversare la sostanza solida dal vapore, il quale ne asporta le materie volatili.

Distillazione in atmosfera rarefatta o nel vuoto.

La distillazione a pressione ridotta presenta un doppio vantaggio. Primieramente, la diminuzione della pressione induce un naturale abbassamento di temperatura, che scende circa da 80 a 100 gradi se la pressione discende da 10 a 15 millimetri di mercurio; specialmente allorquando si raggiungono basse pressioni, l'abbassamento del punto di ebollizione è rimarchevole.

Esaminando la curva che rappresenta i punti di ebollizione in funzione della pressione, la si vede scendere prima rapidamente verso l'asse delle x, poi indicare una tendenza a divenire parallela non che tangente a questo asse. Questo fenomeno studiato tanto completamente da Regnault per il vapore d'acqua, sembra essere generale (1).

Pel chimico, è un fatto di grande importanza il poter conseguire un abbassamento notevole del punto di ebollizione. Ora, mediante trombe ad acqua, molto facile riesce il fare e mantenere il vuoto negli apparecchi di distillazione, e rimane perciò straordinariamente facilitata la purificazione di certi corpi che si alterano bollendo alla pressione ordinaria. Raccomandabile è questo modo di distillazione pel caso predetto, ed anche per l'estrazione di materie perfettamente volatili allo stato di massima purezza, ma che si alterano allorquando esse sono mescolate ad impurità decomponibili col calore.

Per distillazioni di esigue quantità di materia, si può impiegare un tubo di vetro, incurvato a sifone, alto da 80 a 90 centimetri, che si riempie di mercurio e si capovolge in una vaschetta contenente essa pure del mercurio. In ciascun ramo del tubo, il mercurio si disporrà all'altezza segnata dal barometro.

Introducendo allora un liquido per di sotto ad una delle colonne, quel liquido si porterà immediatamente alla parte superiore e distillerà, raccogliendosi nell'altro braccio, quando questo si sarà convenientemente raffreddato.

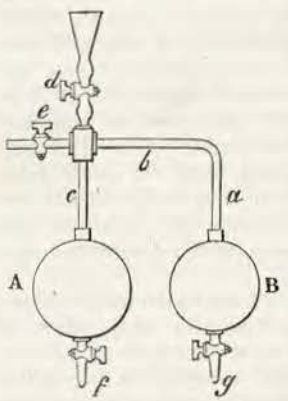


Fig. 58.

Per quantità di materia di qualche rilievo, si potrà invece impiegare un apparecchio rappresentato dalla fig. 58, composto di due palloni A e B messi tra di loro in comunicazione mediante un tubo *a b c*, munito di quattro rubinetti *d f e g*.

Chiusi i rubinetti *d f g*, pel rubinetto *e* si mette l'apparecchio in comunicazione con una macchina pneumatica, e si fa il vuoto. Apresi quindi il rubinetto *d* ed introdotto nel pallone A il liquido da distillare, si chiude. Raffreddando il pallone B, ivi andrà raccogliendosi il distillato, che si potrà poi levare pel rubinetto *g*, come dal pallone A per *f* potrà esser tolto il liquido esaurito.

Un altro apparecchio molto usato nei laboratorii è quello già stato descritto all'articolo Chimica (vol. 2°). In quello, il calore occorrente alla distillazione deve essere fornito al vaso che contiene il liquido da distillare, e bisogna condensare i vapori con una miscela refrigerante, o con un liquido che si rinnovi continuamente.

(1) V. i classici lavori di Regnault, negli *Annales de Chim. et Phys.*

La distillazione nel vuoto è sempre utile allorquando la natura del corpo che si ha da trattare è tale da scomporsi alla temperatura in cui, alla pressione ordinaria, entra in ebollizione. Gli apparecchi più semplici impiegabili in tal caso, industrialmente sono analoghi a quelli usati nelle distillazioni comuni sotto la pressione atmosferica. Quello rappresentato dalla fig. 59 non differisce che per l'aggiunta, all'estremità del serpentino, di un serbatojo chiuso S, destinato a ricevere i prodotti della distillazione.

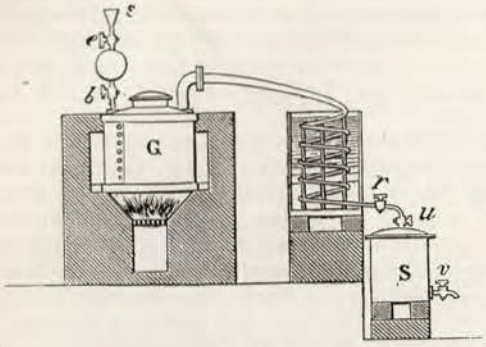


Fig 59.

Volendo distillare, il liquido è introdotto nella caldaja G e la vasca del serpentino è lasciata vuota; si aprono i rubinetti *r u v;* si dà fuoco al combustibile sotto la caldaja, scaldando il liquido alla ebollizione. I vapori che si formano non si condensano che in piccola quantità e sortono quasi totalmente dal rubinetto *v* del recipiente collettore S. Dopo qualche tempo tutta l'aria contenuta nell'apparecchio sarà espulsa, essendo sostituita dai vapori. A tal punto si chiude il rubinetto *r*, si diminuisce il fuoco e s'introduce acqua fredda nella vasca del serpentino; i vapori in questo raccoltisi allora si condensano, e nell'apparecchio si fa il vuoto. Si ravviva nuovamente il fuoco e lo si mantiene ad una conveniente intensità. L'ebollizione ricominciando, avviene allora ad una temperatura più bassa di prima e la condensazione si fa come nelle distillazioni comuni. Dovendo la distillazione essere continuata, mediante una tromba, bisognerà di tanto in tanto togliere il liquido dal serbatojo S ed alimentare la caldaja per mezzo di uno speciale tubo a rubinetto, analogo al già descritto della figura 52.

Questo processo presenta l'inconveniente di esigere che il liquido sia prima portato alla temperatura di ebollizione all'aria libera. Si potrà rimediare all'inconveniente, scacciando l'aria dall'apparecchio per mezzo del vapore, fornito questo da un generatore agente indipendentemente dall'apparecchio, e non introducendo nell'alambicco il liquido se non quando l'aria che vi era contenuta sia stata sostituita dal vapore.

Nella maggior parte delle raffinerie di zucchero, la concentrazione dei sciroppi si fa con apparecchi in cui l'evaporizzazione si ottiene col vuoto. Sono quelli appunto casi di distillazione nel vuoto; ma avendo per iscopo la concentrazione, di essi si tratterà all'articolo Evaporazione.

Distillazione a pressione maggiore dell'atmosfera.

Quando occorresse distillare ad una pressione maggiore della normale, lo si potrà fare facilmente mettendo una valvola nel tubo che conduce i vapori al condensatore; la quale valvola dovrà esser fatta in modo, che non si apra che alla pressione che si vuole raggiungere.

Di altre piccole disposizioni accessorie qui non si può tener parola, perchè sono adattabili e modificabili a seconda delle circostanze.



Fig. 60.

Fra queste distillazioni sono da annoverarsi le condensazioni di vapori e gas, quali vennero immaginate dal Faraday.

In un tubo di vetro a pareti robuste, chiuso ad un capo e ripiegato a gomito (fig. 60), s'introduce dell'idrato di cloro; indi, chiuso anche l'altro capo alla lampada, si immerge il braccio che contiene la sostanza nell'acqua tiepida (35° c.) ed in una miscela frigorifica s'introduce l'altro braccio vuoto, nel quale, raffreddato, si raccoglie distillato il cloro liquido.

Distillazione a freddo.

Distillazione a freddo dicesi quella che si eseguisce allorquando, per ridurre liquida la sostanza da ottenersi distillata, occorrono abbassamenti di temperatura così



Fig. 61.

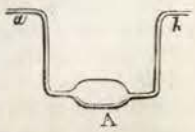


Fig. 62.

intensi, che non si possono avere facilmente coi condensatori comuni. Allora si circonda di una miscela frigorifica, refrigerante e collettore, che quasi sempre in tal caso formano una sola cosa, avente forma di un tubo ad U come quelli rappresentati dalle fig. 61 e 62.

Distillazione con intermezzo attivo.

Quando, anche colle ripetute distillazioni, riesce difficile la completa separazione di due liquidi mescolati, se agevolmente e prontamente questa separazione si può ottenere, obbligando il vapore ad attraversare qualche sostanza che s'impadronisca e fissi quello dei due liquidi che si vuol togliere, e non eserciti alcuna azione sul prodotto da ottenersi, si eseguisce allora la distillazione con intermezzo attivo. Per tal modo si può, per esempio, disidratare compiutamente l'alcole etilico concentrato e renderlo assoluto, cioè anidro, facendo passare il suo vapore attraverso ad uno strato di calce viva, la quale fisserà l'acqua combinandovisi, e lascierà passare purificata la parte alcolica.

L'apparecchio rappresentato dalla fig. 63 serve per l'esempio ora citato. L'alcole lasciato stillare dal serbatojo sovrapposto, prima di entrare nel refrigerante, condensarsi e raccogliersi nel collettore, attraversa due colonne di calce, contenuta in due cilindri insieme connessi nel modo rappresentato dalla figura. I cilindri sono immersi in un bagno ad olio, che si mantiene alla temperatura di 120° a 130° c.; il calore rende più efficace la combinazione della calce coll'acqua, la quale resta per tal modo trattenuta ed il vapore alcolico si raccoglie completamente anidro.

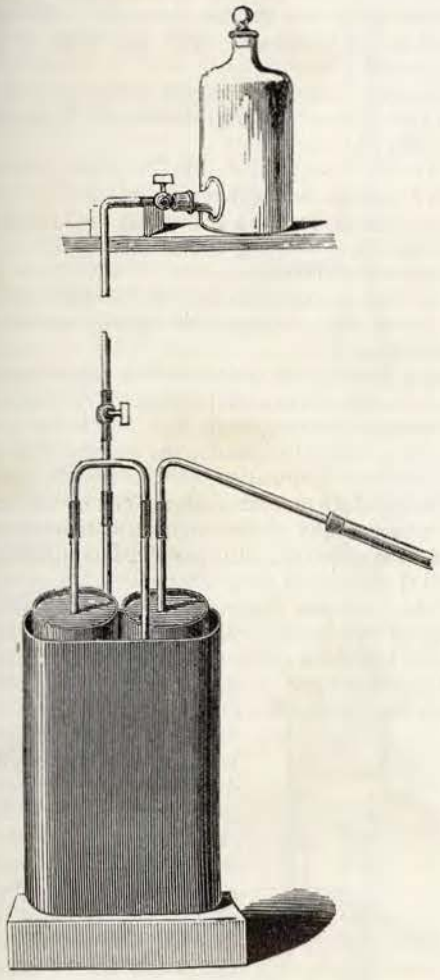


Fig. 63.

Collo stesso mezzo si giunge a separare l'alcole amilico dall'etilico, perchè l'amilico è trattenuto dalla calce che lo fissa e non lo cede che ad una temperatura più elevata di quella alla quale cede l'etilico, il quale è pure assorbito in certa quantità; per cui, distillando prima a circa 100° c., il primo è trattenuto ed il secondo passa; riscaldando poi verso i 150° c., anche l'amilico distilla. Con una seconda distillazione attraverso alla calce, l'alcoole etilico può essere privato interamente dall'amilico, dal quale, come è noto, riesce assai malagevole separarlo completamente con altri mezzi.

Collo stesso processo si può anche purificare l'etere solforico dall'acqua e dall'alcole, purchè si mantenga la temperatura del bagno a quella della ebollizione dell'etere o poco più.

Distillazione in una data atmosfera.

Distillando sostanze facilmente ossidabili, soggette quindi ad alterarsi, diviene spesso indispensabile operare la loro distillazione in un ambiente occupato da un gas inerte, come l'idrogeno, l'azoto, o l'acido carbonico, conformemente alla natura del liquido che si tratta. In questi casi si procurerà di avere la sorgente del gas in modo continuo e sufficiente all'occorrenza, adottando disposizioni convenienti onde regolarne l'efflusso secondo il bisogno. Inoltre il gas dovrà essere purificato, essiccato o riscaldato, a seconda dei casi, e ciò con tutte quelle maggiori cautele che saranno richieste dall'importanza dell'operazione.

Distillazione a riflusso.

Questo genere di distillazione si può ritenere un caso speciale di quella detta frazionata, che è qui sotto descritta. Usasi talora nei laboratorii quando evvi una certa distanza fra la temperatura in cui avviene la evaparazione dei liquidi mescolati. La disposizione degli apparecchi all'uopo è rappresentata e descritta all'articolo Chimica.

Distillazione frazionata.

Principii generali. — La distillazione frazionata è quella operazione che si eseguisce nei laboratorii, ogni qual volta si distilla un miscuglio di liquidi di volatilità diversa, onde ottenere separati i liquidi componenti.

Pel passato generalmente si ammetteva che, nella distillazione di liquidi di volatilità diversa, il primo a passare in copia maggiore fosse il più volatile, che in seguito predominasse il meno volatile; ma in alcuni casi può succedere il contrario, come fu infatti osservato e dimostrato da Berthelot e Wauklyn. Per esempio, quando il liquido meno volatile sia in tenue proporzione, esso è trascinato per intero dal più volatile, senza che nel recipiente ve ne rimanga.

Suppongasi che una bolla del più volatile si saturi di vapori del meno volatile; il rapporto in peso della quantità dei due vapori contenuti nella bolla corrisponderà a quello della loro rispettiva densità, moltiplicata per la tensione dei due liquidi; onde ne consegue che i liquidi di tensione debole e di peso molecolare elevato si mescoleranno in quantità notevole coi liquidi più volatili, ma di peso molecolare minore. Questa appunto è la ragione per cui malagevolmente si può ottenere la completa separazione dei liquidi organici *omologhi*, nei quali la tensione è tanto maggiore di quanto è minore il loro peso molecolare.

Le esperienze di Berthelot sulla distillazione di un miscuglio di solfuro di carbonio e di alcole etilico, e quelle di Wauklyn su miscugli di alcole metilico e di joduro di etile, dimostrarono come i corpi meno volatili del miscuglio, come l'alcole ed il joduro d'etile, possono passare colle prime porzioni; il primo allorquando entra in piccole quantità nel miscuglio, il secondo in causa del suo peso molecolare elevatissimo. In un gran numero di altri casi si constatò questa esportazione di corpi meno volatili.

Qualora si calcoli la composizione del vapore misto che si svolge da una mescolanza di solfuro di carbonio e di alcole, tenuto calcolo delle densità e delle tensioni, si giunge al risultato, che una mescolanza di 11.5 p. di alcole per 88.5 p. di solfuro, dovrebbe fornire un vapore tale nel quale fossero associati i due vapori nelle proporzioni dei due liquidi mescolati; ma l'esperienza dimostrò che in questo caso succede una separazione

parziale; ciò avvenendo perchè la tensione dei due liquidi separati è differentissima dalla somma dei medesimi in mescolanza; e veramente non si ha più tensione dei singoli vapori pei liquidi mescolati, almeno a seconda del significato consueto del vocabolo, dacchè per valutare la forza elastica dei vapori commisti fa duopo tener conto delle quantità dei liquidi mescolati. Non si può quindi calcolare la composizione dei vapori misti se non pel caso di liquidi *non miscibili*, perchè quando palesano un'azione solvente scambievole, il calcolo non è più sufficiente e si complica in modo straordinario.

L'attrazione che in questo caso le molecole esercitano le une sulle altre, fa sì, che la tensione del vapore della mescolanza, lungi dall'essere eguale alla somma delle tensioni dei componenti, è spesso più debole di quella del corpo più volatile, e per conseguenza l'immediata ebollizione di questo è ritardata.

È probabilissimo anche che il numero delle molecole che si vaporizzano, sia proporzionale alla tensione di vapore *effettiva* che i componenti possiedono nel miscuglio; ma per causa dell'azione dissolvente che il liquido di uno dei corpi esercita sul vapore dell'altro, queste tensioni dipendono dalle proporzioni dei corpi in presenza. È quindi evidente che più il solvente abbonda, maggiore deve essere la sua azione. Nel corso di una distillazione frazionata di un miscuglio di liquidi miscibili, in generale il punto di ebollizione si eleva gradatamente, appunto perchè le proporzioni dei corpi in presenza, epperciò le tensioni, cambiano ad ogni istante.

Teoricamente si concepisce, e l'esperienza dimostra l'esistenza di miscele, che sotto pressione costante, nella distillazione passano integralmente ad una temperatura fissa, come nel caso di corpi non miscibili.

Di tali *miscele limite* si presentano per tutti i liquidi che si sciolgono, e la loro composizione è quella del miscuglio che presenta il massimo di tensione.

Per esempio, un miscuglio di 97 % di alcole e di 3 % di acqua (in volume) alla pressione ordinaria non può colla distillazione essere decomposto. Supponga si ora di dover distillare un alcole più acquoso, in un apparecchio sufficientemente perfetto; da principio passerà la detta mescolanza, l'acqua si concentrerà nel residuo ed infine resterà sola. D'onde si arguisce che il corpo meno volatile, purchè si trovi in proporzione sufficiente, potrà sempre colla distillazione essere ottenuto allo stato di relativa purezza. Se invece si impiega un alcole contenente meno del 3 % di acqua, si presenta il fenomeno inverso; la *miscela limite* distilla ancora da principio, ma nel vaso distillatore si accumula l'alcole invece dell'acqua. Se ne deduce quindi, che la miscela limite bolle ad una temperatura un poco inferiore a quella dell'alcole assoluto, od in altri termini, possiede una tensione più forte di quest'ultimo.

Altri alcoli presentano fenomeni analoghi, e quanto pel passato si descrisse sotto il nome di idrati di alcole propilico ed allilico, non sono che queste miscele limite dei loro alcoli, bollenti a temperatura inferiore (1).

In seguito ai risultati ottenuti da Berthelot e da Landolt, Pierre e Puchot fecero parecchie esperienze sulla distillazione di mescolanze di liquidi anche non miscibili; dai risultati da loro ottenuti si venne alle seguenti conclusioni:

a) La legge della distillazione di una mescolanza di liquido *non miscibile* è semplicissima; la legge di Dalton vi è applicabile; *b*) Ciascuno dei corpi volatilizza come se fosse solo, cioè, la tensione del miscuglio è eguale alla somma delle tensioni dei componenti. Ne risulta che il miscuglio bolle ad una temperatura costante, inferiore al punto di ebollizione del corpo più volatile.

Naumann fece una serie di osservazioni per determinare la temperatura a cui bollono mescolanze di acqua e benzina, di acqua e toluene, di acqua e xilene, cercando il rapporto fra le quantità di acqua e di idrocarburo che passarono nel collettore. Ne avvenne quello che già avevano notato Pierre e Puchot, cioè che il punto di ebollizione del miscuglio rimase inferiore a quello del liquido più volatile; con questo di più, che esaminata la temperatura del vapore, fu riconosciuta alquanto più elevata di quella del punto di ebollizione del liquido.

Naumann estese le ricerche anche a quegli idrocarburi che sono meno densi dell'acqua ed a qualche loro derivato, e trovò:

1° Che il punto di ebollizione della mescolanza è inferiore a quello del liquido più volatile;

2° Che la quantità dei liquidi, cioè l'acqua e l'idrocarburo che si raccolgono distillando, stanno fra loro in rapporto invariabile;

3° Che nel maggior numero dei casi la temperatura dei vapori misti è leggermente più elevata dei liquidi in ebollizione.

Lo stesso autore, guidato dalla teoria meccanica dei gas, a norma della quale la tensione del vapore dipende dal numero delle molecole che, in circostanze uguali, assumono lo stato gasoso, pei diversi casi esaminati, verificò: che le quantità dei due liquidi passati distillando, valutati in pesi molecolari, stanno fra di esse nel rapporto che si osserva per le tensioni dei vapori dei medesimi liquidi, misurate alla temperatura costante in cui si effettua la distillazione.

Dalle suesposte importantissime conclusioni, ne dedusse altre rimarchevolissime, che qui si omettono, non avendo attinenza coll'argomento in trattazione.

Apparecchi per la distillazione frazionata. — Facendo una distillazione frazionata nelle storte od in alambicchi, non basta operare una sola volta, raccogliendo le porzioni in diversi tempi e tenendo ciascuna a parte, ma devesi anche aver cura di rinnovare il collettore ogniqualvolta il termometro segna cambiamento del punto di ebollizione; si ridistilla poscia ciascuna porzione separatamente, usando le stesse cautele avute per la distillazione del liquido misto; indi unite insieme le porzioni raccolte ad un medesimo grado di temperatura, ridistillansi come precedentemente. Per questa operazione è richiesta una oculata e continua sorveglianza.

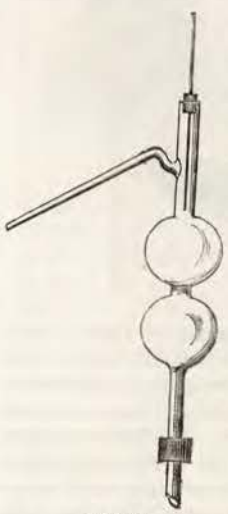


Fig. 64.

S'immaginarono perciò apparecchi speciali, che, per la loro disposizione, essendo per se stessi frazionatori, lasciano ricadere nel generatore la parte meno volatile, non permettendo il passaggio nel collettore che alla porzione resistente alla condensazione. Uno di tali apparecchi fu congegnato dal Wurtz; esso consta di un tubo con una o più bolle come è rappresentato nella fig. 64. La sua costruzione ed il suo uso sono basati sul principio, che i vapori estrinsecantisi da una miscela di

(1) Vedi *Annalen der Physik und Chemie*, nuova serie, vol. XIV, esperienze di D. Konowalow.

sostanze diversamente volatili, sono sempre più ricchi del corpo più volatile del liquido in ebollizione.

Pel raffreddamento subito dai vapori nel transitare pel tubo, la parte meno volatile ricade nel distillatore, per la cannuccia laterale, non passando nel refrigerante che i vapori che hanno resistito alla preventiva condensazione.

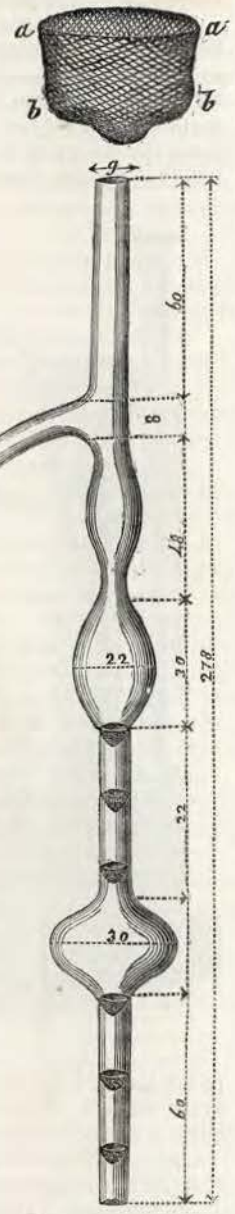


Fig. 65.

Warren de la Rue immaginò un altro strumento, che consiste in un serpentino a riflusso, analogo all'apparecchio distillatore Laugier, che sarà innanzi descritto. Con quest'apparecchio Pierre e Puchot poterono fare un gran numero di esperienze e purificare molti alcoli. L'inconveniente serio che presenta, si è il dover mantenere una temperatura fissa nel bagno ad olio che attornia il serpentino, il che esige un regolatore perfetto e sorveglianza continua.

In molti casi è preferibile il *serpentino di Schloesing*, formato da un tubo di vetro o di piombo, di 8 o 9 metri di sviluppo, col diametro interno di 12 millimetri. Questo serpentino ascendente, assicurato verticalmente ad un sopporto, equivale ad una colonna di 8 a 10 piatti (Vedi innanzi) e può servire per tutti i liquidi bollenti fino a 120° c. circa. Oltre a questa temperatura, la quantità di liquido condensato è così grande, che il riflusso non operasi più per bene. L'apparecchio diviene sensibilissimo alle correnti di aria, perciò si deve circondarlo di materie isolanti; non ostante ciò, non si poterono distillare liquidi il cui punto di ebollizione si avvicini ai 200° c.

Quantunque di limitata importanza, di questo apparecchio se ne può conservare l'uso, specialmente per i corpi bollenti a temperatura bassa, i quali non si condensano che in piccola quantità sulle pareti dell'apparecchio, epperciò riesce loro favorevole una grande superficie raffreddante.

In un'altra serie di apparecchi, alla condensazione parziale per mezzo delle pareti, si aggiunse la lavatura dei vapori nel liquido di riflusso, arrestando questo sopra piattelli, ed accrescendo così di molto l'efficacia dell'apparecchio, come sarà più innanzi dimostrato. In questi apparecchi da laboratorio si cercò d'imitare il più possibile i *deflemmatori* industriali, usati per la rettificazione degli alcoli e delle benzine. Si dovette però sopprimere il condensatore a temperatura fissa, sovrapposto alle colonne industriali, perchè il loro impiego su piccola scala riesce impraticabile.

L'*apparecchio Linnemann*, cronologicamente è il primo di tal genere. Esso s'infrappone tra il distillatore ed il collettore; consiste in un tubo di vetro cilindrico (fig. 65) portante una o due bolle nella parte superiore e mediana; nella parte inferiore del tubo, alla distanza l'uno dall'altro di 20 a 25 millimetri, si dispongono dei cestellini di tela di platino *a b*, che si mantengono sospesi per la sola elasticità del metallo. Non vi è disposto nessun congegno per assicurare un riflusso regolare dei liquidi condensati, dimodochè questi finiscono coll'accumularsi in tale quantità sopra i piatti, che tutto l'apparecchio si trova in breve riempito; si è allora costretti ad interrompere la distillazione per far ricadere il liquido nel pallone. L'apparecchio dà dei risultati assai soddisfacenti, ma l'inconveniente ora segnalato è abbastanza grave per fare preferire ad esso quello che segue.

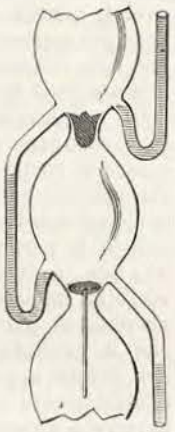

Fig. 66.



Fig. 67.

L'*apparecchio Le Bel ed Henninger* è un vero apparecchio a colonna, formato, come il tubo di Wurtz, da una serie di bolle sovrapposte. La parte inferiore di ciascuna bolla è leggermente ristretta e chiusa da un cestellino di tela di platino o da un filo di platino a spirale con coda (fig. 67, *a* e *b*). Questa disposizione ha per iscopo di permettere ai vapori di elevarsi nella colonna, ma di arrestare la corrente discendente dei liquidi condensati. Quando sopra i piattelli si accumula un certo strato di liquido condensato, onde assicurare ad esso un ritorno regolare al distillatore, esteriormente ed a lato delle bolle, evvi aggiunto un tubo disposto e conformato come è indicato dalla fig. 66.

L'apparecchio esige grande abilità per farlo, ma è facile a mettersi in opera ed a pulirsi; per la sua fragilità, richiede soltanto un po' di precauzione nell'essere maneggiato.

Il modello preferibile è quello a cinque bolle, con cinque piatti formati alternativamente da cestellini e da spirali a coda, messi, sopra ciascuna bolla, nel restringimento il cui diametro va diminuendo leggermente dall'alto in basso. L'introduzione dei piattelli si fa dalla parte superiore.

Messo in azione l'apparecchio, il liquido condensato si raccoglie sopra i piattelli, finchè raggiunte le aperture superiori dei tubi laterali a riflusso, per questi discende l'eccedente liquido sopra il piattello immediatamente inferiore, ove si accumula, analizza i vapori ascendenti e raggiunto anche qui il tubo a riflusso, scende nuovamente nel sottoposto piattello; e così di seguito, fino a che il liquido ricade nel recipiente distillatore. Bisogna che i piattelli presentino ai vapori un passaggio sufficiente,

perchè, se la resistenza è troppo grande, i vapori sollevano la piccola colonna liquida e si fanno strada pel tubo a riflusso; il liquido allora si accumula nella bolla ed è per tal modo incagliato il regolare andamento dell'apparecchio. Riesce sempre facile rimediare a questo inconveniente, allargando le spirali di platino e servendosi per i cestellini di una tela a maglie più larghe. Per la stessa ragione non converrà adoperare il medesimo genere di piattelli per tutte le altezze dell'apparecchio. I piattelli a spirale offrono meno resistenza dei cestellini; converrà quindi porre quelli al basso dell'apparecchio, dove una grande quantità di vapori deve attraversare un' apertura più stretta. Quest'avvertenza è importante ad aversi, quando si dispongono più apparecchi sopra una sola colonna, come è indicato nella figura 68.

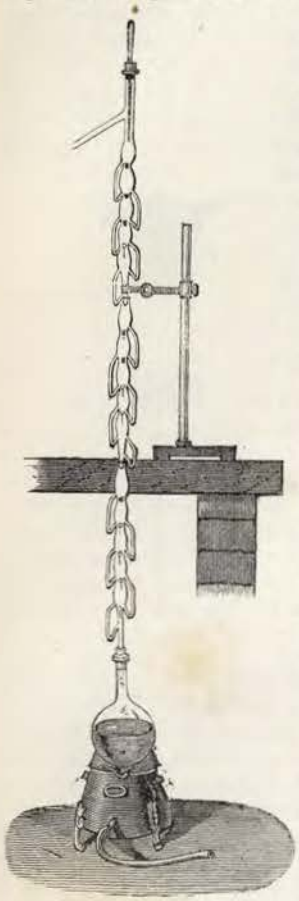


Fig 68.

Gli apparecchi si costruiscono generalmente di cinque od anche di sei bolle sul medesimo tubo; ma ogniqualvolta la natura del liquido lo permette, evvi grande convenienza di usare un numero maggior possibile di piattelli, poichè il risultato ottenuto con questo apparecchio è effettivamente una funzione esponenziale del numero di essi. Si aumentano a volontà i piattelli, sovrapponendo più apparecchi gli uni sugli altri.

L'estremità inferiore di un apparecchio può entrare nella superiore di un altro, perciò possono unirsi per mezzo di un tubo di gomma; ma se il liquido è corrosivo o solvente della gomma, connettonsi a sfregamento le estremità smerigliate, o con interposizione di un nastro di carta, o con spalmatura di sego, di sciroppo o di paraffina, a seconda dei casi; naturalmente le unioni smerigliate sono le più comode, perchè non alterabili, ma l'apparecchio, oltre al costare di più, è anche più fragile.

Da parecchi anni (1875) questi apparecchi sono usati nel laboratorio di Wurtz dando eccellenti risultati; essi, oltre all'essere di tanto giovamento per gli studii teorici, potrebbero servire molto convenientemente pel saggio delle benzine commerciali.

Piccolo apparecchio Savalle pel saggio delle vinacce. — Gl' industriali distillatori di liquidi alcolici, per accertarsi se le vinacce contengono ancora o punto di alcole, si servivano per lo passato, e molti si servono ancora oggidì, di un semplice serpentino di prova annesso agli stessi apparecchi di distillazione; oppure prendevano una determinata quantità di dette vinacce e la distillavano in un piccolo alambicco. In sostituzione a tali mezzi, molto più conveniente è l'uso dell'apparecchino Savalle. Trattandosi poi di formarsi un giusto criterio della bontà del prodotto ottenibile colla distillazione di una data sostanza, fa d'uopo avere altresì dei dati sulle qualità organoletiche dello spirito che si ottiene. Perciò non basta determinare la quantità di alcole, con qualcuno dei comuni mezzi di distillazione, ma occorre avere l'alcole a grado elevato, come viene tratto dagli stessi apparecchi industriali e messo in commercio.

Adoperando l'apparecchio Savalle, rappresentato dalla fig. 69, per determinare quale sarà la quantità e qualità dell'alcole che somministrerà un liquido all'8 per 100 di alcole, si trova che i primi prodotti della distillazione segnano 83° a 94° Gay-Lussac, poi 75°, ed infine 50°; ciò che appunto avrebbe luogo quando se ne operasse realmente la distillazione in grande. Di più, raccogliendo separatamente i prodotti di varie gradazioni, si possono avere tutti i criteri commercialmente necessarii sul gusto e sull'odore dell'alcole che si può ottenere.

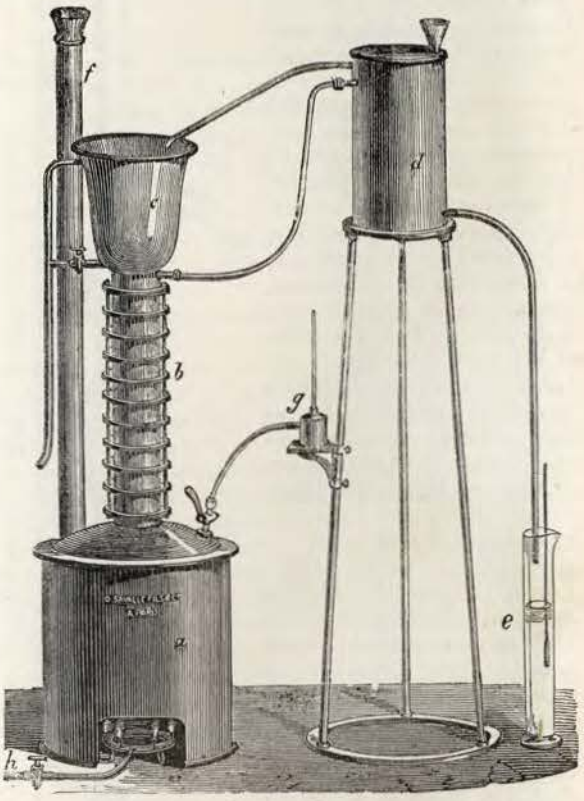


Fig. 69.

L'apparecchino Savalle si compone delle seguenti parti: *a*, fornello contenente la propria caldaja; *b*, colonna di deflemmazione; *c*, refrigerante della colonna; *d*, refrigerante di condensazione; *e*, provetta graduata per ricevere i prodotti; *f*, camino pei prodotti della combustione; *g*, manometro; *h*, condotto del gas pel riscaldamento.

Per adoperare detto apparecchio, s'introducono nella caldaja 10 litri della sostanza alcolica da saggiare; si riempie d'acqua fredda il manometro *g*, il recipiente *e* ed il refrigerante *d*, quindi si riscalda. Il liquido contenuto in *a* si mette in ebollizione; i vapori attraversando i diversi compartimenti della colonna *b*, vanno a condensarsi in *e*, donde ricadono a riempire i dieci piatteli di cui la colonna *b* è composta (V. innanzi apparecchio Savalle). Dopo qualche istante di distillazione, l'acqua posta in *c* si scalda, ed allora i vapori più ricchi di alcole, passano nel refrigerante *d*, dove si condensano e vanno poscia a raccogliersi nella provetta graduata *e*.

Apparecchio frazionatore Regnault. — L'apparecchio è stato immaginato dal Regnault pei saggi industriali delle benzine commerciali, altrimenti dette essenze di petrolio; può però servire anche per le distillazioni frazionate nei laboratorii. Esso consta di una piccola caldaja cilindrica A (fig. 70) di rame, munita di un collo laterale incurvato *bc* e di un'apertura superiore *a;* il collo entra a sfregamento nella tubulatura laterale *d* del refrigerante B, il quale consta di un grosso cilindro di ottone *e f*, superiormente ed inferiormente terminato da tubi più stretti *f g* ed *e i*, ed è rinchiuso ermeticamente in un cilindro metallico di diametro maggiore *m n*. Per raffreddare il refrigerante, una corrente d'acqua, regolata da un robinetto *r*, cade nell' imbuto *o* innestato sul tubo laterale *o n*, pel quale l'acqua in *n* entra nel cilindro ed esce da un trabocco *p*.

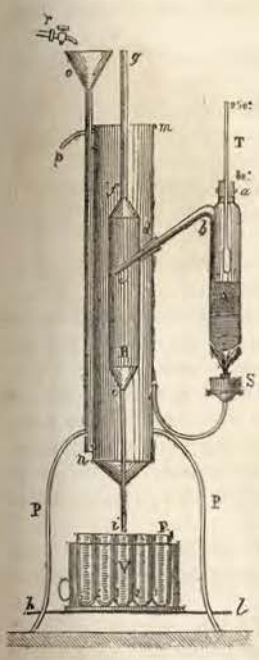


Fig. 70.

L' apparecchio è sostenuto da un quadrippiede PP, sul quale ad una conveniente altezza, su d'una traversa scorrevole *h l*, poggia un sostegno V, in cui trovansi cinque campanelle contigue, graduate.

Le disposizioni sono tali, da poter facilmente far passare ciascuna campanella sotto l'orificio *i*.

Per operare, mediante una buretta, dall'apertura *a* s'introduce nella caldajetta A una quantità determinata di sostanza; la caldaja, che non deve essere riempita oltre i due terzi, è chiusa con un tappo, attraversato nel mezzo da un termometro T, il cui bulbo deve trovarsi al dissotto dell' orificio *b*. Pel riscaldamento si fa uso di una lampada S, posta sotto al recipiente distillatore.

Con questo apparecchio la condensazione dei vapori si fa completa o quasi, perchè per la tubulatura *g* non ne possono sfuggire che tracce. L'acqua continuamente rinnovata nel refrigerante, condensa i vapori, ed il liquido che stilla alle diverse temperature, viene raccolto nelle diverse campanelle F.

Distillazione frazionata nel vuoto.

L'utilità della distillazione nel vuoto non si limita a quanto già precedentemente s'è detto; quest'operazione permette anche di rendere più perfetta la distillazione frazionata.

Il rapporto delle tensioni di vapore di due liquidi varia notevolmente colla temperatura; in generale, diminuendo la temperatura, la tensione del liquido meno volatile decresce proporzionalmente con molto maggior rapidità, che non quella del liquido più volatile. Eccone un esempio:

Temperatura	Tensione dell'alcole etilico	Tensione dell'etere etilico	Rapporto fra queste tensioni
+ 34°.7	103mm	760mm	0.103
0	12.5	182	0.058
— 10°	6.4	113.5	0.056

Correlativamente a quanto precedentemente venne riferito sulla tensione dei vapori misti, queste cifre non possono essere applicate direttamente per calcolare le proporzioni dei due liquidi che passerebbero nella distillazione alla temperatura trascritta nella tavola; per altro esse permettono d'indicare l'andamento del fenomeno. L'esperienza ha infatti confermato, che l'etere trascina con sè tanto meno di alcole, quanto più bassa è la temperatura a cui si effettua la sua distillazione.

Quanto sia l'utile che puossi ritrarre dalle distillazioni a pressione ridotta, si riconosce allorquando trattasi di compiere la separazione dei corpi volatili, specialmente per la decomposizione delle *miscele-limite*, che distillano integralmente alla pressione di 760 mill. Combinando le distillazioni a pressione minore dell'ordinaria e nel vuoto, Le Bel giunse ad estrarre dall'olio di patata un

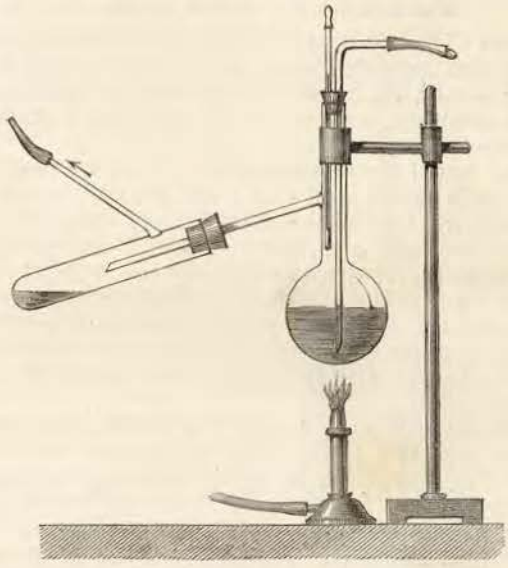


Fig. 71.

alcole amilico attivissimo sulla luce polarizzata; risultato questo che, come è noto, non può essere conseguito colle più volte ripetute rettificazioni alla pressione ordinaria.

Gli apparecchi impiegati nei laboratorii per distillare a debole pressione sono in generale semplicissimi. Per piccole quantità di materia, adoperansi dei palloncini soffiati, a cui, lateralmente al collo, vi è saldato un tubicino leggermente piegato verso il basso. Per recipiente collettore, si può adoperare un secondo pallone analogo al primo, oppure un tubo d'assaggio tubulato come è rappresentanto nella figura 71. Si può per altro, senza tema di rottura, distillare delle quantità di materia molto maggiori in palloni di 5 o 6 litri di capacità, impiegando allora un refrigerante per condensare i vapori, e disponendo l' apparecchio nel modo indicato dalla fig. 1030 del vol. II (art. Chimica).

Questa operazione presenta però talora non poche difficoltà. Anzitutto l'ebollizione nel vuoto è in generale irregolarissima; i liquidi si sovrascaldano facilmente e sussultano con grande violenza. Questo inconveniente in taluni casi rende effettivamente impossibile la distillazione; per scansarlo, si suggerirono varii mezzi. Uno semplicissimo si è quello di introdurre nel recipiente distillatore dei fili esilissimi, ottenuti tirando delle cannucce vuote di vetro, portate col calore alla fusione; un altro mezzo, che fu praticato con buon successo, è quello di introdurre fino al fondo del recipiente distillatore un tu-

betto di vetro terminato ad apertura capillare (fig. 71), colla parte superiore aperta all'aria libera od in comunicazione con un apparecchio produttore di un gas inerte sulla sostanza da distillarsi. Con questa disposizione, si richiama in seno al liquido una debolissima corrente d'aria o di altro gas, la quale mantiene il liquido in movimento, impedendo così il sovrascaldamento. Un inconveniente più serio sta talora nella difficoltà che s'incontra nell'impiego del tubo deflemmatore di Wurtz, proveniente in parte dalla irregolarità dell'ebollizione. L'apparecchio Le Bel ed Henninger può servire con vantaggio, ma difficilmente si riesce subito ad adattarvi i piattelli colle disposizioni che meglio convengono; se anche facendoli a maglie larghe ed a filo grosso, detti piattelli oppongono ancora troppa resistenza, possono essere soppressi.

Distillazione dei liquidi alcolici.

Prima d'intraprendere la descrizione dei diversi apparecchi usati nelle distillazioni per la fabbricazione dei liquidi alcolici, richiamansi qui brevemente alcune nozioni e definizioni, per la maggiore intelligenza di quanto sarà esposto in seguito.

Quasi tutti i liquidi zuccherini che la natura somministra nelle radici, negli steli e nei frutti dei vegetali, quando trovinsi in convenienti condizioni di temperatura e di diluizione nell'acqua, sono suscettibili di una speciale fermentazione, principale prodotto della quale è l'*alcole vinico*. Come *principii alcoligeni* o materia prima per la produzione dell'alcole, possono egualmente servire l'amido, le fecule, la cellulosa, ed in generale tutte quelle materie che con adatti trattamenti sono convertibili in glucoso.

Nella maggior parte dei casi, la fabbricazione dell'alcole presenta quindi tre fasi distintissime:

1ª Preparazione di un liquido zuccherino fermentescibile;

2ª Fermentazione di questo liquido;

3ª Distillazione per la separazione dell'alcole dal liquido fermentato.

Delle dette due prime fasi, come delle proprietà dell'alcole, è argomento dell'art. Alcoole di quest'Opera.

I varii liquidi alcolici, ottenuti colla distillazione, quelli che hanno per principale componente l'alcole vinico od etilico, nel linguaggio volgare si chiamano coi nomi generici di *spiriti* e di *acquavite*. Il nome di *acquavite* si dà agli alcoli poco concentrati, a quelli cioè che segnano da 45° a 55° all'areometro centesimale; il nome di *spiriti* invece è riservato agli alcoli che segnano gradi superiori a quelli ora indicati.

Secondo la sostanza da cui hanno origine, gli alcoli prendono nomi diversi; così, in commercio, si chiamano:

Spirito di vino, l'alcole ottenuto dalla distillazione del vino fabbricato con uva.

Spirito di graspi o di vinaccia, quello ottenuto dai graspi o dalle feccie d'uva.

Cognac, quello di vino moscato di miglior qualità.

Rhum, *rumme*, *taffià*, quello ottenuto colle melazze, residue della fabbricazione dello zucchero.

Guildive, dicesi nelle Indie orientali, quello ottenuto dalla canna da zuccaro.

Kirschen-Wasser (acqua di ciliegie), è detto in Germania, quello ottenuto colle ciliege o colle prugne.

Maraschino, quello estratto dalle visciole (specie di ciliege) fermentate.

Persicato, quello estratto dalle pesche.

Wiskey (ingl.), quello di segale o di orzo; lo stesso chiamasi *Kvas* in Russia.

Arak, quello ricavato dal riso fermentato e condito colle foglie dell'*areca-catechu*.

Wiscky, *gin* o *gineprina*, quello di cereali e bacche di ginepro; lo stesso chiamasi *Schnik* in Fiandra e *Branntwein* in Germania.

Kumiss o *cumiso*, quello ottenuto col latte di giumenta dai Tartari.

Calu, quello di palma o di coco che preparano certe tribù indiane.

Atole o *chica*, quello di formentone che si fabbrica in alcune località dell'America.

Spirito od *acquavite di fecola*, se ottenuti dalle patate.

Spirito od *acquavite di grani*, se ottenuti dal frumento.

Sonvi inoltre le *acquavite* di *sidro*, di *carube*, di *more*, di *lamponi*, di *fichi*, ecc., che prendono il nome dalla materia prima d'onde si traggono.

Il grado di bontà degli spiriti e delle acquavite di vino varia secondo la natura del vino e secondo le cure usate nella distillazione.

L'acquavite più aromatica è quella che si raccoglie coi primi prodotti della distillazione, e che chiamasi acquavite *buongusto di testa*. A quest'effetto, distillando, si mette a parte il liquido quando non segna più per lo meno da 44° a 48° dell'areometro centesimale. I prodotti che passano in seguito, si destinano alla *rettificazione*, per ottenere dell'alcole a 85° centes., ossia a 3/6, *tre sei* (trois-six), come dicesi in commercio, distinguendoli in *spiriti tre sei fini* o *buon sapore*, ed in *spiriti tre sei cattivo sapore*, secondochè il loro gusto ed il loro aroma sono o non gradevoli.

L'acquavite ed il cognac di migliore qualità sono forniti dai vini bianchi a preferenza dei neri della stessa località e della stessa bontà.

È pure migliore l'acquavite dei vini ottenuti col sugo dell'uva fermentato previa separazione dei graspi, delle bucce e degli acini. Fermentato in tini chiusi, il vino fornisce un'acquavite migliore che non quella ottenuta in tini aperti.

Il vino di qualsiasi qualità non fornisce un alcole di sapore squisito, se non viene distillato a bagno maria od a vapore. La distillazione del vino a fuoco diretto è sempre da proscriversi, quando voglionsi ottenere prodotti destinati ad usi commestibili.

Mosti chiamansi i prodotti della fermentazione alcolica dei *sughi* naturali zuccherini o dei *sughi* saccarificabili (1); essi sono miscugli di sostanze fisse e volatili. Per es., nel caso del mosto di patate, appartengono alle fisse, le fibre vegetali, le pellicole corticali del malto, i sali inorganici, le sostanze proteiche, il lievito scomposto ed il non scomposto, l'acido succinico, l'acido lattico, la glicerina, ecc., alle volatili appartengono l'alcole, gli olii empireumatici, l'acqua e piccola quantità di acido acetico. Il prodotto della condensazione dei vapori ottenuti distillando i mosti sarà quindi un miscuglio delle sole sostanze volatili ora enumerate.

Da quanto venne detto nella prima parte di questo articolo si capisce come volendo avere da un mosto tutto l'alcole che contiene, distillandolo bisognerà elevarne la temperatura fino a quella della ebollizione dell'acqua; ma la quantità di vapore che si svolge da un liquido, essendo in ragione diretta della temperatura, la quantità di vapori acquosi nel miscuglio di va-

(1) In Francia chiamansi *mosti* i sughi zuccherini o saccarificabili preparati per la fermentazione; chiamansi poi *vini* i mosti fermentati.

pori sarà di tanto maggiore, quanto più elevato sarà stato il punto di ebollizione del miscuglio sottoposto alla distillazione.

Il liquido acquoso risultante dalla condensazione, cioè l'alcole greggio, denotasi col nome di *flemma (blanquette, Lutter). Deflemmazione* dicesi pertanto l'operazione del deflemmare, cioè il separare da un liquido acquoso una parte dell'acqua che in esso è contenuta.

Le *flemme* sono tanto meno acquose quanto più bassa è la temperatura a cui si ottennero; ciò è conforme a quanto è stato dimostrato precedentemente, ed è reso evidente dai dati della tavola seguente, dovuta a Groening.

Temperatura di ebollizione alla pressione di 760 m.	Per 100 di alcole in volume	
	nella miscela bollente	nel prodotto che distilla
78°. 4	100	100
77°. 2	92	93
77°. 5	90	92
77°. 8	85	91. 5
78°. 2	80	90. 5
78°. 7	75	90
79°. 4	70	89
80°. 0	65	87
81°. 2	50	85
82°. 5	40	82
83°. 7	35	80
85°. 0	30	78
86°. 2	25	76
87°. 5	20	71
88°. 7	18	68
90°. 0	15	66
91°. 2	12	61
92°. 5	10	55
93°. 7	7	50
95°. 0	5	42
96°. 2	3	36
97°. 5	2	28
98°. 7	1	13
100°. 0	0	0

Dai risultati scientifici esaminati precedentemente, e dai dati pratici della suesposta tavola ne risulta, che nella distillazione dei mosti è affatto inutile spingere l'evaporazione fino alla completa eliminazione dell'acqua che contengono.

Secondo Gal, la quantità percentuale di liquido, che nei diversi casi è sufficiente di evaporare, è la seguente:

Per mosti contenenti di alcole	Basta evaporarne	Le flemme contengono di alcole
3	20	15
4	25	16
5	29	17. 2
6	33	18. 2

È raro che nelle diverse fermentazioni si conseguano ricchezze maggiori delle indicate; d'altronde nella distillazione industriale è sempre preferibile distillare i mosti poco alcolici, e se non sono in detta condizione, v'è convenienza a ridurveli. Pertanto, quando si abbia una fabbricazione determinata, converrà anzitutto fare scelta di un apparecchio specialmente appropriato alla forza alcolica ed al grado di viscosità del liquido da distillare, affinchè possa rendere colla maggiore ampiezza il servizio richiesto in quelle determinate condizioni.

Infatti, non è indifferente che si evaporino in un dato apparecchio quantità più o meno considerevoli d'acqua: per esempio, se l'apparecchio è destinato a somministrare un dato minimo di alcole di un certo grado, col trattamento di mosti deboli al 3 %, qualora si distillassero in questo stesso apparecchio liquidi al 6 % di alcole, richiederebbero l'evaporazione di maggiore quantità del volume totale del liquido, e per conseguenza il passaggio nei serpentini di una quantità maggiore di vapori, la cui condensazione potrà, in dette condizioni, non riuscire perfetta.

È quindi indispensabile che si operi sempre sopra mosti di uguale titolo alcolico, e che l'apparecchio sia costruito per lavorare in quelle date condizioni; ciò che si otterrà calcolandone debitamente le diverse parti.

Apparecchi distillatori analizzatori dei vapori.

Per ottenere dell'alcole concentrato o soltanto dell'*acquavite* ad un titolo un poco elevato, anteriormente al principio del secolo corrente, si doveva fare sullo stesso liquido una serie di successive distillazioni semplici, interrompendole ad un dato punto (1). Questa operazione, lunga sempre e costosa, era detta *coobazione*.

Da oltre due secoli Glauber aveva pensato di scaldare e vaporizzare il liquido alcolico, mediante il vapore prodotto in altro vaso; ma di questa nozione non se n'era fatto gran pro, come dimenticata era pure una prima idea della colonna a piattelli, descritta dal G. B. Porta (nel secolo XVI) sotto il nome di *Hydre*. Fu solo Edoardo Adam, operajo di Montpellier, che assistendo per caso ad una lezione di chimica, in cui si era fatto uso dell'*apparecchio di Volff*, concepì l'idea di applicarlo alla distillazione dei liquidi alcolici, ed allora, con disposizioni ingegnose di tubi muniti di rubinetti, costrusse un apparecchio metodico, pel quale nel 1801 prese il primo brevetto, rendendo così industriali i principii scoperti dal Porta e dal Glauber.

Questo apparecchio, che fa epoca nella storia della distillazione, con un unico riscaldamento, permetteva di ottenere dell'*acquavite* o dello *spirito* ad un grado qualunque, e pel suo modo di funzionare fu detto *deflemmatore* od *analizzatore di vapori* (2).

Dopo l'Adam, il Solimani professore di chimica a Montpellier, poi il distillatore Isacco Bérard di Grand-Gallargues, costrussero apparecchi con disposizioni diverse, ma basati anch'essi sui due fatti: che un miscuglio d'acqua e di alcole bolle ad una temperatura tanto meno elevata quanto meno acqua vi entra, e che di un miscuglio di vapori di acqua e di alcole, che si condensano in un refrigerante, le prime porzioni sono le più alcoliche e le ultime le più acquose.

In tutti i detti apparecchi il lavoro era intermittente. Cellier-Blumenthal immaginò di combinare le diverse disposizioni, impiegandole in modo da produrre la continuità del lavoro. È stato questo un altro immenso progresso nell'industria della distillazione, specialmente rapporto all'economia di tempo e di combustibile.

(1) Ragguagli particolareggiati sulla storia di questa industria dal 1200 al 1800 trovansi nel trattato del Basset *Sur la fabrication des alcools*.

(2) Per maggiori notizie sull'invenzione e sul suo disgraziato autore, vedasi *Traité de chimie appliquée à l'agriculture* del Chaptal e *Notice biographique sur E. Adam* di J. Girardin.

Ora, anche volendo soltanto fare una succinta rassegna dei diversi apparecchi che vennero immaginati dopo i citati, occorrerebbero volumi. Pertanto qui si descriveranno brevemente solo quelli che oggidì sono più o meno usati, e che presentano delle particolarità di qualche rilievo.

Alcuni classificano gli apparecchi in quelli per la grande industria, ed in quelli per le piccole distillerie agricole; in quest'Opera invece saranno raggruppati fra loro quelli che presentano delle analogie, per ragioni che appariranno in seguito di per sè evidenti.

Gli apparecchi di distillazione e d'analisi di vapori, cioè quelli per mezzo dei quali si può ottenere *immediatamente*, con una sola distillazione, lo *spirito forte*, per quanto diversa sia la loro forma e costruzione, si fondano tutti sulle medesime leggi fisiche, ed hanno tutti questo di comune: che il miscuglio di vapori di alcole e di acqua, mentre transita dalla cucurbita al refrigerante, viene incessantemente man mano arricchendosi di alcole, finchè, giunto alla concentrazione voluta, si condensa nel serpentino.

Questa concentrazione dei vapori di alcole si ottiene nei due modi seguenti:

1° I vapori sono sottoposti ripetutamente all'azione delle pareti metalliche fredde di un apparecchio, nel quale, regolando convenientemente la temperatura, è possibile ottenere una *scomposizione del miscuglio dei vapori* per modo, che la parte più ricca in alcole rimanga allo stato di vapore, mentre i vapori acquosi si condensano. Questo principio è detto della *deflemmazione*.

2° Il miscuglio dei vapori passa parecchie volte attraverso ai liquidi alcolici, che risultano dalla condensazione dei vapori sviluppatisi al principio dell'operazione; in seguito, quando la temperatura di detti liquidi alcolici si è elevata per il continuo giungere dei vapori, avviene una nuova distillazione, nella quale i vapori che allora si svolgono sono molto più ricchi di prima. Questo principio è detto della *rettificazione* dei vapori.

In generale, gli apparecchi di distillazione basati sugli ora enunciati principii si compongono delle seguenti parti:

1° Una *caldaja*, nella quale s'introduce il liquido alcolico da distillare. La caldaja può essere riscaldata direttamente, o dal vapore proveniente da un esterno *generatore*.

2° Un *deflemmatore* od *analizzatore*, nel quale il miscuglio di vapori, movendosi in direzione opposta a quella del liquido da esaurire, si scompone in due parti; l'una, la più ricca d'acqua, si condensa parzialmente vaporizzando una certa quantità di alcole, il quale, unito all'altra parte rimasta allo stato di vapore, passa oltre. La prima parte ricade in seguito nella caldaja.

3° Il *condensatore*, è costituito per solito da due apparecchi refrigeranti, di cui uno, *calefattore* del liquido da distillare, agisce da *rettificatore*, l'altro, il vero *refrigerante*, compie la condensazione del prodotto rettificato.

Dal coordinamento e dalla proporzionata corrispondenza dei diversi organi di un apparecchio ne risulta la regolarità del lavoro, ed il prodotto riesce tanto più pregiato ed abbondante.

Avvertasi, che negli apparecchi deflemmatori a colonna, il vapore per innalzarsi dovendo successivamente spostare una certa quantità di liquido nei diversi compartimenti sovrapposti, la parte inferiore interna della colonna va soggetta ad una certa pressione, ed il liquido vi bolle ad una temperatura alquanto più elevata che nell'alto. In tal caso, se per una condensazione troppo rapida o per mancanza di riscaldamento, detta pressione venisse a diminuire, od a prodursi anche un vuoto parziale in qualche punto della colonna, potrebbero avvenire gravi inconvenienti nella distillazione, per lo sprigionarsi repentino dei vapori alcolici, d'onde perdite di alcole non condensato, e pericolo d'incendio; ad ogni modo l'operazione sarebbe sciupata e da ricominciare. Vuolsi pertanto usare la massima cura nel dirigere il riscaldamento.

Allorchè poi s'intraprende una campagna, i vapori s'innalzano nella colonna vuota, si condensano nelle parti all'uopo destinate e successivamente ne raggiungono la sommità; se in questo mentre, per alimentare le caldaje, si facesse scendere in verso opposto il liquido freddo, ne seguirebbe condensazione immediata dei vapori, produzione di un vuoto parziale, schiacciamento di alcuni organi sotto la pressione atmosferica ed anche un dislocamento generale dell'apparecchio. È importantissimo quindi vegliare alla regolarità della condensazione, non lasciando cadere il liquido nella colonna se non quando già abbia raggiunto una temperatura sufficiente.

Altre perturbazioni ancora sono da prevedersi, e sono: i colpi di fuoco, ed i sussulti del liquido nella caldaja, i quali però non sono da temere che negli apparecchi riscaldati a fuoco diretto, dove si possono rendere meno frequenti adottando una larga superficie di riscaldamento, con poca altezza dello strato liquido; le sfuggite, le quali devesi con molta cura sorvegliare che non avvengano, e saranno di altrettanto minori quanto più la pressione sarà diminuita nell'interno dell'apparecchio; una distillazione ineguale, determinata da irregolarità nel riscaldamento; le vinaccie imperfettamente esaurite, provenienti da un lavoro troppo rapidamente condotto e sproporzionato alle dimensioni dell'apparecchio; la condensazione imperfetta dei vapori, cagionata da un raffreddamento insufficiente dei serpentini, fatto questo che potrebbe essere causa d'incendio per l'accumularsi dei vapori alcolici nell'atmosfera della distilleria.

Tutti questi inconvenienti, esposti qui genericamente per sommi capi, devono essere evitati; ad essi deve continuamente tenere rivolta l'attenzione chi sovraintende ai lavori di una distilleria, e devono essere previsti e scansati da chi si accinge impiantarla, adottando perciò l'uno piuttostochè l'altro degli svariatissimi apparecchi distillatori, ed apportando ad essi quelle modificazioni che fossero in ogni singolo caso richieste.

Apparecchio Laugier a distillazione continua. — L'apparecchio di Cellier-Blumenthal, modificato da Laugier (fig. 72), si compone di quattro parti: due caldaje, un rettificatore ed un serpentino condensatore. Una prima caldaja D, collocata su di un focolajo, comunica con una seconda C, rialzata sulla precedente in modo tale, che il liquido in essa contenuto possa scendere nella prima per un tubo *e*, adattatovi sul fondo. Scaldando la caldaja inferiore D, il liquido entra in ebollizione; contemporaneamente la caldaja C è scaldata anch'essa alquanto coi prodotti della combustione provenienti dal focolajo della prima. I vapori che si svolgono dalla caldaja D, pel tubo *m* passano nella C, ove si condensano, smettendo il loro calore al liquido che ivi incontrano, il quale, man mano scaldandosi, a sua volta entra poi in ebollizione. Allora i vapori che svolgonsi dalla seconda caldaja C, già più ricchi di alcole, pel tubo *b* sono avviati al rettificatore B, dove percorrendo il serpentino del medesimo, abbandona nel tragitto una parte del vapore allo stato liquido, il quale ricade nella caldaja C pel tubo *d*. I vapori più volatili,

più alcolici per conseguenza, proseguendo, elevansi fino alla sommità del rettificatore, passano pel tubo *l* nel serpentino del refrigerante A, ivi si condensano e dalla parte inferiore del medesimo cola il liquido condensato in un provino *o* munito di un areometro; dal provino si raccoglie in una botte od altro serbatojo.

Il serpentino rettificatore, parte caratteristica dell'apparecchio, è disposto in modo, che i vapori alcolici vi arrivano per la parte inferiore, percorrendo nello ascendere tutta l'elica; affinchè il liquido che si va formando non oppongasi al movimento dei vapori, mediante tubi verticali indipendenti, riunentisi in *d*, ciascun tronco di elica ritorna direttamente i prodotti della condensazione nella caldaja C.

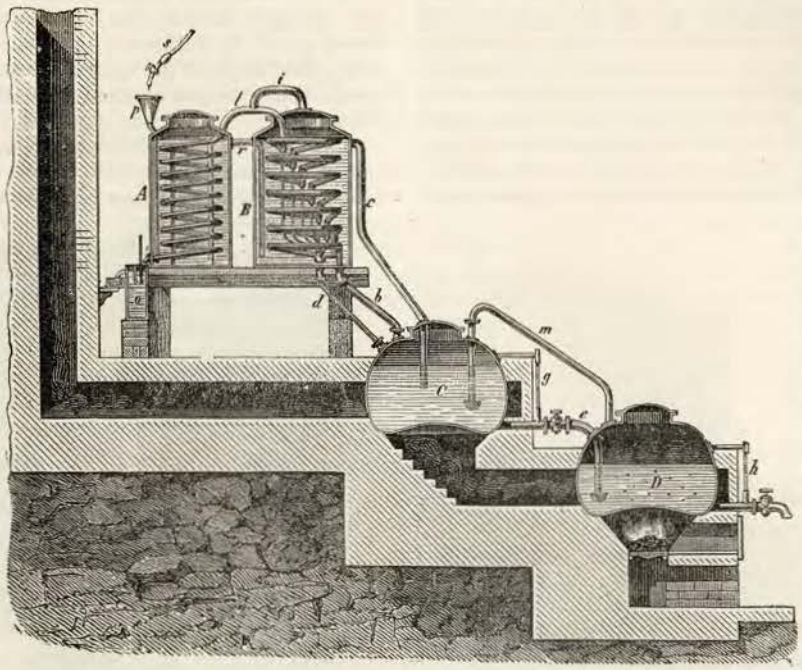


Fig. 72.

Da un serbatojo posto superiormente, per mezzo del tubo *s* e del tubo ad imbuto *p*, il liquido da distillarsi entra nel vaso A, penetrandovi dal fondo; in questo recipiente s'innalza gradatamente, raffredda e condensa i vapori nel serpentino; sicchè, quando pel tubo *r* passa nella parte inferiore del recipiente di deflemmazione B, quel liquido è già alquanto caldo, e lo è poi maggiormente quando, raggiunta la parte superiore del vaso B, da questo pel tubo *c* entra nella caldaja C. I vapori che possono svilupparsi dal liquido refrigerante quando si trova nel vaso B, pel tubo superiore *i* passano in *l* e nel serpentino A sono condensati insieme a quelli provenienti dalle caldaje.

Il serpentino deflemmatore è grosso; tanto il suo diametro che il numero delle sue eliche deve essere calcolato in modo d'avere, per una condensazione voluta dei vapori, dell'alcole al grado desiderato all'uscita dell'apparecchio.

Ogniqualvolta si abbiano da distillare liquidi alcolici abbastanza limpidi, che non formino sedimento, aventi sempre le stesse proprietà, e dai quali si vuole ottenere alcole sempre della stessa forza, l'apparecchio Laugier è consigliabile, stante la semplicità della costruzione, l'economia del combustibile e della mano d'opera. Quando però i liquidi alcolici contengono materie in sospensione, e più ancora quando la materia è tanta da dare al liquido consistenza di poltiglia, quest'apparecchio serve male, come in generale in tal caso non servirebbero bene tutti quelli scaldati a fuoco diretto; perchè, come si ebbe già a far notare, le materie organiche in sospensione si depongono sulle pareti, e particolarmente sul fondo delle caldaje, là dove subiscono una specie di tostatura, cagionando formazione di prodotti empireumatici volatili di odore disaggradevole, che comunicato alla massa del liquido alcolico, difficilmente ci si può poi togliere. Maggiore sarebbe la produzione di dette sostanze empireumatiche se le caldaje avessero un fondo con forma diversa da quella che hanno nell'apparecchio Laugier rappresentato nella figura 72.

Apparecchio Dorn. — Esso si compone: della caldaja distillatrice A (fig. 73); del capitello B, che pel suo grande volume agisce come deflemmatore; del refrigerante D; di un vaso di rame, situato fra la caldaja e il refrigerante, il quale si trova diviso da un tramezzo in due scompartimenti C ed F; lo scompartimento C superiore agisce come calefattore, l'inferiore F come rettificatore. Il piccolo refrigerante *n*, che per mezzo di una chiavetta può essere messo in comunicazione col capitello, permette di determinare in qualsiasi momento la forza alcolica dei vapori che si svolgono dalla caldaja A. Il calefattore si riempie di liquido alcolico fino a livello della chiavetta *o*, contenendone, pressapoco, quanto ne occorre per riempire la caldaja di distillazione. Di tanto in tanto si mette in movimento il liquido per mezzo dell'agitatore *x x*, onde rendere uniforme la diffusione del calore.

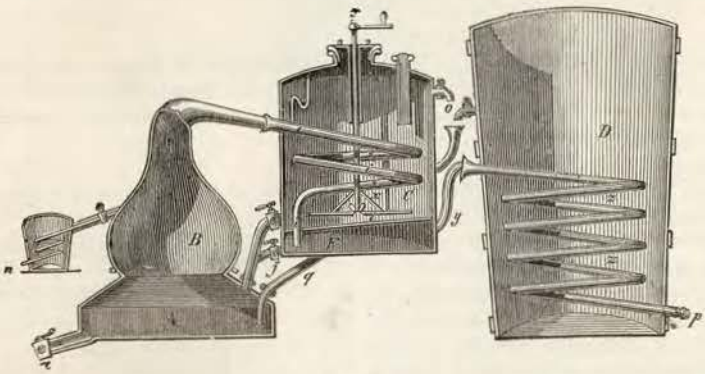


Fig. 73.

Quando il liquido della caldaja sia esaurito, lo si fa defluire dal tubo *a*, e la caldaja si riempie di nuovo col liquido che trovasi nel calefattore; dove, pel calore trasmessogli, ha già assunta la temperatura di circa 85°.

Incominciata la distillazione, i vapori si condensano nel serpentino *i* del calefattore, e si raccolgono allo stato liquido nello scompartimento inferiore F. Quando nel serpentino *i* non sono più condensati i vapori, il che succede quando il liquido refrigerante ha raggiunto una certa temperatura, allora arrivano sulla flemma condensata in F e la riscaldano alla ebollizione. I vapori formatisi in questa seconda distillazione passano pel tubo *y* nel serpentino *z* del refrigerante, al cui estremo inferiore *p* si raccolgono allo stato liquido. Si prosegue la distillazione, finchè il prodotto che raccogliesi contiene ancora dal 34 al 40 per cento di alcole; allora, per mezzo del piccolo refrigerante posto lateralmente alla caldaja, si esamina se in essa ancora si svolgono vapori alcolici; in caso negativo, la distillazione si deve considerare terminata. Allora si vuota la caldaja, di nuovo la si riempie come s'è detto e nel calefattore s'introduce nuovo liquido alcolico per ricominciare la distillazione. La flemma che si trova nello scompartimento F, per mezzo del tubo *j* o *q* si fa ricadere nella caldaja.

L'apparecchio di distillazione di Dorn, come risulta dalla figura e dalla succinta descrizione fatta, ha una sola caldaja e non ha un deflemmatore propriamente detto; perciò in Germania, dove ancora oggidì è molto usato, lo si impiega più spesso per la rettificazione degli spiriti che non per l'estrazione dell'alcole dai liquidi fermentati.

Apparecchio Pistorius. — Pistorius è stato il primo che in Germania abbia fatto uso di due caldaje, invece di una sola, e che colle medesime abbia combinato in

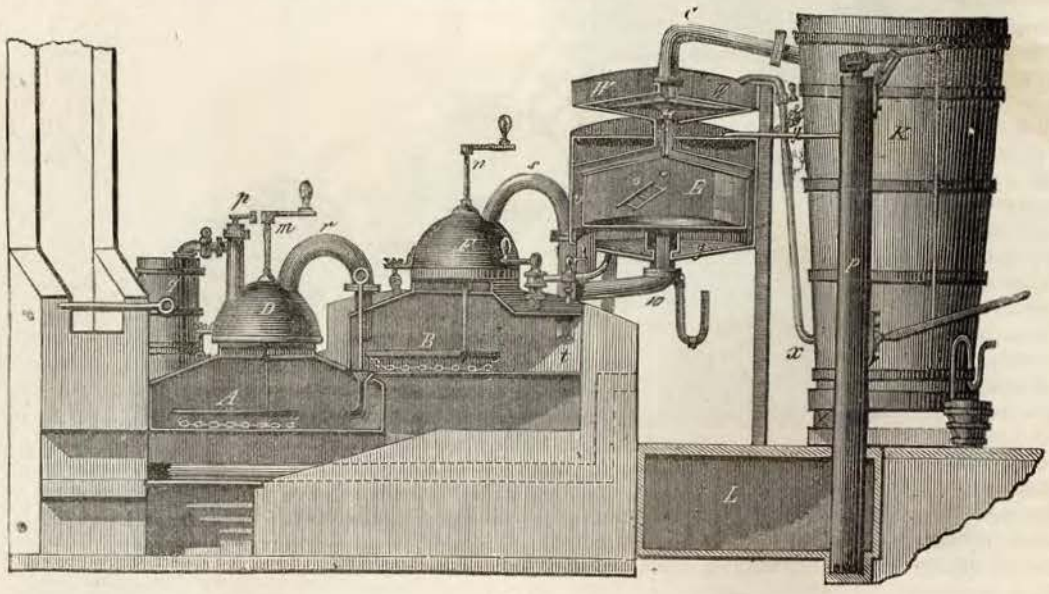


Fig. 74.

modo conveniente i rettificatori ed i deflemmatori. Se da un apparecchio razionale di distillazione si richiede che si possa col medesimo ottenere da un liquido fermentato, non solo tutto l'alcole, ma che inoltre questo sia possibilmente puro e concentrato, e sia ottenuto col minor spreco possibile di tempo, di mano d'opera e di combustibile, si deve riconoscere che l'apparecchio Pistorius è fra i commendevoli. Perciò nella Germania del Nord è preferito a molti altri apparecchi di distillazione.

Nella figura 74 le due caldaje sono rappresentate in A e B; la caldaja propriamente detta è la A, che si trova sovrapposta direttamente ad un focolajo, ovvero, ciò che è meglio, viene riscaldata per mezzo di vapore proveniente da un esterno generatore. La seconda caldaja B è situata un po' più in alto della prima ed è riscaldata anche coi prodotti della combustione fatta sotto l'altra caldaja, quando, s'intende, il riscaldamento di questa non si faccia col vapore.

Le due caldaje A e B portano superiormente un grosso capitello D ed F, fissato solidamente con viti. Il tubo *p*, che trovasi sopra il capitello D, è munito di una valvola di sicurezza che si apre verso l'interno, per la quale può entrare l'aria, quando sul finire della distillazione, per la condensazione dei vapori, si viene a produrre il vuoto nell'apparecchio.

Come nell'apparecchio di Dorn, mediante il tubo a rubinetto *p*, la caldaja A può essere messa in comunicazione con un piccolo refrigerante *q*, del quale servesi per riconoscere il termine dell'operazione. Entrambe le caldaje sono provvedute di agitatori *m* ed *n*, formati da

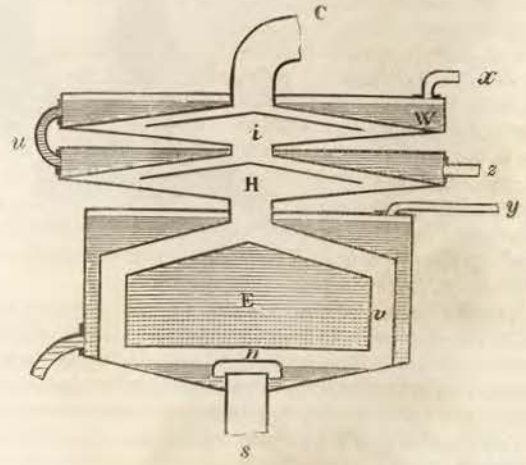


Fig. 75.

aste di ferro verticali, munite superiormente di manovella, ed alla estremità inferiore aventi infitta una sbarra trasversale, alla quale è attaccata una catena, che

s'adagia sul fondo della caldaja, e viene trascinata sul medesimo, quando mettesi in movimento la manovella.

Siffatta disposizione degli agitatori non solo serve ad impedire al liquido di depositare le materie che può tenere in sospensione, le quali brucerebbero, ma serve altresì a spingere verso l'orificio di efflusso le ultime porzioni del contenuto nella caldaja.

I vapori producentisi in A, pel tubo *r* sono condotti fin quasi sul fondo della seconda caldaja, e quelli che si svolgono in questa, pel tubo *s*, posto sul capitello, sono avviati nel calefattore. Questa parte dell'apparecchio essendo la più importante, anzi essendone la particolarità, merita d'essere dettagliatamente descritta. Schematicamente è rappresentata in dettaglio nella figura 75.

I vapori, uscendo dall'estremità del tubo *s* (fig. 75), entrando nel calefattore, incontrano una calotta *n*, che li obbliga gorgogliare nella flemma precedentemente ivi condensata, la quale viene così portata all'ebollizione, ed esaurendosi, l'eccedente ricade in caldaja. Il liquido alcolico, che pel tubo *y* s'introduce nel calefattore E, vi determina una prima condensazione dei vapori passanti nell' interstizio *v*. La rettificazione si compie poi nei bacini H, i quali sono formati da due tronchi di cono di lamiera di rame, per le basi maggiori disposti l'uno sopra l'altro e collegati fra loro; superiormente sono raffreddati da un serbatojo d'acqua W, inferiormente li raffredda l'aria.

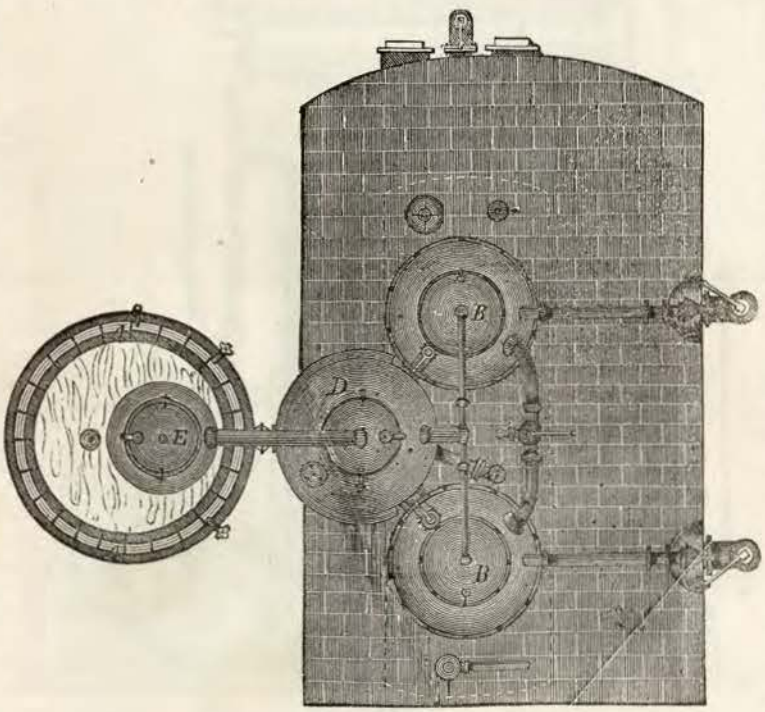


Fig. 76.

I tronchi di cono, o bacini, comunicano fra di loro per mezzo di aperture *i*, ed hanno inoltre internamente un diaframma conico, fissato in modo, che tra la superficie superiore del medesimo e le pareti dei bacini vi rimanga uno spazio ristretto. Con tale disposizione, i vapori che arrivano nel bacino, invece di passare immediatamente per l'apertura opposta *i*, sono obbligati a lambire le pareti più raffreddate del bacino stesso.

L'acqua refrigerante pei bacini, è introdotta nel primo serbatojo pel tubo *x*, quindi cola nel secondo pel tubo laterale *u* ed è evacuata pel tubo *z*. La tromba P (fig. 74) aspira il liquido alcolico dal serbatojo L, e lo spinge nel calefattore; da questo passa nella seconda e poi nella prima caldaja.

Da principio si riempiono col detto liquido le due caldaje ed il calefattore, indi si riscalda la prima caldaja con qualcuno dei modi suindicati. Come s'è visto, i vapori che si svolgono da A, passano nel liquido della caldaja B, che viene ad essere riscaldata fino alla ebollizione; la caldaja B agisce quindi come rettificatore; però, siccome i vapori quivi prodotti non hanno che una debole pressione da vincere, quelli che non sono condensati nel calefattore si dirigono prontamente verso il deflemmatore.

Volendo incominciare la distillazione, s'introduce dapprima acqua fredda nelle vasche dei bacini, avendo cura di farla circolare appena i vapori lasciano il deflemmatore, per dirigersi per C al refrigerante R. Quando i vapori hanno oltrepassato il bacino superiore, il che non tarda molto ad avvenire, allora incomincia la distillazione propriamente detta. Il liquido condensato dapprima arriva goccia a goccia in un primo recipiente dove si trova l'areometro, finalmente sotto forma di filo continuo defluisce entro serbatoi. — Il riscaldamento a vapore, ora fu quasi ovunque sostituito al riscaldamento a fuoco diretto. In tal caso però le due caldaje ed il calefattore si trovano rappresentati da tre compartimenti sovrapposti di un medesimo cilindro, che è sormontato dai bacini Pistorius. — Con questo apparecchio, riscaldato nell' uno quanto nell' altro modo, l' utilizzazione del calore è incompleta, perchè il raffreddamento non si fa interamente col liquido da distillare.

Apparecchio Gall. — In molti apparecchi impiegati nella distillazione dei liquidi alcolici, l' alcole che se ne ottiene non ha sempre la stessa forza, diminuendo questa verso il fine dell'operazione. Questo inconveniente è ovviato nell'apparecchio di Gall, detto anche *apparecchio a bagno maria* (fig. 76 e 77), il quale è molto impiegato nella valle del Reno.

Due caldaje, o cucurbite, sono in comunicazione colla caldaja a vapore e col serbatojo delle flemme *(separatore)*, come negli altri apparecchi di distillazione; questo diversifica solo nel modo con cui si ottiene tale comunicazione. Le due cucurbite BB (fig. 76) sono collocate l'una accanto all'altra entro il generatore di vapore C (fig. 77), il quale è attraversato longitudinalmente dai tubi di riscaldamento *i i*. Onde impedire il raffreddamento all'esterno, le due cucurbite sono immerse per oltre metà nella caldaja a vapore C. Una terza caldaja D, rialzata sulle due prime, si trova fuori del generatore e comunica col serbatojo delle flemme E. I due deflemmatori F G, disposti orizzontalmente, comunicano col serpentino H del refrigerante A.

Il liquido alcolico, pel tubo *a a* viene dapprima introdotto nella caldaja D, la quale agisce come calefattore e rettificatore. Le caldaje BB sono man mano riempiute col contenuto in D.

Il vapore che si svolge dal generatore C (fig. 77), passa nel tubo ripiegato *b*, e di qui nella chiavetta a tre vie *c*, colla quale lo si manda a volontà in una delle due caldaje B, o pel tubo *e* s'avvia al tino dove ha luogo la cottura a vapore delle patate, che sono adoperate per la produzione del mosto. I vapori che si svolgono da una delle due caldaje passano prima nell'altra, e di qui nella caldaja D, quindi nel recipiente delle flemme E, e finalmente attraverso ai due deflemmatori F C, e nel refrigerante.

La particolarità dell'apparecchio *Gall* sta in ciò, che per mezzo di una conveniente disposizione dei tubi e delle loro chiavette, ognuna delle due caldaje può a piacimento agire da prima o da seconda, bastando per ciò mandare il vapore nella caldaja di destra e da questa in quella di sinistra o viceversa. Inoltre, ognuna di queste caldaje può essere messa esclusivamente in comunicazione col rimanente apparecchio, e senza interruzione può essere vuotata e di nuovo riempita, mentre l'altra agisce. Perciò l'apparecchio di *Gall* appartiene a quelli a sistema continuo.

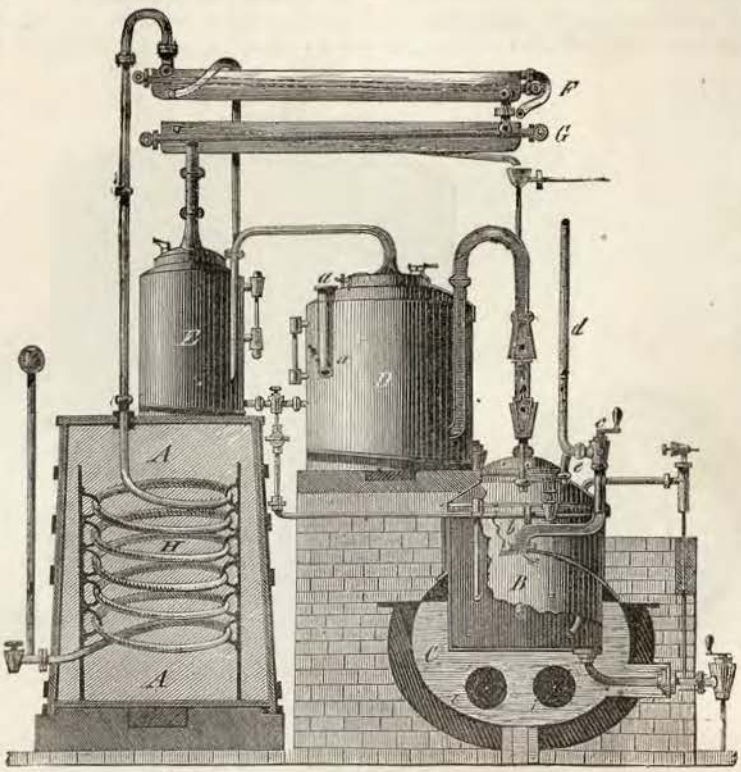


Fig. 77.

Apparecchio Schwarz. — L'apparecchio costrutto da Schwarz (fig. 78) è specialmente in uso nel sud-ovest della Germania. Esso si compone: della caldaja a vapore D; delle due cucurbite sovrapposte A e B; del calefattore C col sottostante recipiente delle flemme E; dei due rettificatori H ed F; del refrigerante G; di due serbatoi, uno per l'acqua fredda M, l'altro per la calda N.

Il vapore prodotto nella caldaja D, pel tubo *y* è condotto sul fondo dello scompartimento inferiore A della doppia caldaja; ivi si diffonde pel liquido alcolico, che già vi si trova scaldato, o mescolato coi vapori alcolici prodotti, riunitisi nel capitello *z*, pel tubo *u* sono avviati sul fondo dello scompartimento superiore B, dove, fatto lo stesso giro, dopo questa doppia rettificazione, passano pel tubo *t* nel calefattore C, la cui parte superiore agisce come deflemmatore, ed è provveduto di tubi *a a a*, mantenuti freddi esternamente mediante lo stesso liquido da distillare. Le flemme condensate si raccolgono nel serbatojo inferiore E, che agisce da rettificatore. Tali flemme sono attraversate dal vapore che proviene, pel tubo *t*, dallo scompartimento superiore B della doppia cucurbita, il quale vapore passa poi attraverso ai tubi *a a*, giunge nel capitello, e di qui, pel tubo *n*, entra per di sotto al vaso H, che è continuamente raffreddato con acqua proveniente dal serbatojo M.

Da H il vapore si dirige per *v* nel recipiente F, disposto come il calefattore C, ma di dimensioni minori, poichè qui la quantità dei vapori è diminuita proporzionalmente all'accresciuta forza alcolica. I tubi di deflemmazione non sono raffreddati col liquido alcolico, ma con acqua che continuamente si rinnova. Il vapore che arriva nel capitello *b* e nel soprastante tubo *c*, è sufficientemente rettificato per essere senz'altro diretto nel refrigerante D. Il liquido distillato cola da *i* dove si raccoglie.

Il liquido da distillarsi è introdotto dapprima nel calefattore C, nel quale, per mezzo dell'agitatore a palette *d d*, viene mantenuto ad una densità e temperatura uniformi. Scaldato per mezzo del tubo *e*, si fa passare nello scompartimento superiore B, indi da questo, per mezzo della valvola *f*, nello scompartimento inferiore A della doppia cucurbita, dove si raccoglie pure la flemma proveniente per la stessa via dalle altre parti dell'apparecchio; infatti, la detta flemma scola dagli scompartimenti inferiori *l* ed *h* dei due rettificatori H F, e per mezzo dei due tubi a chiavetta *m'* ed *n'* va nel serbatojo E; di qui nello scompartimento superiore della doppia cucurbita, dove si mescola al liquido alcolico. Appena tale liquido ha perduto tutto il suo alcole, il che si riconosce esaminando l'infiammabilità dei vapori lasciati uscire dal tubo a chiavetta *o*, si vuota la caldaja A aprendo la chiavetta *p*. I tubi *q* servono a somministrare l'acqua fredda ai rettificatori ed al refrigerante G; quest'acqua a cui sono trasmesse le calorie di vaporizzazione, quando ha raggiunta una certa temperatura, è mandata per mezzo del tubo *r* nel serbatojo N, e da questo nella caldaja a vapore. Il tubo R porta il vapore d'acqua nel tino delle patate; il tubo S nel serbatojo N, in cui occorrendo, per tal modo si può riscaldare l'acqua all'ebollizione.

Comparativamente a molti altri apparecchi di distillazione, l'apparecchio di Schwarz ha il vantaggio che ogni sua parte può essere facilmente e completamente pulita. Però esso presenta anche parecchi inconvenienti; per esempio: la costruzione del calefattore del liquido alcolico non è molto commendevole, perchè il liquido condensato nel recipiente E non viene sufficientemente a contatto coi vapori, e la distillazione non procede sempre come dovrebbe. I vapori passano tanto rapidamente attraverso al liquido, che solo incompletamente vengono disidratati, perciò ancora carichi di acqua passano negli apparecchi di deflemmazione, dove pure la loro rettificazione non si fa completa, poichè i tubi

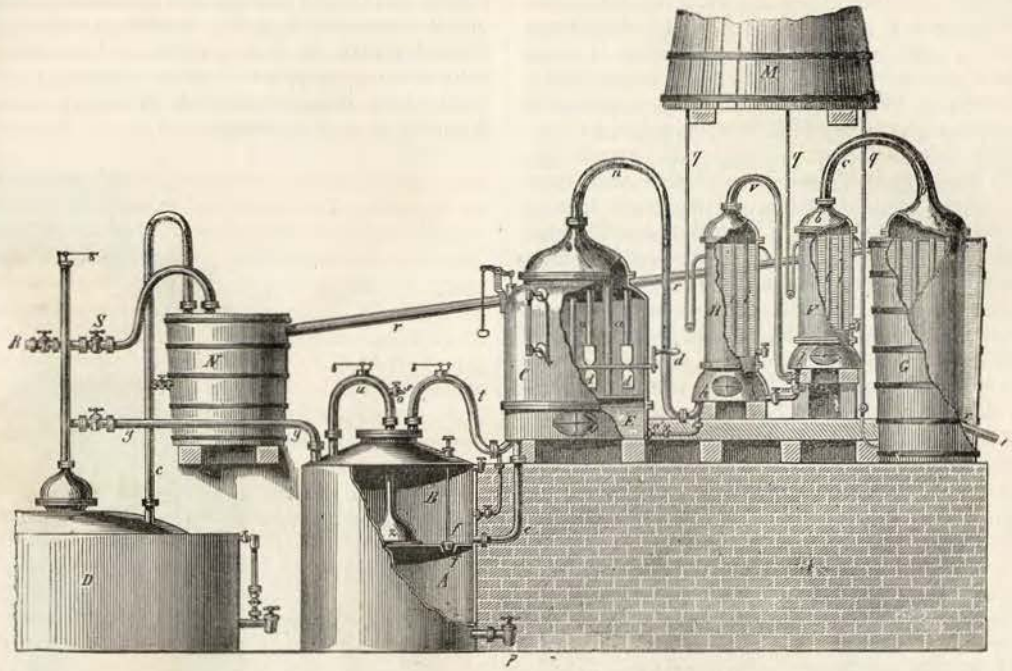


Fig. 78.

cilindrici e diritti, non costringono i vapori a venire sufficientemente a contatto della loro superficie raffreddata, ed una gran parte di detti vapori è pertanto sottratta al raffreddamento; anzi, quelli condensati allo stato vescicolare vengono trascinati dai vapori non condensati. Anche il refrigerante, composto di un certo numero di tubi cilindrici verticali, è egualmente difettoso, poichè i vapori che vi entrano dalla parte superiore, quando vengono a condensarsi, scendono sul fondo sotto forma di goccie, alle quali non è dato abbastanza tempo per raffreddarsi. Un raffreddamento sufficiente del prodotto distillato è possibile unicamente con l'impiego di una enorme quantità di acqua, la quale poi, evidentemente, non può più essere utilizzata che in minima parte, quindi spreco di molto calore e relativo consumo improduttivo di combustibile.

Apparecchio Siemens. — Fra gli apparecchi che non richieggono una grande spesa in confronto al loro rendimento, devesi annoverare l'apparecchio di distillazione esistente nello stabilimento di Hohenhein per l'estrazione dell'acquavite. Esso è rappresentato in sezione nella figura 79, colle modificazioni che lo rendono adatto all'estrazione dell'alcole.

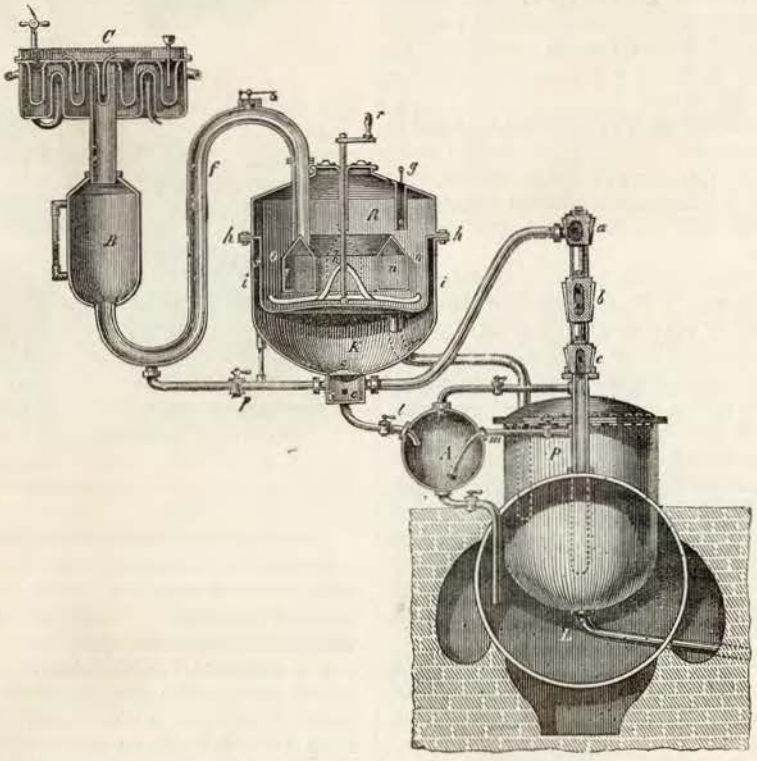


Fig. 79.

Il calefattore K R ed il deflemmatore C, coi serbatoi A e B raccoglitori delle flemme, costituiscono la particolarità dell'apparecchio Siemens.

La caldaja a vapore L riscalda due cucurbite P entro dispostevi, le quali, come nell'apparecchio di Gall, possono a volontà essere messe in comunicazione fra loro e colla caldaja, mediante i tubi a rubinetto *a*, *b*, *c*. Il refrigerante in cui passano e sono condensati poi i vapori all'uscita dal deflemmatore C, nella figura 79 non è rappresentato.

Il calefattore è formato da un recipiente cilindrico diviso in due parti, mantenute queste unite fra di loro mediante chiavarde *h*, *h*. La parte inferiore del calefattore è terminata a calotta sferica, dal cui centro si eleva esternamente un corto cilindretto, formante la capacità *c*, in cui convergono tre tubi. Un diaframma *s* finamente traforato separa questa capacità dal rimanente del calefattore. La parte superiore di questo, per un terzo dell'altezza, è del diametro dell'inferiore, pel rimanente riducesi di diametro alquanto minore, rimanendo incluso nell'altra parte del calefattore, e formando così il serbatojo *o* R *o* dove introducesi il liquido alcolico refrigerante.

I vapori da una caldaja sono condotti nell'altra, e quelli sviluppantisi in questa seconda sono condotti nella capacità *c;* ivi attraversando il diaframma traforato, gorgogliano nella flemma condensatasi in K; passano quindi nel canale *n* e da questo, pel tubo *f*, vanno nel recipiente B, dove incontrano il liquido condensatosi nel deflemmatore C, nel quale finalmente entrano.

Nel deflemmatore i vapori circolano, passando successivamente nei compartimenti annulari formati dalle pareti d'altri compartimenti annulari in cui circola l'acqua; questa dal compartimento esterno si dirige verso quelli del centro, invece i vapori dal centro vanno verso la circonferenza. I tramezzi degli spazii annulari in cui passa il vapore, sono disposti in modo, da obbligare il vapore a scendere e salire in ciascuna cavità, gorgogliare nel liquido condensato e produrvi così l'ebollizione.

Le flemme che si raccolgono in K, aprendo il rubinetto *l*, scolano nel serbatojo A, dove pel tubo *p* si avviano altresì le flemme condensatesi in B, servendo esse poscia all'alimentazione delle caldaje. Nella parte superiore del calefattore evvi la manovella *r*, colla quale durante la distillazione si dà continuo movimento all'interno agitatore. Le due parti esterne del calefattore *i i* sono in ghisa, la parte interna *o o* è di rame, onde facilitare la trasmissione del calore.

Questo calefattore ha sugli altri apparecchi analoghi il vantaggio di una ripartizione uniforme del calore e di poter esser facilmente ripulito; dal che ne deriva una migliore conducibilità pel calore, diminuendo questa rapidamente col formarsi delle incrostazioni sulle pareti interne dei recipienti.

Le dimensioni di questo apparecchio si fondano sul calcolo seguente: la caldaja a vapore per la cottura di 5000 chilogr. di patate, in quattro periodi di 40 a 45 minuti l'uno, ossia nello spazio di 3 ore circa, deve somministrare una quantità di vapore uguale alla quinta parte del peso delle patate da usarsi, ossia di 1000 chilogrammi, equivalente al peso di 333 chilogrammi di vapore per ora, richiedendo perciò una superficie evaporante di circa 11 metri quadrati. Siccome la macchina a vapore è necessaria anche per altri bisogni di una distilleria, così si deve aumentare ancora di circa un ventesimo questa superficie evaporante: pertanto sarà necessario dare alla caldaja una superficie evaporante di 13.5 a 14 metri quadrati. Le cucurbite devono avere una capacità non superiore a 500 litri.

Apparecchio Cellier-Blumenthal, perfezionato da Derosne (costrutto da Cail e Comp. a Grenelle). — L'apparecchio è rappresentato in sezione dalla fig. 80. Si compone di cinque parti principali:

1° Due *caldaje a distillare* A' A, disposte ad altezze diverse come quelle di Laugier e come quelle riscaldate da un unico focolajo. Le due caldaje comunicano superiormente fra loro mediante un tubo incurvato Z, che porta i vapori dalla caldaja A' nella caldaja A. Entrambe le caldaje sono munite di indicatore di livello, e nella parte inferiore portano un tubo scaricatore munito di chiavetta. Aprendo la chiavetta B' del tubo di comunicazione fra le due caldaje, si scarica il liquido dalla caldaja superiore in quella inferiore; ed aprendo quella della prima caldaja A' si scarica esternamente il liquido in essa contenuto.

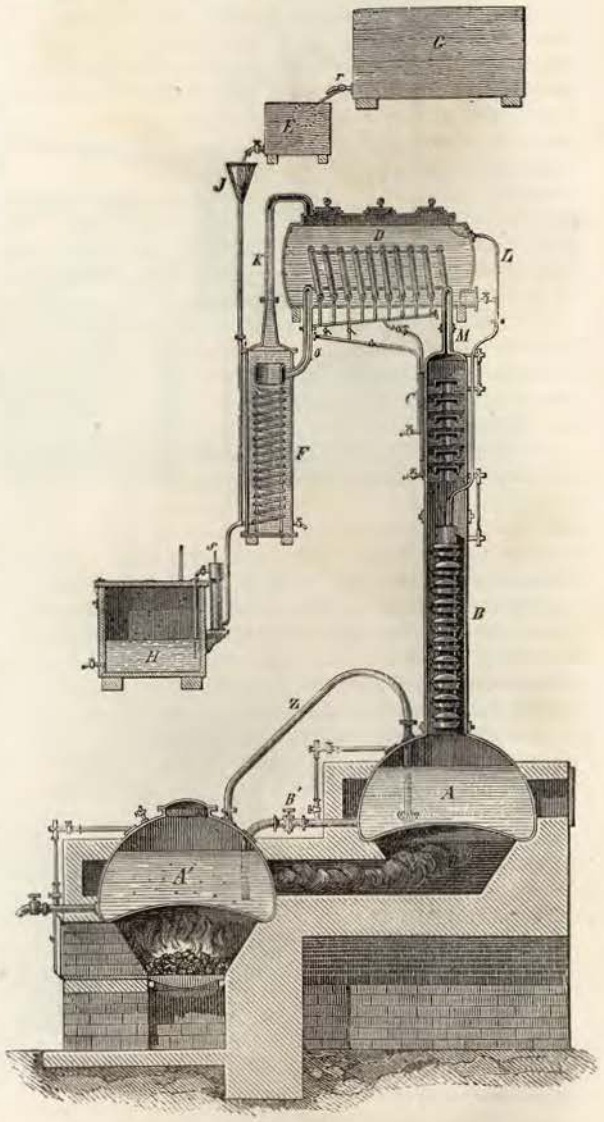


Fig. 80.

2° Una *colonna* BC di rame, sovrapposta alla caldaja superiore A; nella prima metà B, la colonna contiene dei dischi di due diametri differenti, disposti gli uni sugli altri alternativamente in senso contrario; i più grandi sono voltati colla loro concavità verso l'alto, sono profondi da 2 a 3 centimetri e minutamente forellati. A questa prima parte della colonna si dà più comunemente il nome di *colonna a distillare*, mentre la parte superiore C è detta *colonna di rettificazione* o *colonna analizzatrice*. In questa i diaframmi sono grandi aperture aventi superiormente un ribordo, a cui è sovrapposto un cappello, in modo che il vapore, per passare dall'uno all'altro di essi, deve vincere una pressione di liquido di circa due centimetri.

3° Un *condensatore calefattore* D, costituito da un serpentino collocato orizzontalmente in un tino, in cui circola del liquido da distillare che fa da refrigerante; le diverse spire del serpentino comunicano lateralmente con un tubo verticale, che esce dal condensatore, ed è saldato ad un tubo inclinato, il quale, mediante chiavette, può essere messo in comunicazione colla parte superiore della colonna.

4° Un *refrigerante* F, formato da un cilindro disposto verticalmente, chiuso da ogni parte, contenente un serpentino, che è superiormente in comunicazione con quello del calefattore, e per la parte inferiore comunica con un provino *s*, d'onde ha uscita l'alcole distillato. Lateralmente al fondo del refrigerante F, si stacca un lungo tubo verticale J, terminato ad imbuto nella parte superiore, dove riceve il liquido alcolico scendente dal serbatojo E, situato sopra il refrigerante; nella parte superiore, il refrigerante è terminato da un tubo K, pel quale passa nel calefattore il liquido alcolico proveniente dai serbatoi.

5° Un *grande serbatojo* G pel liquido da distillare. Talvolta questo serbatojo è in comunicazione con altro più piccolo E, mediante un tubo con valvola a galleggiante *r*, regolatrice questa dell'efflusso del liquido nell'apparecchio distillatore.

Per mettere l'apparecchio in azione, s'incomincia a riempire le due caldaje per tre quarti di liquido da distillare, indi si apre il rubinetto del recipiente E e si riempiono le diverse parti dell'apparecchio, cioè il refrigerante, il calefattore ed i dischi della colonna rettificatrice. Il liquido scende quindi pel tubo ad imbuto J sul fondo del refrigerante F, lo riempie, e pel tubo K passa nella parte superiore del calefattore, dove si suddivide col mezzo d'un canale traforato; riempiuto il tino, il liquido esce pel tubo laterale L, cola fin sopra il primo disco della metà inferiore B della colonna distillatrice e da questa discende nella caldaja sottostante A.

Appena dall'indicatore di livello della caldaja A si conosce che il liquido pel tubo L è passato nella colonna e da questa nella caldaja, subito si chiude il rubinetto della vasca E. A questo punto si accende il fuoco nel focolajo, si scalda la caldaja A', ed i prodotti della combustione prima d'essere smaltiti circolano attorno alla caldaja superiore e la scaldano.

L'aria sfugge da rubinetti posti nella parte superiore dell'apparecchio, che nella figura non sono indicati. I vapori sviluppantisi dal liquido bollente nella caldaja A' pel tubo Z vanno a gorgogliare e diffondersi nel liquido dell'altra caldaja A, la quale in breve tempo anch'essa entra in ebollizione; i vapori che si svolgono da questa caldaja, salgono nella colonna attraverso i diaframmi, di là passano nella colonna analizzatrice C, indi pel tubo M, che superiormente la termina, passano nell'interno del serpentino del calefattore D. Quivi i vapori, raffreddati dal liquido da distillare, si condensano, si liquefanno, si raccolgono nel tubo inclinato sottoposto, ed essendo chiuse le chiavette di *retrogradazione*, passano nel refrigerante F, e finalmente nel provino *s* che precede il serbatojo collettore H. Quando l'alcole cola nel provino, ed il calefattore s'è scaldato al punto che il suo calore non possa essere sopportato dalla mano, allora si deve aprire la chiavetta del serbatojo E, per lasciar defluire in modo continuo il liquido, in quantità proporzionata a quella che si conosce poter essere distillata in un tempo determinato; quantità questa che varia coll'intensità del fuoco e colla capacità dell'apparecchio.

Col mezzo delle chiavette di retrogradazione, interposte sui tubi che stabiliscono la comunicazione del serpentino del calefattore col serpentino del refrigerante e colla colonna, si può regolare il grado di concentrazione dell'alcole che si vuole ottenere: così, lasciandole chiuse si ottiene, per esempio, dell'alcole a 50°, volendolo di più in più concentrato, in numero sempre maggiore si apriranno le dette chiavette.

L'esperienza avrà fatto conoscere quali e quante chiavette dovranno essere aperte, onde ottenere un alcole di un dato desiderato grado. Naturalmente, l'alcole di maggiore concentrazione che potrà fornire l'apparecchio, sarà ottenuto quando tutte le chiavette di retrogradazione saranno tenute aperte, cioè, quando tutto il liquido prodotto dall'avvenuta liquefazione di una parte dei vapori nel calefattore, ritornerà pei tubi C sui dischi della colonna analizzatrice. Nel serpentino del refrigerante F perverranno soltanto quei vapori che non furono condensati neppure all'estremità del serpentino del calefattore, cioè le parti le più volatili, le più ricche in alcole.

Bisogna regolare le cose in modo, che il liquido condensato nel serpentino del refrigerante E giunga freddo alla estremità *s*, perchè nel caso vi arrivasse caldo, sarebbe questo un indizio che la temperatura della caldaja A' è troppo elevata, e si dovrebbe quindi diminuire il fuoco.

Con qualcuno dei mezzi anteriormente descritti, accertatisi che il liquido bollente nella caldaja A' non contiene più alcole, aprendo la valvola di scarico si toglie in gran parte il liquido esaurito; indi, aprendo il rubinetto B', si fa passare nella caldaja inferiore il liquido contenuto nella superiore, la quale poi andrà man mano ancora riempiendosi col liquido già caldo proveniente dalle altre parti dell'apparecchio; questo rinnovamento di liquido è quindi eseguibile senza quasi interrompere l'operazione.

Quando si voglia per qualche tempo sospendere la distillazione, onde utilizzare tutto il liquido alcolico che si trova nelle diverse parti dell'apparecchio, s'incomincia a diminuire il fuoco sotto la caldaja A', mentre da questa si spilla il liquido esaurito; la si riempie quindi col liquido della A, ed in questa si fa pervenire il liquido che si trova nelle altre parti dell'apparecchio, stabilendo coi tubi le opportune comunicazioni ed aprendo poscia i rubinetti che si trovano sul fondo tanto del calefattore che del refrigerante. In queste parti refrigeranti dell'apparecchio si farà allora scorrere dell'acqua, facendola cadere dal serbatojo E. Per impedire poi che quest'acqua dal serbatojo E scenda in caldaja pel tubo L, si girano alcuni rubinetti opportunamente disposti e l'acqua occorrente pel raffreddamento delle parti refrigeranti si scarica per altra via.

Finalmente, quando il contenuto della caldaja A' sia di nuovo esaurito, lo si toglie e lo si sostituisce col liquido della caldaja A, facendo scendere in quest'ultima quanto rimane di liquido alcolico nelle altre parti.

Con quest'apparecchio la distillazione si può ritenere continua; però, dopo che anch'esso ha funzionato per qualche tempo, le diverse parti più o meno s'incrostano e s'inquinano di olii essenziali, ed è allora necessario procedere ad un ripulimento generale, che si eseguisce raschiando le parti incrostate con spazzole piatte o cilindriche e facendovi passare poi del vapore d'acqua in gran copia.

L'apparecchio sovra descritto può applicarsi facilmente anche alla distillazione intermittente, bastando per ciò far raffreddare dall'acqua il serbatojo, il refrigerante ed il calefattore e disporre opportunamente le valvole, come s'è detto eseguirsi al cessare della distillazione.

È pregevole questo apparecchio per la rapidità della distillazione, per l'adeguato tenue consumo di combustibile e per l'eccellente prodotto che somministra. È per altro alquanto complicato, essendo costrutto in modo da potersi distillare liquidi di qualsiasi forza alcolica, e potendosi dai medesimi ottenere l'alcole a qualsiasi grado di concentrazione.

Apparecchio distillatore Dubrunfaut. – Quantunque a quest'apparecchio generalmente ora si preferiscano quelli di Egrot e di Savalle, tuttavia viene qui descritto, essendo esso in uso ancora in molte distillerie francesi, olandesi e belgiche, ed avendo una discreta importanza storica nell'arte del distillare.

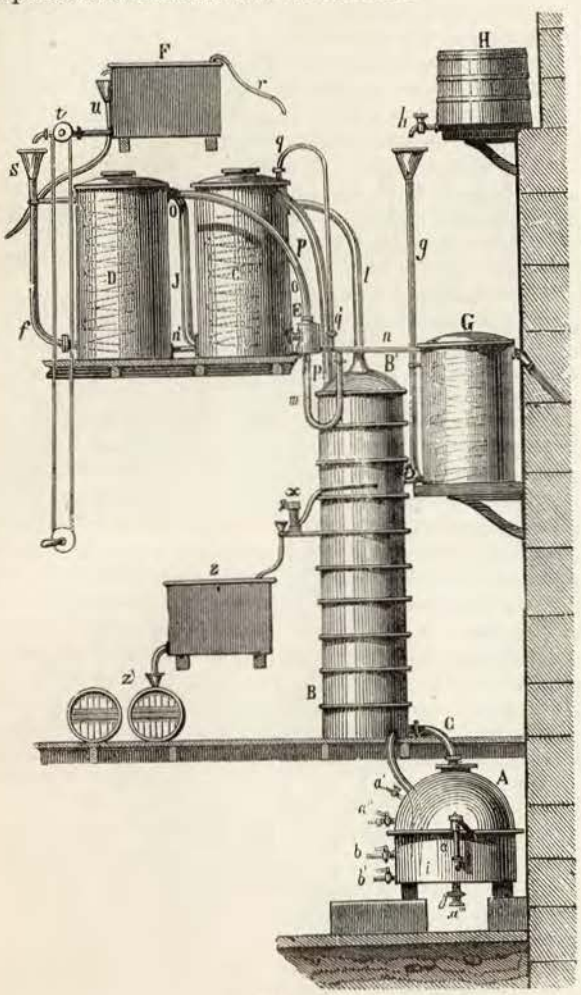


Fig. 81

L'apparecchio di Dubrunfaut (fig. 81), come il precedente, si compone di cinque parti principali, cioè d'una caldaja, d'una colonna a distillare, di due calefattori, di un refrigerante e di un serbatojo pel liquido da distillare.

La caldaja A è analoga a quelle impiegate nelle zuccherie per concentrare nel vuoto (V. Evaporazione); essa è divisa in due compartimenti: l'inferiore a doppio fondo in cui arriva pel tubo *b* il vapor d'acqua, che fattosi liquido per condensazione, pel tubo inferiore *b'*, munito di chiavetta, lo si ritorna nei generatori per mezzo di condotto apposito, oppure si getta.

Superiormente la stessa caldaja è munita di due chiavette: una *a'* che serve a dar libera uscita all'aria quando vi s'introduce il liquido; una seconda *a''* che serve ad introdurvi il liquido allorquando s'incomincia l'operazione. Sul fondo e nel centro della caldaja evvi un'altra chiavetta *a'''* che serve per lo scarico del liquido esaurito. Lateralmente tra le due parti in cui è divisa la caldaja, vi è adattato un indicatore di livello *a*.

Altri due tubi porta la caldaja: l'uno C, che serve a condurre i vapori alcolici nella colonna; l'altro *i*, che staccandosi dal fondo della colonna, ha per ufficio di condurre nella caldaja il liquido da distillare.

La colonna distillatrice B B' contiene diciotto cerchi di rame, divisi per metà da un disco; su ciascun disco sono praticati dieci fori attraversati da un corto tubo cilindrico; nove di essi, disposti circolarmente, sono coperti da una coppa emisferica e sporgono superiormente; il decimo foro, posto nel centro, è munito anch'esso del cilindretto, ma questo, più lungo, sporge al di sotto e conduce il liquido sul disco inferiore. Tra i fori, sono disposti due diaframmi in modo tale, che il liquido scendente dal disco superiore è obbligato a circolare tutto all'intorno del disco prima di cadere sul sottostante, ove continua ancora a circolare, ma in senso contrario. I diversi cerchi sono tra loro collegati con chiavarde, attraversanti i loro bordi alquanto ripiegati esternamente.

La parte superiore della colonna termina con una calotta sferica B', dal cui centro si stacca un tubo *l*, che conduce i vapori alcolici nei calefattori a serpentino C D. I vapori condensati nel serpentino C, dal fondo colano e raccolgonsi nel vaso E, detto *analizzatore*, ove la parte liquida, pel tubo *m*, va nel tubo orizzontale *n;* i vapori invece passano dal tubo O O nella parte superiore del calefattore D, in cui la maggior parte si condensano, ed il liquido condensato cola pel tubo orizzontale *n' n* riunendosi a quello del serpentino C. Dal coperchio di quest'ultimo, un altro tubo *q q'* conduce nel tubo *n* anche i vapori che si producono pel riscaldamento del liquido nel calefattore. Il tubo *n'* comunica poi col serpentino del refrigerante G, il quale, come quelli degli apparecchi già descritti, serve ad ultimare la condensazione dei vapori alcolici.

Da una vasca H, posta superiormente al refrigerante G, regolata da una chiavetta *h*, defluisce l'acqua fredda occorrente alla condensazione dei vapori che giungono nel serpentino del refrigerante. L'alcole condensato scola dalla parte inferiore *f* nel provino a becco *x*, contenente un alcolometro, e di là nei vasi raccoglitori *z z'*.

Sopra i calefattori evvi un serbatojo di liquido alcolico F, munito alla sua parte inferiore di una chiavetta *t*, che è regolata da una carrucola a manovella. Pel tubo ad imbuto S *f* il liquido alcolico scende, entra nella parte inferiore del calefattore D e da questo, pel tubo J, passa nell'altro calefattore C raffreddandone i serpentini; indi, pel tubo P P, scende in caldaja, passando prima successivamente sui dischi della colonna distillatrice.

La caldaja A è riscaldata col vapore a tre o quattro atmosfere, ed il liquido contenuto bolle a 101° o 102° C.; quindi il vapore nell'apparecchio si forma ad una pressione alquanto maggiore di quella atmosferica, dovendo vincere la pressione esercitata dallo straterello di liquido che si trova su ciascun piattello.

Il vapore formantesi, si eleva nella colonna, gorgoglia successivamente nel liquido dei succedentisi dischi, passando pei nove orifizi di cui questi sono muniti. Così gorgogliando, il vapore subisce una parziale condensazione ed arriva fino alla sommità della colonna, di disco in disco arricchendosi sempre più di alcole. Per questa condensazione, il vapore mantiene l'ebollizione su ciascuno dei dischi, i quali sono colmi di liquidi sempre

più alcolici, la cui temperatura va mano mano decrescendo. Resi per tal modo i vapori sufficientemente ricchi, sono condensati prima nei serpentini dei calefattori, poi completamente nel refrigerante.

Con uno di questi apparecchi che abbia la colonna di un metro di diametro, si possono in ventiquattr'ore distillare 1200 ettolitri di mosto, ottenendo 96 ettolitri di acquavite a 49° centesimali.

Come nel precedente apparecchio, con questo di Dubrunfaut si possono ottenere liquidi a diversi gradi di concentrazione, fino a 90° centesimali.

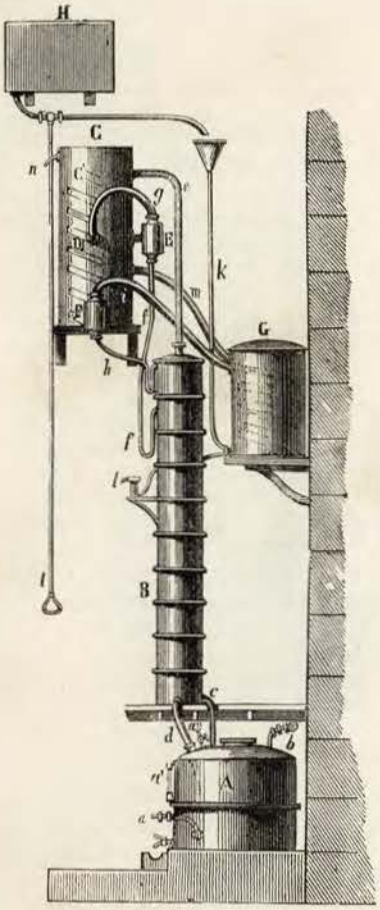


Fig. 82.

L'alcole così ottenuto non è puro; esso può contenere diversi acidi volatili ed olii essenziali, ed alcoli ed eteri particolari di odore disaggradevole, tanto più abbondanti quanto più ne conteneva la materia prima, da cui l'alcole deriva.

Per togliere all'alcole queste materie estranee che lo inquinano, lo stesso Dubrunfaut immaginò un secondo apparecchio, detto rettificatore (fig. 82), che rassomiglia molto al precedente.

Si compone anch'esso di cinque parti, designate cogli stessi nomi indicati per l'altro apparecchio.

La caldaja A si può riscaldare con getto di vapore introdotto pel tubo *a*; nella parte inferiore si ha qui pure un tubo a chiavetta per scaricare il liquido esaurito.

Superiormente al tubo d'introduzione del vapore vi ha un indicatore di livello *a'*; sul coperchio una chiavetta *a''* serve a dar uscita all'aria, ed un tubo *b* per introdurre il liquido alcolico sul principio dell'operazione.

Sulla calotta vi sono adattati altri due tubi: l'uno *c*, che dalla parte superiore della caldaja mette nella colonna; l'altro *d* che si protende per un capo sino al fondo della caldaja e sbocca per l'altro orificio nel fondo della colonna a rettificare, la quale è composta di diciotto dischi, come quelli dell'apparecchio precedente. La colonna comunica superiormente, pel tubo *e*, col calefattore C, il quale contiene due serpentini sovrapposti C', D. Quando l'apparecchio è in attività, i vapori più acquosi del liquido che distilla, salendo per la colonna, si condensano nel serpentino superiore C' del calefattore C, passano nel vaso analizzatore E, da cui, pel tubo a sifone *f f*, ritornano sul terzo disco superiore della colonna. Il vapore non condensato dall'analizzatore, pel tubo *g* entra nel serpentino inferiore D del calefattore, il quale mette capo in un secondo vaso analizzatore F, ove si opera una nuova partizione di vapori alcolici e di liquido; questo cola pel tubo *h* sul primo disco della colonna, i vapori alcolici passano nella parte superiore del vaso analizzatore F, e pel tubo *i* vanno a condensarsi nel serpentino del refrigerante G, da cui l'alcole cola nel provino *l*.

La caldaja è rifornita da un serbatojo H, disposto come si è detto per l'apparecchio distillatore.

La rettificazione si opera riempiendo per tre quarti la caldaja A di alcole da rettificare, indi, aperta la chiavetta del tubo *a*, dal suo interno estremo sferico, bucherellato a modo d'inaffiatojo, il vapore molto suddiviso è immesso nel liquido. I vapori dalla caldaja passano nella colonna, quindi nei serpentini del calefattore, dove sono raffreddati mediante una corrente d'acqua fredda, che si scarica dallo sfioratore *n*. Così operando, dopo un certo tempo si finisce per avere sui dischi della colonna i vapori condensati nei serpentini e nella colonna medesima, mentre ricadono nella caldaja le parti più acquose e gli olii essenziali meno volatili dell'alcole. Se allora si diminuisce l'afflusso dell'acqua che circola attorno ai serpentini del calefattore C, in guisa che la sua temperatura raggiunga da 45° c. a 50° c., e se nello stesso tempo si ha cura di far arrivare gradatamente il vapore in modo tale che l'ebollizione non sia troppo rapida, la condensazione essendo meno completa nei due serpentini C'D, gran parte dell'alcole invece di ritornare nella colonna passa allo stato di vapore nel refrigerante G; si separano le prime parti che colano nel provino *l*, quindi si raccoglie il rettificato finchè segna da 90 a 94°. Ma appena il liquido discende a 89°, si dirige verso un altro serbatojo, perchè allora contiene dell'alcole di cattivo sapore. Quando il liquido distillato non segna che 40°, lo si mette a parte per servirsene in operazioni successive.

Apparecchio Champonnois. — In quest'apparecchio un'unica colonna racchiude: alla base la caldaja; nel fusto da 18 a 20 tronchi cilindrici di eguale altezza, commessi ad incastro; alla sommità uno speciale analizzatore, calefattore; il tutto mantenuto saldamente unito da tre esterni tiranti verticali, inchiavardati.

Ogni tronco porta un diaframma, il quale, a differenza di quelli dell' apparecchio Dubrunfaut, che ne hanno nove, questo ha un unico foro centrale e largo, munito superiormente di un tratto di tubo cilindrico, ricoperto da una calotta emisferica; diametralmente opposti ed alternativamente dall'una o dall'altra parte del foro, uno sfioratore, che inferiormente si protende fino quasi a toccare il disco sottostante, su questo riversa l'eccesso di liquido, mentre ne contiene un conveniente strato, in cui per un centimetro entro vi pesca la soprastante calotta. Il tubo sfioratore del primo piattello a partire dalla caldaja, nella caldaja s'introduce fino a qualche decimetro dal fondo.

L'analizzatore è formato da un serpentino piatto, alto quanto due tronchi, la cui sezione orizzontale rappresenta una doppia spirale, dove dal centro alla periferia circolano i vapori provenienti dal dissotto della colonna, ed il liquido da distillare, che vi entra lateralmente dalla circonferenza, circola attorno alla spirale in senso inverso portandosi verso il centro. Dalla sommità del capitello emisferico soprastante all'analizzatore un tubo conduce i vapori a condensarsi nel refrigerante.

L'apparecchio Champonnois, semplice d'installazione e poco costoso, è specialmente raccomandabile per le distillerie agricole, dove, per la sua costruzione molto semplice, in Francia è spesso usato.

In altro apparecchio congenere, rappresentato dalla figura 83, il liquido da distillare è riscaldato da un serpentino in cui circola il vapore ad alta pressione.

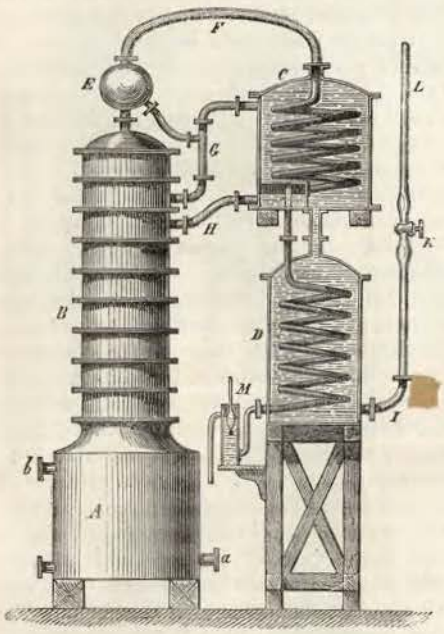


Fig. 83.

Nel cilindro di ghisa o di rame A si riscalda il liquido da distillare per mezzo di un serpentino di rame che entra nel cilindro per *b* e sorte per *a;* dall'altro tubo in basso si scarica il liquido esaurito.

Nella colonna deflemmatrice B scende in modo continuo il liquido da distillarsi, mentre i vapori alcolici che si sviluppano da A, in essa s'inalzano senza interruzione. Differenti sono le disposizioni che si danno ai diaframmi, per aumentare la superficie di contatto dei vapori col liquido in discesa.

I vapori si avviano al serbatojo E, e pel tubo F al rettificatore C, formato questo da un serpentino disposto come al solito. La parte prima condensata ritorna per H nella colonna analizzatrice; i vapori passano oltre nel serpentino del vaso D, ove si condensano, si raffreddano, ed il liquido condensato passa pel provino M che contiene l'alcolometro.

Il liquido da distillarsi proviene da un recipiente collocato superiormente all'apparecchio; per mezzo del tubo LI, munito di chiavetta regolatrice K, giunge dapprima sul fondo del refrigerante D, poi sale in C e di qui pel tubo G entra nel deflemmatore B e finalmente nel cilindro A.

Apparecchio Egrot a distillazione continua. — Premiato in diverse esposizioni universali, l'apparecchio Egrot è ancora oggidì abbastanza diffuso nelle distillerie. La sua costruzione è essenzialmente basata sul principio, del contatto diretto e molteplice del vapore a bassa pressione col liquido alcolico da distillare. Quest'apparecchio (fig. 84) si può far agire a fuoco diretto od a vapore.

La caldaja di rame *a* ha applicati tre tubi ad altezze diverse: uno a sifone S, per l'uscita continua del liquido esaurito; un secondo C a chiavetta, serve per vuotare completamente la caldaja quando occorra, e normalmente stabilisce la comunicazione coll'indicatore di livello A'; un terzo tubo posto più in basso serve per l'introduzione del vapore.

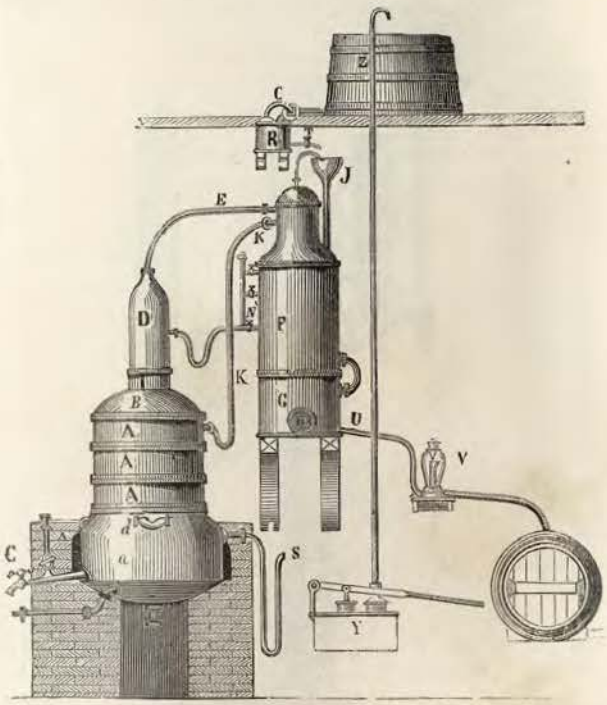


Fig 84

La caldaja è sormontata da una colonna composta di dischi A, terminata da una calotta B, che sopporta la colonna rettificatrice D, la quale, pel tubo E, comunica col serpentino del calefattore F.

Una tromba Y innalza nella tinozza Z il liquido da distillare, il quale poi scende in un vaso regolatore R, munito di un indicatore a quadrante e di una valvola automaticamente regolatrice T.

Quando l'apparecchio deve operare a fuoco diretto, si riempie prima la caldaja con acqua, introducendovela dall'apertura *d*. Riscaldando a vapore, s'introduce fin da principio il liquido alcolico, facendogli percorrere la via che percorre poi nel corso della distillazione, cioè: cadendo dalla chiavetta T nell'imbuto J, arriva sul fondo del cilindro refrigerante G, lo percorre ed esce dall'alto di esso per subito rientrare nel fondo del calefattore F; di qui, pel tubo K, è portato sul primo disco superiore A, dove, dopo aver percorso tutte le gallerie interne, si versa sul disco inferiore, indi successivamente sugli altri dischi fino alla caldaja *a*, da cui, pel tubo a sifone S, se n'esce esaurito.

I vapori di alcole percorrono in senso contrario la via percorsa dal liquido alcolico da cui si sprigionano. Quando bolle l'acqua od il liquido alcolico che si trova nella caldaja, i vapori formatisi passano nei dischi di distilla-

zione A, ivi incontrando una gran quantità di piccoli bollitori, il vapore si suddivide moltissimo, agita continuamente il liquido, e fa sì che quest'ultimo spogliasi facilmente dell'alcole che contiene disciolto.

Dall'ultimo dei dischi i vapori alcolici entrano nella colonna rettificatrice D, quindi pel tubo E nel serpentino rettificatore del calefattore F. Secondo la qualità del prodotto che si desidera, il liquido qui condensato, per le chiavette di retrogradazione N, si ritorna tutto od in parte nella colonna rettificatrice D; oppure i vapori condensati e da condensarsi passano dal serpentino in F nel serpentino in G, escono per l'estremo U, passano nel provino V e di lì l'alcole è condotto ai recipienti in cui lo si raccoglie.

Specialmente alla disposizione dei dischi A va attribuita la qualità e bontà dei prodotti forniti da questo apparecchio; perchè, per l'esaurimento completo, il liquido alcolico non rimane più di quindici minuti all'azione del calore, e gli alcoli di cattivo sapore e gli olii empireumatici non hanno potuto formarsi e passare col prodotto. Per l'attivo movimento del liquido e per l'energico suddiviso gorgogliare dei vapori, tutto l'alcole è posto facilmente e prontamente in libertà.

La semplicità della costruzione, il piccolo volume, il facile trasporto e collocamento, i tubi di connessione poco numerosi e la comoda disposizione delle due parti principali, hanno fatto preferire da molti questo apparecchio; oltre a ciò, presentando all'aria poca superficie di raffreddamento, esso permette una notevole economia di combustibile.

A seconda della ricchezza alcolica del liquido da distillarsi, l'apparecchio potendo essere composto da tre a cinque dischi, la distillazione succede quasi senza pressione; per conseguenza, senza quei sussulti che si hanno nelle grandi colonne distillatrici.

La spuma, che è sempre di sì grave incaglio per molti altri apparecchi, in questo non ha tempo a formarsi, essendo in esso sempre piccola la quantità di liquido, e questo rimanendo presto esaurito.

Stante l'importanza che, a ragione, si attribuisce alla maggiore o minore facilità di ripulitura di questo genere d'apparecchi, quello dell'Egrot è commendevole, perchè, se è di piccole dimensioni, basta smontare i tre o cinque dischi e pulirli; se è di grandi dimensioni, vi sono aperture per le quali si fa facilmente la raschiatura e la risciaquatura delle interne pareti. La parte inferiore del calefattore ha un'apertura calettata, dalla quale può essere levato il deposito formatosi sul fondo; la caldaja ha lateralmente una grande apertura *d*, per la quale è pure resa facile la sua pulitura. Tutti i serpentini sono uniti per mezzo di raccordi, sicchè, anche per essi, comoda ne riesce la pulitura quando sia richiesta.

La colonna rettificatrice essendo posta sulla distillatrice, per mezzo dell'effettuabile retrogradazione, si può a volontà dare all'alcole un grado elevato di concentrazione, da 70° a 92°, specialmente allorquando si distillano vini generosi come nella Spagna e nel Portogallo. Volendo ottenere in prima distillazione degli alcoli ad un titolo che sorpassa i 90° centesimali, è necessaria l'aggiunta di un capitello rettificatore, sovrapponibile alla colonna rettificatrice, il quale per le sue opportune disposizioni aumenta il grado dell'alcole e lo depura.

Se il vino o qualunque altro liquido alcolico da distillarsi contiene più del 10 o 12 per cento di alcole, converrà aggiungere alla colonna un disco di più.

All'apparecchio Egrot si danno diverse dimensioni. Se ne costruiscono dei piccoli coi quali si distillano 800 litri di mosto in ventiquattro ore, ed altri amplissimi, riscaldati a fuoco diretto o col vapore, coi quali, nello stesso tempo, se ne possono distillare fino 100,000 litri.

Apparecchio distillatore locomobile di Egrot. — Esso ha molta rassomiglianza con quello or ora descritto, dello stesso Egrot, tranne che questo è siffattamente modificato da poterlo rendere carreggiato (fig. 85).

Volendo far funzionare l'apparecchio, mediante tromba aspirante e premente BB, il liquido alcolico lo si aspira dal capo A di un tubo flessibile, e lo spinge pel tubo C nel serbatojo D, collocato sulla sommità dell'apparecchio; si apre poscia la chiavetta a quadrante del tubo E, d'onde si lascia defluire il liquido, finchè sieno riempiti il refrigerante calefattore G, la colonna rettificatrice H, i sottostanti diaframmi per la distillazione KM, tutto insomma, eccetto la caldaja L, la quale al principio dell'operazione deve essere riempita con acqua.

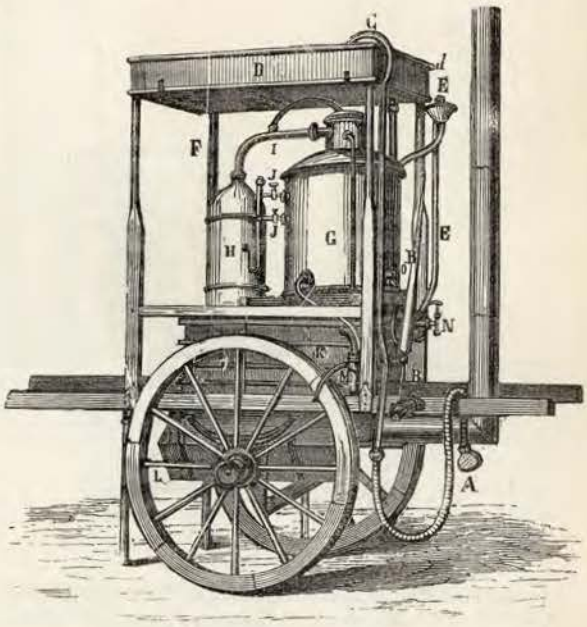


Fig. 85.

Così disposto l'apparecchio, si riscalda la caldaja di rame L col fornello in lamiera di ferro che la circonda.

I vapori d'acqua che si sviluppano, sempre più arricchendosi passano successivamente pei dischi M, K e nel soprastante. Arrivati nella colonna a rettificare H, vi abbandonano la maggior parte dell'acqua e degli olii essenziali, quindi, pel tubo I, passano nel refrigerante G, dove la parte dei vapori più prontamente condensabili ritorna nella colonna H, pei tubi a chiavette di retrogradazione J. I vapori non condensati nella parte superiore del refrigerante si condensano nell'inferiore, ed escono per N allo stato di alcole, più o meno diluito, secondo il modo che si sono regolate le chiavette di retrogradazione J.

Cominciata la distillazione, si apre opportunamente la chiavetta regolatrice E, così l'operazione si fa continua; il liquido esaurito esce man mano dalla caldaja pel sifone di vuotatura, non visibile nella figura.

Volendo sospendere l'operazione, mediante la tromba si eleva nel serbatojo superiore D dell'acqua, la quale si continua a lasciar entrare nell'apparecchio, finchè nel provino si abbia indicazione che distilli alcole.

Apparecchio locomobile Villard di Lione. — Quest'altro apparecchio locomobile conviene specialmente per distillare le materie solide, come raspi d'uva, ecc.; in esso la materia da distillarsi serve a condensare gradatamente il liquido alcolico prodotto. Il principio su cui si fonda è quello già esposto, comune a tutti gli apparecchi in cui si fa la distillazione col vapore.

L'apparecchio (fig. 86) si compone essenzialmente: Di una caldaja a vapore K; di tre vasi A, in cui s'introduce la materia più o meno solida da distillare; di un cilindro analizzatore G; di un refrigerante a serpentino I; il tutto collocato sopra un carro a quattro ruote Q, sul quale l'apparecchio funziona.

Dalla caldaja generatrice di vapore K, munita della valvola di sicurezza N, si stacca superiormente un tubo M, pel quale il vapore passa in un serbatojo distributore O, d'onde, pei tubi P, è fornito ai tre vasi A. Questi sono chiusi con coperchio a cerniera C, con vite di pressione. I tre vasi vengono messi tra loro in comunicazione pei tubi B; per le annessevi chiavette D, i vapori alcolici sviluppantisi possono essere diretti, sia nel refrigerante, quando sono al titolo voluto, sia nella parte inferiore di altro vaso se troppo acquosi.

Il tubo E è in comunicazione coi tre vasi A e porta i vapori alcolici nel serpentino G. Dalle chiavette F, che trovansi sul fondo dei vasi distillatori, si spillano le

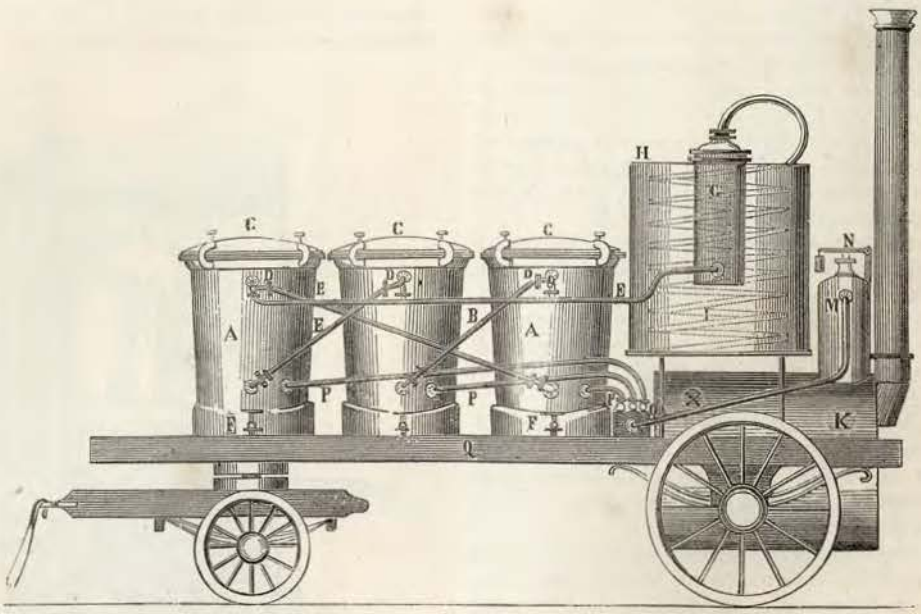


Fig. 86.

acque prodotte dalla condensazione. La tinozza refrigerante H raffredda il serpentino I e l'inclusovi vaso analizzatore G.

Col vapore si scalda rapidamente la massa alcolica a 78° c. circa, e raggiunta questa temperatura, si ritarda l'elevazione ai 100°, dirigendo i vapori in mezzi più raffreddati. L'interposizione di una materia solida e porosa (il raspo d'uva) tra il generatore del vapore ed il refrigerante ha appunto per iscopo di rallentare regolarmente l'elevazione della temperatura; il calore del vapore d'acqua penetra la massa strato a strato e favorisce lo sviluppo del corpo più volatile, l'alcole. Qui il raspo d'uva opera quindi da depuratore o da condensatore.

Questo apparecchio in pratica è stato riconosciuto per uno dei migliori, e riuscirebbe più perfetto, se quattro invece di tre fossero le colonne o vasi distillatori A componenti il sistema, avendo constatato che con tre colonne soltanto ben difficile riesce di esaurire totalmente le vinaccie, a meno che l'operazione sia condotta colla massima cura.

Apparecchio Stemmer di Torino. — È un apparecchio a vapore ed a distillazione continua, applicato specialmente anch'esso alla distillazione delle vinacce, le quali vengono divise in piccoli strati, onde meglio e più rapidamente subiscano l'azione del vapore; la distillazione operandosi in modo continuo, gli strati delle vinacce si fanno discendere verticalmente con ingegnose e semplici disposizioni; carico e scarico della colonna si fanno con facilità e prontezza, e per lavorare bastano un fuochista alla caldaja ed un altro operaio pel rimanente servizio. Questo apparecchio, per la sua particolare struttura, nulla ha di comune colle disposizioni finora adottate.

Tanto l'alambicco, quanto il condensatore, possono essere facilmente scomposti in tutte le loro parti, quando occorra pulire internamente le loro pareti dalle materie rimastevi aderenti, le quali potrebbero poscia alterare le buone qualità del prodotto. Il condensatore rettificatore, per la singolare sua costruzione, è reso refrigerante, in parte ad acqua, in parte ad aria; a parità di effetto, non occorrono che i due terzi del volume d'acqua richiesta dagli apparecchi fin qui conosciuti; vantaggio questo che realmente sarebbe di non lieve importanza, quando si rifletta che le nostre migliori regioni vinicole sono colline, ove l'acqua quasi sempre scarseggia.

La colonna cilindrica A di rame (fig. 87) è destinata a ricevere le vinacce da distillare, le quali sono contenute e ripartite in una serie di dischi traforati B, che hanno il loro fondo formato da una lamiera di ferro bucherellata, rinforzati all'ingiro da un cerchio di poca altezza. Essi sono mantenuti l'uno sull'altro a non grande distanza per mezzo di appendici verticali *b*. Questa pila di dischi può discendere man mano verso il basso, verticalmente guidata nel suo movimento dalle stesse pareti della colonna, il movimento di discesa es-

sendo assecondato dal peso delle vinacce. A regolarlo detto movimento, onde avvenga negli intervalli di tempo richiesti, furono disposti quattro rocchetti D, nel modo indicato dalle fig. 87 e 88. Ogni rocchetto ha quattro denti, sui quali per turno s'appoggia il fondo di ciascun disco. A comunicare il movimento simultaneo ai quattro rocchetti, servono i quattro assi E, su cui essi sono fissati, nonchè le ruote coniche F. La trasmissione del movimento viene fatta a mano, mediante la manovella G, fissata su di un ingranaggio a vite perpetua, come vedesi dalla fig. 88 (sezione orizzontale sulla linea 1-2 della figura 87).

Sotto alla colonna evvi un canale scaricatore a piano inclinato H, sul quale cadono obliquamente e scendono i dischi colle materie già esaurite. Ad agevolare lo scarico è opportunamente disposta una porta metallica a registro I, che si apre e chiude a volontà per mezzo della leva a mano L.

L'introduzione del vapore nella colonna A ha luogo inferiormente ad essa, per mezzo del tubo K, comunicante con un generatore che non è rappresentato nella figura. Il passaggio dei vapori alcolici nel condensatore ha luogo pel vasto tubo M; la camera di condensazione trovasi in N.

L'apparecchio refrigerante è, come si disse, in parte ad acqua, in parte ad aria. L'accesso dell'aria ha luogo pel tubo centrale O, in cui vi si produce una corrente dal basso in alto; per tal modo il volume di acqua contenuto nella colonna refrigerante P è notevolmente ridotto, mentre è aumentata la superficie di contatto coll'aria. In base allo stesso principio, anche i vapori alcolici condensati nella camera N sono fatti scendere in una serie di piccoli tubi verticali *q*, disposti nel modo indicato dalla figura 87, ed in projezione dalla figura 89 (sezione orizzontale fatta sulla linea 3-4). Detta serie di tubi offre una grande superficie di raffreddamento per la condensazione dei prodotti della distillazione, i quali, fatti liquidi, sono raccolti nel canale circolare R e pel tubo S passano nel provino T, munito dell'alcolometro, indi riversano nella botte raccoglitrice U.

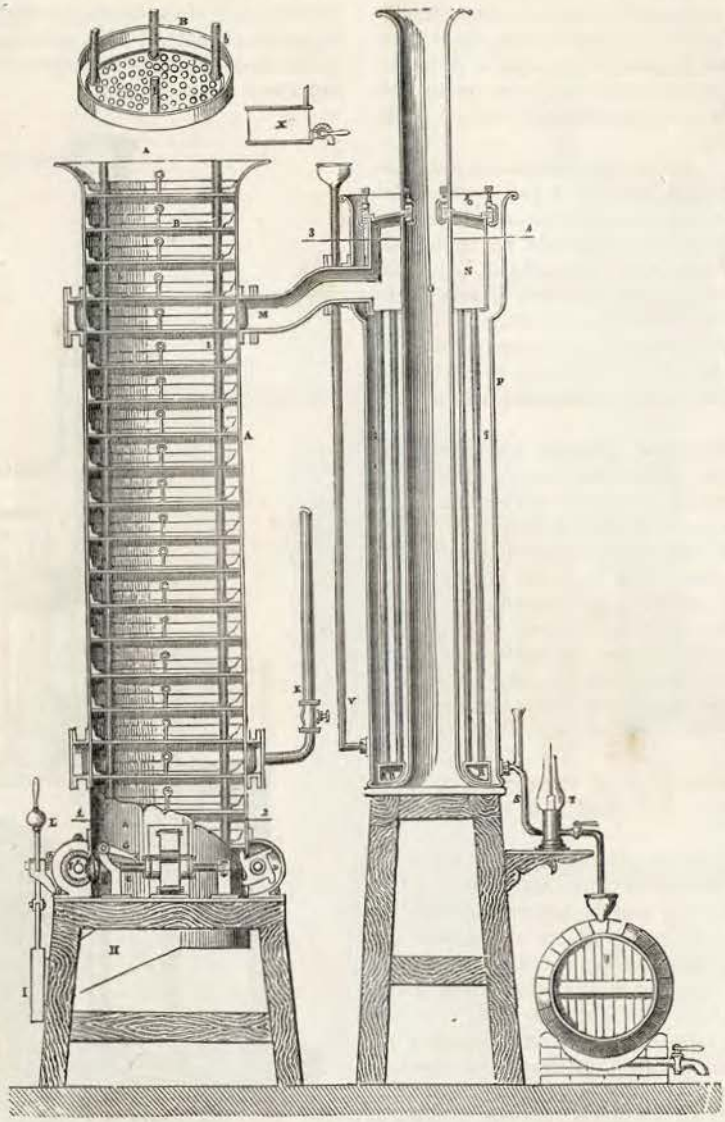


Fig. 87.

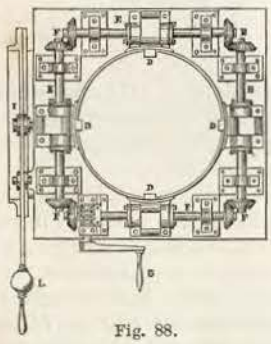


Fig. 88.

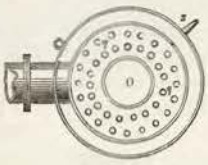


Fig. 89.

L'acqua per l'alimentazione del refrigerante discende dal serbatojo X, automaticamente regolata da una chiavetta galleggiante; pel tubo ad imbuto V entra al fondo della colonna, l'ascende e, riscaldata, ha uscita da un tubo sfioratore Z, posto superiormente.

Il lavoro ha luogo in modo continuo. Le graticole inferiormente sono ad una ad una scaricate girando la manovella L; ciò viene eseguito dall'operajo, che può essere lo stesso fuochista che attende alla caldaja. Pel governo dell'apparecchio non occorre che un secondo operajo per riempirne i dischi vuoti colle vinacce e portarle nella colonna per mantenerla costantemente carica di materia da distillare.

Sebbene con questo apparecchio il lavoro possa farsi senza interruzione, non deve però protrarsi oltremodo, anzi, devesi sospenderlo almeno due volte al mese, onde pulire bene internamente tutte le parti dell'apparecchio, se voglionsi sempre prodotti di buona qualità.

I costruttori di questi apparecchi li forniscono di due dimensioni. La minore può dare ogni ventiquattr'ore un prodotto di 4 ettolitri di alcole da 55° a 60° ed anche a 70° centesimali; l'altra, nello stesso tempo, può produrne al medesimo grado da 11 a 12 ettolitri.

Apparecchio Ilges. — Si fonda sugli stessi principii di quelli già descritti; è stato finora impiegato specialmente nelle distillerie tedesche.

Stando alle poche notizie che di esso si ebbero, sembra che possieda qualità e vantaggi di non poca importanza, dovuti alla sua costruzione tutta particolare, assai ingegnosa. Si adatta alla distillazione di ogni specie di mosto ed altresì alla rettificazione. Somministra un getto non interrotto di un prodotto eccezionalmente ricco e puro, (da 90 a 95° alcolometrici).

L'apparecchio Ilges è inoltre perfettamente automatico; i regolatori per l'alimentazione e per lo scolo del mosto, nonchè quelli del vapore, agiscono con tale sicurezza, che il lavoro, dicesi, non richiede sorveglianza. Quando tutto sia opportunamente disposto al principio del lavoro, null'altro occorre per ottenere, da una parte una flemma al massimo di ricchezza, dall'altra le vinacce perfettamente esaurite di alcole. Le dimensioni diconsi notevolmente ristrette in confronto del lavoro effettuato dall'apparecchio, e le sue parti diconsi anche molto semplici e solide.

La figura dell'apparecchio e maggiori più particolareggiate indicazioni non possono qui essere date, non essendosi finora nulla pubblicato a tale riguardo.

Apparecchio Coffey. — L'enorme consumo di alcole che si fa in Inghilterra, tanto pei bisogni dell'industria, quanto per la preparazione delle bevande alcoliche, vi favorì potentemente lo sviluppo delle distillerie, in cui si fa uso quasi esclusivo degli apparecchi giganteschi, immaginati da Enea Coffey, taluni dei quali hanno perfino l'altezza di un caseggiato di quattro piani. Sono costrutti in legno, a pareti spesse onde impedire disperdimento di calore, e sono internamente rivestiti di lamiera di rame.

La produzione in alcuni di quegli apparecchi può raggiungere per giorno fino i 300 ettolitri di flemme a 58° centesimali.

Si omette di descrivere questi apparecchi, perchè i principii sui quali è basata la loro costruzione ed il modo col quale si compie in essi la separazione dell'alcole non diversificano da quelli su cui si fondano gli altri apparecchi di distillazione di cui si tenne qui parola.

Per la sua mole poi, l'apparecchio Coffey sarebbe difficilmente da noi adottato, tanto più in oggi, che per bontà di prodotto, per l'economia d'esercizio e per l'ingegnosa costruzione che permette un regolarissimo andamento, l'apparecchio Savalle è preferibile.

Apparecchio Savalle a colonna cilindrica. — Questo apparecchio usasi per i mosti di barbabietola, di patate, di segala, di riso e di melazza. In prospettiva è rappresentato dalla figura 90; in sezione per alcune parti schematicamente può essere rappresentato dalla figura 97 del rettificatore dello stesso Savalle, che trovasi innanzi descritta.

Agli apparecchi Savalle sono applicate delle disposizioni accessorie, speciali, che, come si vedrà, hanno per iscopo di ottenere una perfetta regolarità nel lavoro, in modo che la distillazione si compia in condizioni quasi completamente automatiche.

Sulla caldaja A di rame, a riscaldamento tubulare (fig. 90) è collocata una colonna B a dischi di rame sovrapposti, costruiti in modo che il contatto delle flemme col vapore carico delle spoglie dell'alcole sia moltiplicato e si operi su d'una superficie frequentemente rinnovata. La ricchezza delle flemme sui dischi decresce col diminuire la distanza di questi dalla caldaja.

I dischi perforati formanti la colonna, sono identici a quelli del rettificatore (fig. 98 e 99).

Alla colonna fa seguito un *purgatore* o *rompispuma*, non visibile nella fig. 90, il quale è formato da un tubo cilindrico a tre vie, analogo a quello B della fig. 91, in cui per la parte mediana entrano i vapori provenienti direttamente dalla colonna, e dalla superiore se n'escono; il liquido prodottosi dalla schiuma distrutta per la parte inferiore del cilindro è portato sul terzo o quarto disco superiore della colonna.

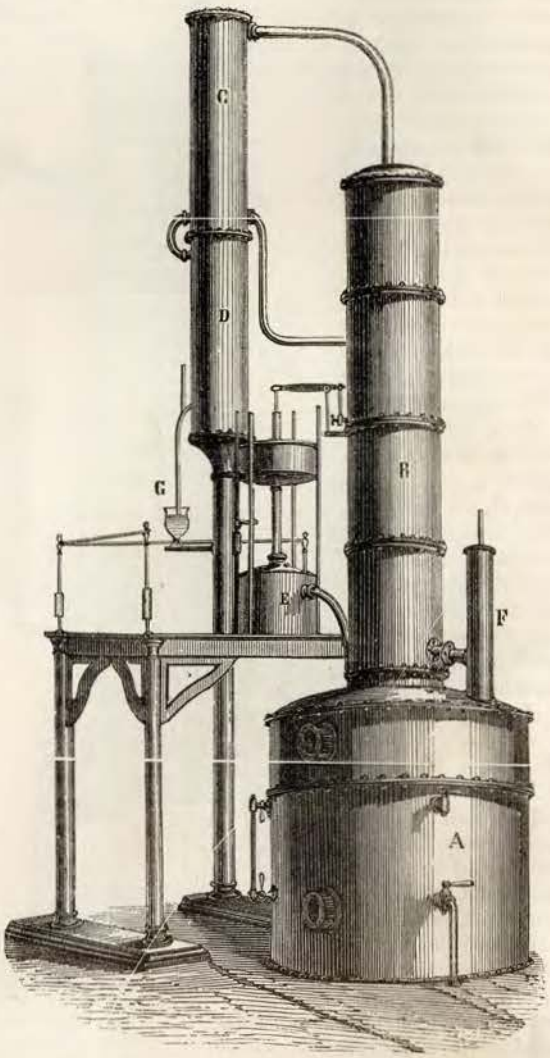


Fig 90.

Il calefattore CD, che fa anche ufficio di refrigerante delle flemme, è formato da una capacità di rame, munita di tubi verticali nei quali sale il liquido alcolico proveniente dal serbatojo.

Un regolatore E (rappresentato in scala maggiore dalla figura 94) modera l'introduzione del vapore nella colonna, il quale vi giunge con una pressione notevole, ma sempre proporzionata ai bisogni dell'operazione. Col regolatore la distillazione procede senza scosse; i sussulti essendo evitati, l'alcole dal provino G fluisce regolarmente ad un grado talora pochissimo variabile.

I particolari di questo apparecchio Savalle non sono ora descritti, essendo alcuni comuni a quelli a colonna rettangolare, altri comuni al rettificatore dello stesso Savalle, di entrambi dei quali si tratta innanzi.

Apparecchio Savalle a colonna rettangolare. — Al primo apparecchio Savalle a colonna cilindrica e tutto di rame, ora accennato, venne al dì d'oggi quasi universalmente sostituito quello di dimensioni assai maggiori ed a colonna rettangolare, nella cui costruzione al rame si sostituì la ghisa. La figura 91 rappresenta l'insieme dell'apparecchio, del quale eccone sommaria descrizione:

A, colonna distillatrice; B, fermaschiuma analogo a quello dell'apparecchio in rame; C, calefattore tubulare; D, refrigerante tubulare, da cui pel tubo P l'alcole passa nella provetta graduata E; F, regolatore del riscaldamento; H, secondo fermaschiuma comunicante inferiormente con la colonna pel tubo SS*r*; *q*, tubo di condotta del mosto dal calefattore alla colonna; **2**, chiavetta con quadrante, regolatrice dell'afflusso del mosto nel calefattore pel tubo *m*; *r*, tubo per cui le schiume e le materie solide ritornano dai fermaschiuma H e B nella colonna; *n*, tubo adduttore dell'acqua fredda al refrigerante; **3**, chiavetta regolatrice dell'afflusso dell'acqua fredda; *j*, tubo per cui i vapori della colonna sono introdotti nel regolatore; J *i*, valvola e tubo di condotta del vapore all'apparecchio tubulare; Y, tubo pel quale i vapori prodotti dalla ebollizione delle vinaccie passano nella colonna; **4, 5 e 10** indicatori di livello; **6**, tubo scaricatore delle vinaccie che si raccolgono nello scompartimento inferiore del basamento della colonna. Le rimanenti indicazioni sono date nella descrizione dei particolari.

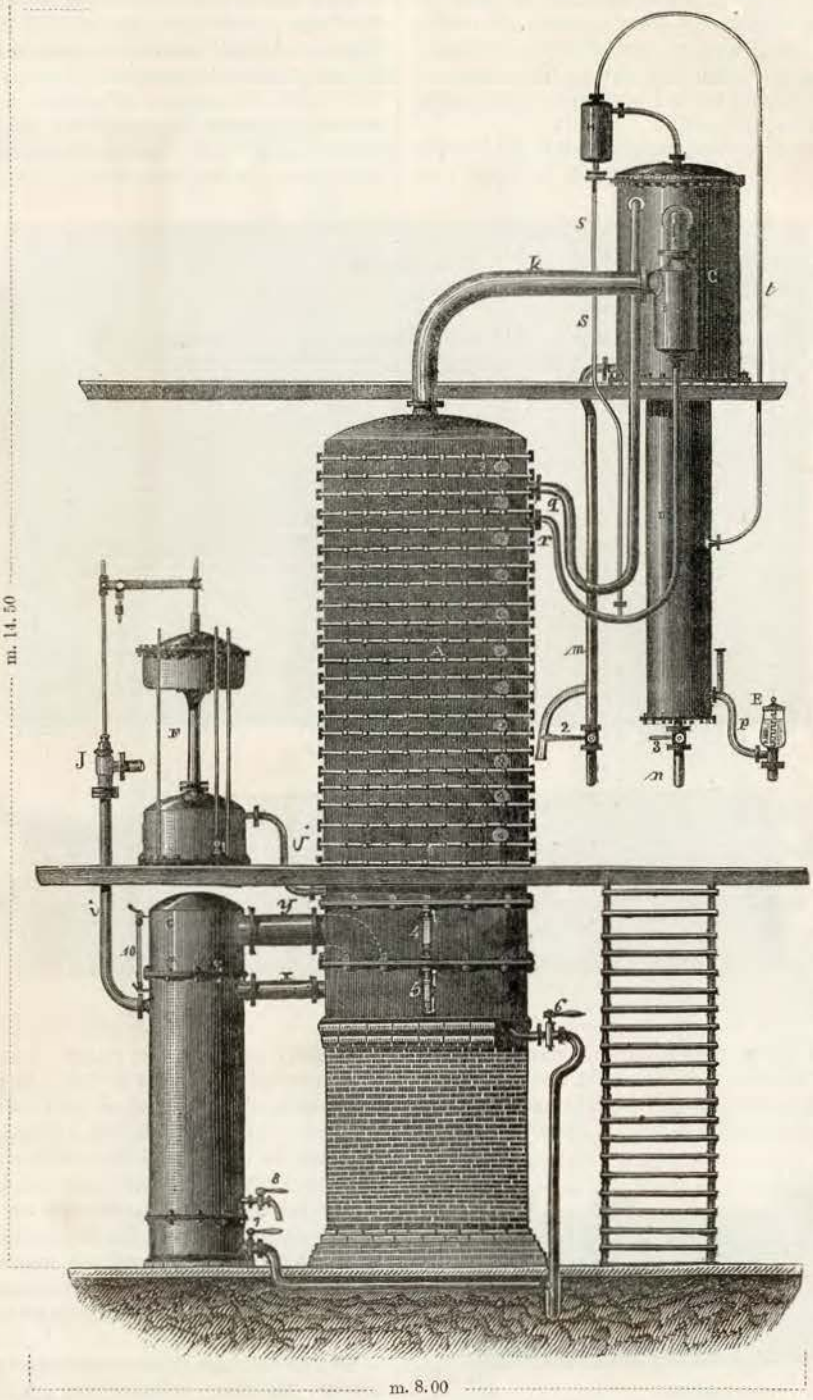


Fig. 91.

La colonna distillatrice è la parte essenziale e veramente caratteristica degli apparecchi Savalle; generalmente è formata dalla sovrapposizione di venticinque tronchi rettangolari di ghisa, detti *piattelli*, collegati insieme mediante viti e chiavarde, il tutto sormontato da una calotta su cui s'innesta il tubo K, pel quale svolgonsi i vapori alcolici.

La fig. 92, projezione orizzontale di un disco, e le figure 93 e 94, sezioni fatte rispettivamente sulle linee AB e CD di detta projezione, rappresentano la disposizione interna dei tronchi ed indicano anche come proceda discendendo il liquido da distillare, e come s'innalzino oppostamente i vapori alcolici. Pei trabocchi *o* (figure 93 e 94) il liquido proveniente dal calefattore discende di piattello in piattello, raggiunge la parte inferiore della colonna, d'onde se n'esce spoglio affatto di alcole. Il liquido cade prima nello spazio *r* (fig. 92) del piattello, poscia, come indicano le freccie *r*, *s*, *t*, arriva al punto diagonalmente opposto, dove si trova il canale di trabocco *o* pel quale discende nel piattello sottostante, e così di seguito. Mentre il liquido discende, i vapori alcolici salgono dall'uno all'altro piattello per gli orificii rettangolari *a*, *v*, ed incontrando le scatole capovolte e sospese (P P' P'' P'''), apronsi la via attraverso al liquido che trovasi sul piattello, nel modo che lo indicano le freccie delle figure 93 e 94. Le superficie di gorgogliamento essendo assai estese, l'esaurimento dell'alcole contenuto nel liquido che si distilla

diviene perfetto, in tempo relativamente breve; inoltre, lo spazio che il liquido è obbligato a percorrere sulla superficie di ciascun piattello, essendo relativamente stretto, la rapidità della sua corsa è grandissima e tutte le materie sospese in esso sono trascinate, evitandosi così le frequenti ostruzioni che diversamente avverrebbero; d'altronde, se queste si verificassero, togliendo la piastrella ovale *q*, di cui ogni canale di trabocco è fornito, si ripara il compartimento ostruito, senza dover scomporre l'intiero apparecchio.

Col *regolatore automatico*, rappresentato in F nella figura 91, ed in particolare nella figura 95, si regola l'introduzione del vapore nell'apparecchio, quindi il calore e la pressione nella colonna.

Questo regolatore si compone di due serbatoi cilindrici, riuniti per mezzo di un tubo centrale B e di due aste laterali inchiavardate. Il tubo B fa corpo col serbatojo superiore, e discende fin verso il fondo del serbatojo inferiore. Un galleggiante C, organo principale del regolatore, opera sulla estremità di una leva D, l'altra estremità della quale agisce sul gambo di una valvola E, che serve a regolare l'introduzione del vapore nel rigeneratore. La potenza d'azione del galleggiante è di molto aumentata per la disposizione della leva.

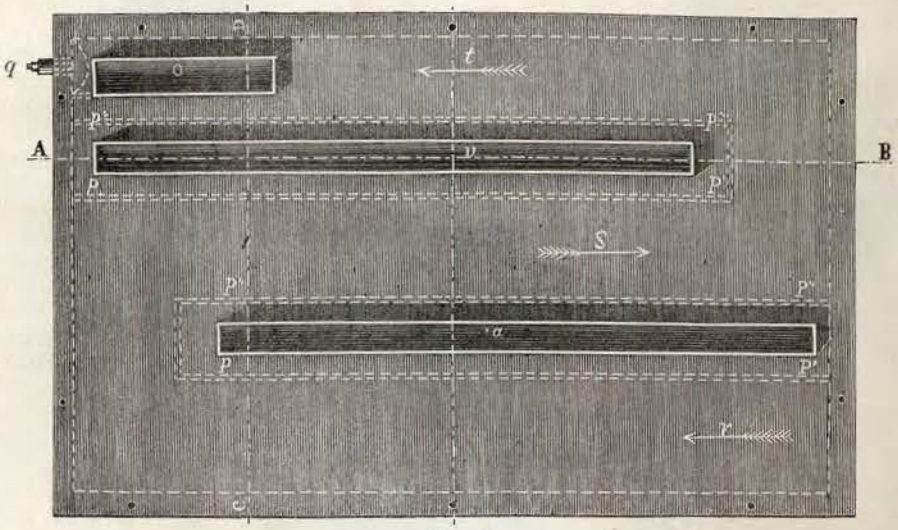


Fig. 92.

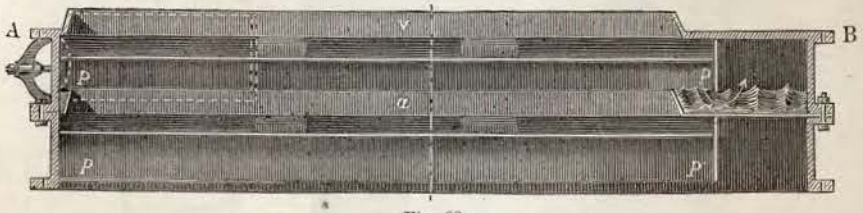


Fig. 93.

La base della colonna è messa in comunicazione col regolatore mediante un tubo *j* (fig. 91 e 95), che si connette in I. Nel recipiente inferiore, il liquido che costantemente vi si trova, scolando pel tubo *j* l'eccesso, non ne

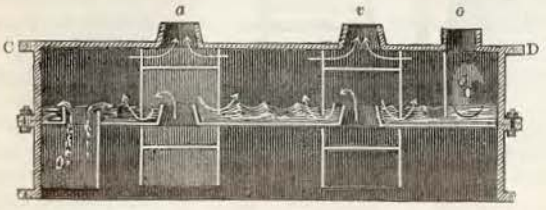


Fig. 94.

oltrepassa l'orificio e lascia così sempre una camera d'aria, che funziona da molla elastica o cuscinetto. La pressione del vapore si esercita sul liquido, il quale sale pel tubo B nel vaso superiore ad altezze variabili, che si constatano mediante il tubo a livello G, unito all'apparecchio. Le variazioni di livello del liquido si trasmettono al galleggiante e da questo alla leva D, la quale chiude la valvola quando il liquido si eleva oltre una determinata altezza, e la riapre allorquando si riabbassa. Con questa disposizione si regola la pressione a circa un centimetro d'acqua, cioè ad 1/1000 di atmosfera.

Il riscaldamento si fa col vapore, generalmente proveniente da un generatore che funziona a cinque atmosfere. Nella maggior parte dei casi il vapore è direttamente introdotto nel basamento in ghisa della colonna pel tubo *i*, in *x* (fig. 91). Su questo basamento evvi inoltre adattata un'opportuna valvola, la quale, essendo apribile dall'esterno all'interno, lascia entrare aria nella colonna, quando la pressione accidentalmente vi si trova inferiore all'atmosferica.

Se l'industriale dovesse usufruire le vinaccie esaurite, uscenti alla base della colonna, per ritrarre dalla loro evaporazione qualche altro prodotto, il sistema di riscaldamento ora indicato sarebbe certamente inopportuno, poichè con esso si diluisce di troppo il liquido che si deve poi in seguito evaporare. In questa condizione trovansi appunto le distillerie in cui si trattano le melazze di barbabietola, dalle cui vinaccie si estraggono poi colla evaporazione e calcinazione i sali potassici. A questo inconveniente il Savalle rimediò, alimentando e scaldando l'apparecchio coi vapori delle vinacce, che, sca-

ricate dal fondo della colonna, sono introdotte in un congegno tubulare, detto *rigeneratore*, che le è posto a lato.

Il *rigeneratore* tubulare è rappresentato in sezione verticale dalla fig. 96. Il vapore vi arriva pel tubo *i*, circola attorno al fascio tubulare, e l'acqua di condensazione è evacuata dal tubo **8**, facendola, se occorre, ritornare al generatore. Provenienti dalla colonna distillatrice pel

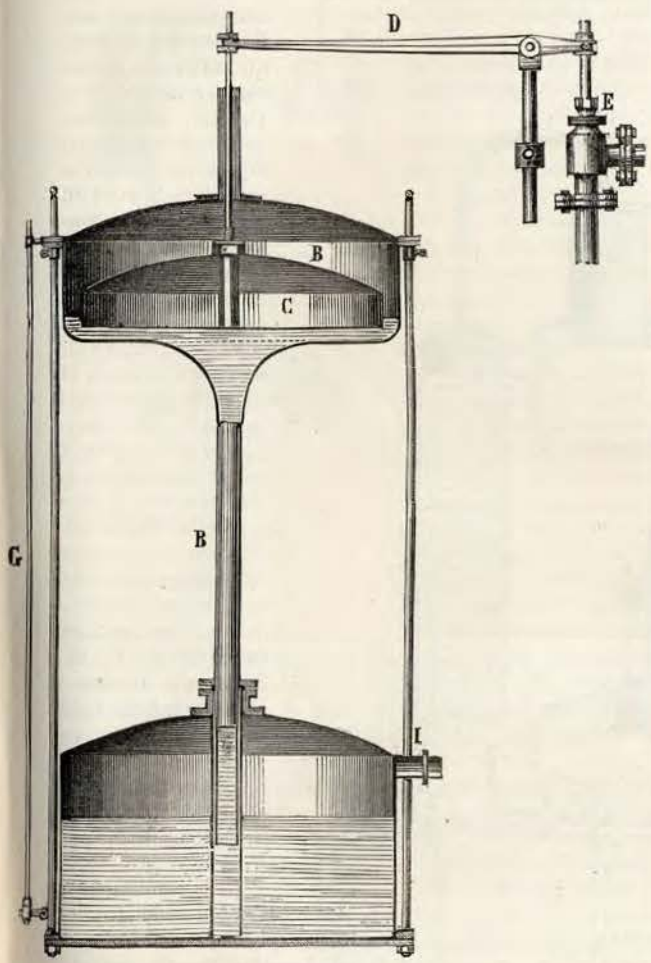


Fig. 95.

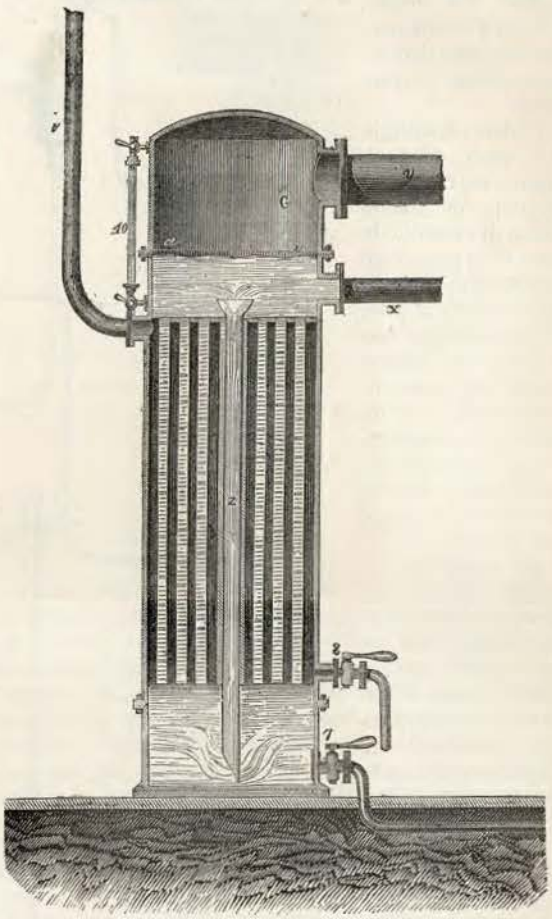


Fig. 96.

tubo *x*, le vinaccie esaurite o quasi, colano attraverso al fascio tubulare, dove fortemente riscaldate, evaporano, si condensano e pel tubo a rubinetto **7** vanno agli apparecchi di concentrazione. Un indicatore di livello **10** permette di conoscere l'altezza del liquido nella capacità superiore G, dove procurasi che non oltrepassi la linea *u v*. I vapori prodotti colla ebollizione delle vinacce, pel tubo *y* sono condotti a gorgogliare nel basamento della colonna. Il più ampio tubo *z*, posto nel centro dell'apparecchio, serve più specialmente alla discesa delle vinaccie che colla ebollizione elevansi per gli altri tubi minori del fascio.

Nelle distillerie in cui per altri usi sonvi in azione delle motrici, si può usufruire il loro vapore di scappamento per riscaldare l'apparecchio rigeneratore.

Esaminate partitamente le singole caratteristiche disposizioni di tutto l'apparecchio, ecco in breve quanto occorre per metterlo in azione: — 1° Riempire di acqua fredda il refrigerante D e di mosto il calefattore C (il mosto arriva al calefattore pel tubo *m*, che pel suo prolungamento comunica con un serbatojo superiore non indicato nella figura). 2° Chiudere le chiavette di alimentazione dell'acqua e del mosto. 3° Aprire la chiavetta d'accesso del vapore J, onde scaldare le vinaccie dell'operazione anteriore, contenute nell'apparecchio tubulare G, e poscia gradatamente tutti i piattelli o tronchi della colonna, scacciando senza scosse l'aria contenuta nel calefattore e nel refrigerante. 4° Allorchè l'alcole grezzo scola nel provino E, aprire la chiavetta **3** dell'acqua del refrigerante; indi, poco a poco, la chiavetta di alimentazione del mosto. 5° Cercare di stabilire la quota di alimentazione la più conveniente del mosto, acciocchè non sia eccessivo e sfugga all'esaurimento, ma sia per altro sufficiente per mantenere al prodotto il grado alcolico di cui è capace; mediante la chiavetta a quadrante **2**, la detta determinazione è fatta una volta per sempre, ed affinchè essa riesca proficua, è necessario che il serbatojo del mosto sia costantemente pieno, ed al medesimo livello, onde avere costante la pressione del liquido sull'orificio della chiavetta. 6° In sul principio del lavoro, finchè le flemme non arrivano nella provetta, il vapore di riscaldamento deve essere somministrato gradualmente; in seguito più non occorre di occuparsene, entrando in azione il regolatore. 7° Volendo terminare il lavoro, si chiude prima la chiavetta di alimentazione del mosto, e poco dopo quella del vapore; la colonna e l'apparecchio G rimangono così pieni di materia per l'operazione da riprendere il giorno susseguente, a meno che la distillazione non si faccia continua.

Gli apparecchi Savalle non hanno ancora raggiunta la mole di quelli inglesi di Coffey, ma vi si approssimano

già di molto, segnatamente quelli della grande distilleria e fabbrica di lievito di Max-Springer a Maisons-Alfort presso Parigi. In quella colossale ed esemplare distilleria agricola l'altezza della colonna e la superficie dei piattelli sono calcolate in modo, che il mosto segua un corso di 125 metri di lunghezza, e che le superficie di gorgogliamento si trovino a contatto col vapore sopra 200 metri. Ogni litro di mosto è pertanto sottoposto ad una falda di vapore lunga 200 metri. Perciò l'esaurimento non può non essere pronto e completo.

In detta distilleria si opera giornalmente sopra 30,000 chilogr. di mosto denso di cereali, da cui si traggono 16,800 litri di flemme a 50 gradi. L'apparecchio non subisce mai alcuna sosta per causa di ostruzione, e si distilla continuamente pel tratto di otto mesi, senza che lo si debba scomporre per pulirlo.

In quella distilleria il lavoro, che doveva in seguito essere duplicato, già nel 1876 forniva giornalmente 7000 litri di alcole sopraffino, più 2250 chilogrammi di lievito che si vende a Parigi, e dei residui della distillazione (drêches) sufficienti per l'alimentazione ed ingrassamento di 1700 capi di bestiame.

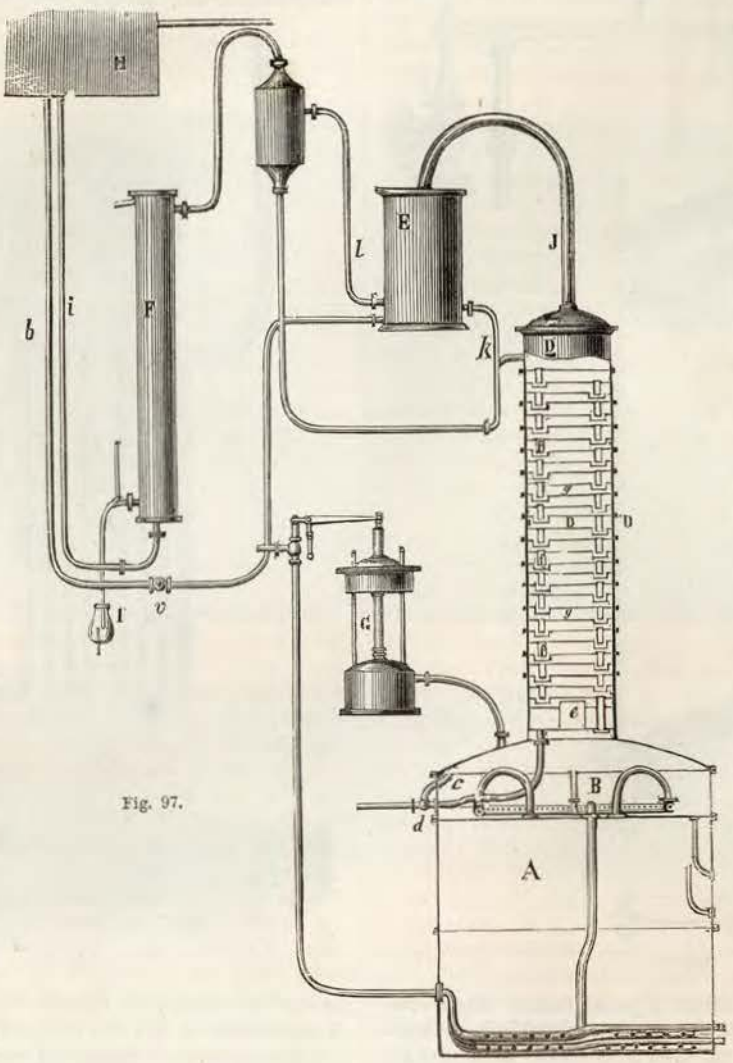


Fig. 97.

Gli apparecchi Savalle di rame o di ghisa e rame sono numerati dall'1 al 15 secondo le loro dimensioni; il lavoro effettuabile, dal numero inferiore al maggiore, è di 300 a 4500 ettolitri di mosto, ricco dal 3 all'8 per 100 di alcole, distillato in ventiquattr'ore. Il consumo di vapore esige generatori della forza da 12 a 175 cavalli, calcolati in ragione di 1m.45 di superficie di riscaldamento, per cavallo; allorquando si opera su di un mosto al 4 per 100 di alcole, il consumo di acqua fredda a 12° è di 900 a 13,500 litri per ora.

Rettificatore Savalle. — Con questo apparecchio, come coll'analogo del Dubrunfaut, già descritto, si ottiene la concentrazione e l'epurazione delle flemme, una specie di raffinazione, a cui si dà comunemente il nome di *rettificazione*.

Quantunque oggidì, per l'applicazione di recenti scoperte fisico-chimiche, questi apparecchi abbiano perduto assai d'importanza, pure questo del Savalle lo si riporta qui ugualmente, essendo esso rimarchevole per costruzione ed anche perchè descrivendone i suoi particolari, viene ad essere completata la descrizione delle colonne distillatrici che precedono.

Schematicamente l'apparecchio rettificatore è rappresentato dalla fig. 97, ed è così composto:

A B, caldaja di rame o di lamiera di ferro, in cui si introducono le flemme da rettificare, ed è divisa in due compartimenti: nell'inferiore A trovasi un serpentino, che serve a riscaldare a vapore, senza che questo gorgogli nel liquido; nella parte superiore B evvi un serpentino perforato, pel quale entrano i vapori sviluppantisi dal liquido nella parte inferiore; D, colonna formata di un certo numero di piattelli o diaframmi perforati, rappresentati in pianta ed in sezione dalle fig. 98 e 99; J tubo a collo di cigno, adduttore dei vapori dalla sommità della colonna al condensatore analizzatore tubolare E; F, refrigerante tubolare; G, regolatore (già descritto); I, provino per lo scolo del 3/6 rettificato (descritto innanzi); H, serbatojo di acqua fredda.

Ecco come agisce l'apparecchio:

Si riducono le flemme da rettificare al titolo di 40 a 45° cent., aggiungendo dell'acqua, e ciò onde rendere facile la separazione degli olii essenziali. — Così preparate, le flemme sono introdotte nel compartimento inferiore A della caldaja e sono riscaldate dal vapore che si fa arrivare nel serpentino. I vapori alcolici, attraversando il doppio fondo, pei fori del serpentino irrompono nel compartimento superiore B, prontamente lo riempiono, indi avviansi attraverso i dischi della colonna. A questo punto apresi la chiavetta dell'acqua *v*, onde stabilire l'alimentazione d'acqua fredda al condensatore E, dove arrivando i vapori si condensano; il liquido condensatosi si riconduce per K nella colonna, in cui discende di disco in disco, su ciascuno dei quali se ne raduna uno straterello, mantenuto in ebollizione dai vapori che, man mano svolgendosi, salgono. Il liquido, raggiunto l'orlo superiore degli sfioratori o stramazzi *f* (fig. 98 e 99), riversa nelle scatole *g*.

Allorquando tutti i dischi sono carichi di alcole, ed anche il compartimento B si sia riempito, chiudendo

parzialmente la chiavetta *v* del tubo *b*, si diminuisce l'introduzione dell'acqua fredda nel condensatore, in modo d'avere in questo una temperatura tale da non condensare più di circa due terzi dei vapori alcolici che vi arrivano.

I vapori non condensati in E, passano per *l* nell'analizzatore, ove si spogliano delle parti acquose, le quali ritornano per K nella colonna, mentre i vapori proseguono pel tubo superiore e sono condensati nel refrigerante E, raffreddato dall'acqua proveniente da H pel tubo *i*.

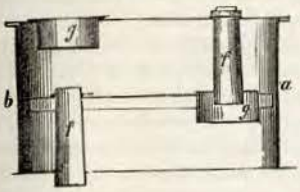


Fig. 98.

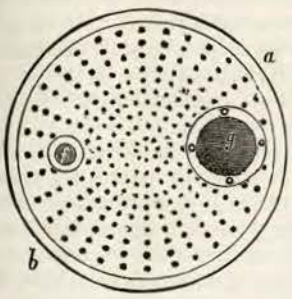


Fig. 99

Il regolatore G, agendo come s'è visto, mantiene sempre una pressione costante nell'apparecchio, conservando un efflusso consono al vapore calefaciente.

Nel compartimento superiore della caldaja, su *c* (in F della fig. 90), si trova un termometro a vapore, affatto speciale agli apparecchi Savalle, il quale indica le differenti fasi dell'operazione. Quando detto termometro segna che il liquido contenuto nella caldaja è esaurito di alcole, si apre la chiavetta *d* (fig. 97), per far passare in serbatoi appositi il liquido proveniente dalla colonna; si sospende l'introduzione del vapore nel serpentino calefaciente; si toglie l'acqua contenuta nella caldaja, e così l'operazione è compiuta.

I primi prodotti ottenuti sono eterei, di cattivo sapore e sono messi a parte; l'alcole che vi arriva in seguito raggiunge i 95-97° centesimali, è quello detto *buon gusto* che si raccoglie; quando l'alcole scende a meno di 92°, si mette nuovamente in disparte come alcole secondario. Tutte queste constatazioni e separazioni si fanno facilmente col provino J, il quale indica altresì esattamente la quantità di alcole che per ora può produrre l'apparecchio, e se il lavoro procede regolarmente.

Il principio su cui è costrutto detto provino è basato sullo scolo differenziale dei liquidi da una data apertura sottoposta a pressioni differenti.

La figura 100 lo rappresenta in particolare. Esso si compone: di un serbatojo E in vetro, ermeticamente chiuso, in cui s'introduce l'alcole proveniente dal tubo C. Sul tubo F, sormontato dal tubo in vetro graduato, trovasi l'orificio di scolo, il quale è fisso, ed è regolato una volta per sempre alla messa in opera dell'apparecchio. Questo orificio ha una sezione tale che l'alcole fornito dall'apparecchio non può passarvi totalmente, senza che una pressione ve lo obblighi. Il livello del liquido si eleva allora nel provino, finchè la pressione che agisce sull'orificio di scolo si fa abbastanza forte per fare da esso smaltire il volume di alcole che arriva per C. Il liquido subisce così nel provino delle variazioni di livello, constatabili coll'osservazione della graduazione del tubo, cui a ciascuna divisione corrisponde un volume differente, ed indica anche la quantità di liquido prodotto per ora.

Il provino comunica con un sottostante recipiente di distribuzione G, da cui, per mezzo di robinetti, si dirigono i prodotti pei tubi I, K, L, secondochè i prodotti sono eterei, di buon gusto o di titolo basso. Un robinetto D, detto di degustazione, permette di constatare in qualsiasi momento quali sono le proprietà organolettiche dell'alcole rettificato, il cui titolo è segnato dall'alcolometro rinchiuso nel provino.

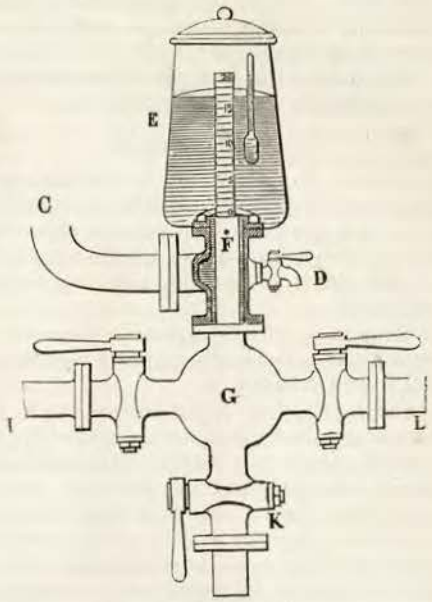


Fig. 100.

Rettificazione degli alcoli (cenni). — La rettificazione delle flemme fatta anche colle maggiori cautele e cogli apparecchi più perfezionati, di primo getto non dà che dal 45 al 50 per 0/0 di alcole buon gusto; il resto deve essere di nuovo rettificato fin sei volte, onde poterlo mettere in commercio. Anzi, alcuni alcoli, come, per esempio, quelli di barbabietola e di fecola, anche colla ripetuta rettificazione non si possono mai completamente privare dai cattivi sapori loro forniti da quegli alcoli omologhi superiori all'alcole vinico, impropriamente chiamati olii essenziali, i quali in gran numero hanno origine, tanto nella fermentazione dei principii alcologeni, come nella distillazione dei mosti. Dette sostanze appartengono agli alcoli, agli eteri ed alle aldeidi della serie grassa $C^n H^{2n+2} O$ ed alla maggior parte degli acidi della serie grassa $C^n H^{2n} O^2$.

Ora, sapendo che diversi di questi prodotti hanno il lor punto di ebollizione che s'avvicina di molto a quello dell'alcole etilico (come, per es., l'aldeide butilica che bolle a 75°), rammentando quanto è stato riferito al capitolo **distillazione frazionata**, *a fortiori* si ammette, che rettificando gli alcoli, colla sola distillazione la separazione delle sostanze odorose, che vi sono in tenuissima quantità, è molto difficile se non impossibile l'ottenerla.

Da tempo si ricorse quindi ad altri mezzi per fare questa epurazione, quali, per es., la filtrazione attraverso a carbone vegetale od animale ed attraverso all'arso inzuppato d'olio d'olive.

Si ricorse altresì ai mezzi chimici, trattando le flemme cogli idrati alcalini od alcalino-terrosi, coi carbonati alcalini, con acetato di piombo, etilato di sodio, acido cromico, ipocloriti, acqua ossigenata, ecc.; ma con nessuno di tali agenti si conseguiva interamente l'intento.

Raoul Pictet, applicando i principii esposti a pag. 65, immaginò un apparecchio in cui, distillando le flemme od i mosti a pressione molto bassa, partendo da basse

temperature, di primo acchito ottiene l'alcole etilico buon gusto, non però affatto privo di minime quantità di alcoli omologhi superiori (1).

L. Naudin e Schneider ultimamente (agosto 1881) immaginarono ed applicarono un processo elettro-chimico di lenta idrogenazione degli alcoli omologhi superiori dell'alcole vinico; siccome però alcuni di essi sfuggivano anche all'azione della pila di zinco e rame, la completa disinfezione delle flemme si ottiene poi sottoponendole alla elettrolisi prodotta con macchine generatrici di elettricità (Gramme, Lontin, Siemens) (2).

Distillazione secca.

Come altrove fu già notato, la distillazione secca non è una vera distillazione, ma una scomposizione più o meno rapida e profonda delle sostanze organiche, che riscaldate in vaso chiuso, danno origine a parecchi prodotti volatili, alcuni sublimabili, altri vaporizzabili ed altri gasificabili.

La distillazione secca distinguesi in *bianca* e *carbonosa*, secondochè la materia scomposta residua è o non un prodotto carbonizzato.

Notisi che, trattandosi di distillazione secca, alludesi sempre a scomposizione di materie organiche, quantunque estendasi altresì alle materie inorganiche; come, per esempio, nella preparazione dell'acido solforico fumante col solfato ferroso, e nella preparazione dell'anidride solforica coi bisolfati di sodio o di potassio.

Distillazione bianca. — La si eseguisce ad un temperatura determinata. In alcuni casi il residuo è fisso, ed è formato di un solo prodotto; in altri non si ha residuo perchè tutti i prodotti sono volatili; in altri casi poi la decomposizione riesce più complicata, poichè una parte della sostanza si risolve in due o tre prodotti, mentre altra parte si scompone in maniera differente. I seguenti esempi daranno un'idea più concreta di queste diverse fasi di scomposizione.

L'acido citrico scaldato repentinamente a 200° svolge una molecola d'acqua, lasciando nel residuo dell'acido aconitico:

$$C_6H_8O_7 = H_2O + C_6H_6O_6$$

a temperatura più elevata l'acido aconitico si scompone in anidride carbonica ed acido itaconico che distilla:

$$C_6H_6O_6 = CO_2 + C_5H_6O_4$$

contemporaneamente però, per la temperatura elevata, parte dell'acido citrico si scompone diversamente, cioè in ossido di carbonio, acetonio, olio empireumatico e carbone.

L'acido ossalico scaldato in fretta, parzialmente si sublima indecomposto, e parte si risolve in acqua, ossido di carbonio ed anidride carbonica:

$$C_2H_2O_4 = H_2O + CO + CO_2$$

ed un'altra parte si scompone in anidrice carbonica ed acido formico:

$$C_2H_2O_4 = CO_2 + CH_2O_2$$

In qualche caso tutto l'ossigeno del corpo organico è sottratto dall'idrogeno e dal carbonio sotto forma di acqua e di anidride carbonica, formandosi degli idrocarburi; come l'acido acetico, per esempio, il quale si scompone in anidride carbonica ed in idruro di metile:

$$C_2H_4O_2 = CO_2 + CH_4$$

La distillazione bianca si fa anche con un *intermezzo attivo*, la cui azione può essere chimica o semplicemente fisica.

La sabbia, il vetro pesto, la polvere di mattone o di pomice, mescolate in grande quantità colla sostanza organica sottoposta alla distillazione, agiscono fisicamente, perchè invece di lasciarla distillare nella sua integrità, trattenendo imprigionate le bollicine di vapore che si sviluppano, queste possono poi essere sottoposte ad una temperatura che le può ulteriormente decomporre. L'alcole, così trattato, si scompone parzialmente e l'acido benzoico quasi compiutamente.

L'intermezzo opera chimicamente, se ha un'affinità grande col corpo con cui viene messo a contatto.

Riscaldando i corpi organici mescolati cogli idrati alcalini, per prodotto principale ha origine un acido, il quale suol essere l'ossalico, il formico, il carbonico; ovverosia si forma un carbonato alcalino, un acetonio ed acqua, se il corpo è un acido monobasico come l'acetico:

$$2C_2H_4O_2 + CaO = CaCO_3 + C_3H_6O + H_2O$$

In alcuni casi, quando l'idrato alcalino è in grande eccesso, tutto l'ossigeno dell'acido è trasmorfato in anidride carbonica e si svolge un idrocarburo con acqua:

$$C_2H_4O_2 + 2KHO = K_2CO_3 + CH_4 + H_2O.$$

Talora poi, da acidi complessi, si producono nuovi acidi organici di costituzione più semplice.

Distillando da solo un corpo organico azotato che non lascia residuo carbonoso, la maggior parte dell'azoto lo si ha allo stato di ammoniaca, di base organica o di un corpo cianico. Talora l'azoto si svolge libero, con contemporanea formazione di un prodotto contenente il residuo nitrile; se la decomposizione non è così nitida, ma per scomposizione più profonda si ottiene residuo carbonoso, esso, in questo caso, è sempre azotato.

Distillando un corpo azotato con un alcali o con un alcali-terroso, l'azotato si converte tutto in ammoniaca od in un'ammoniobase volatile, mentre si formano altri prodotti, tra cui costantemente l'anidride carbonica.

Distillazione nera o con residuo carbonoso. — Quando le sostanze organiche vegetali od animali, si espongono all'azione del calore in recipienti in cui l'aria non vi possa affluire liberamente, la scomposizione avviene in modo, che l'ossigeno, l'idrogeno e l'azoto e porzione del carbonio si svolgono in prodotti volatili, mentre rimane fisso molto del carbonio allo stato di carbone, con una tenue quantità di idrogeno (e di azoto se trattasi di sostanze azotate) insieme cogli elementi minerali costituenti la cenere, la quale, naturalmente, si sarebbe pure ottenuta, facendo la gasificazione dei principii ossigenati anche col concorso dell'aria.

La distillazione secca può quindi anche dirsi *distruttiva*, i cui prodotti volatili e fissi variano di natura, non solo conforme alla composizione originaria della sostanza decomposta, ma altresì a norma della temperatura a cui la sostanza fu assoggettata.

La distillazione secca può essere fatta a fuoco diretto, senza restringere entro certi limiti la temperatura, oppure col vapore sovrascaldato, prefiggendosi la temperatura da conseguirsi.

Le affinità scambievoli dei componenti i corpi organici od organizzati sono eccitate a temperatura elevata con tendenza a formare combinazioni più semplici, le quali, senza scomporsi, resistono ad un elevato grado di calore, come l'acqua, l'anidride carbonica, l'ossido di carbonio ed alcuni idrocarburi gasosi, tra cui l'idruro di metile. L'azoto, se vi si trova, tende a combinarsi coll'idrogeno, formando ammoniaca, la quale, in presenza dell'anidride carbonica e dell'acqua, unendovisi, si svolge sotto forma di carbonato ammonico. Zolfo, cloro, bromo e jodo, se vi sono, tranne qualche eccezione per l'ultimo, appajono combinati collo idrogeno o col carbonio; lo zolfo

(1) *Bollett. delle Privat. industr.*, ser. II, vol. 12 (febbr. e giugn. 1881).
(2) *Moniteur Scientifique*, serie 3ª vol. XII (gennaio 1882) e *Bulletin de la Société Chimique de Paris*. Nuova serie, vol. XXXVI (giugno 1881).

ed il cloro trovansi sotto forma di solfuro e cloruro di carbonio. Anche parte dell'azoto in certi casi si associa intimamente col carbonio, originando cianogeno od acido cianidrico, specialmente quando vi sia presenza di ammoniaca.

A temperatura elevatissima, gli idrocarburi ed i prodotti azotati, per effetto di dissociazione, possono scindersi nei loro elementi, ottenendo così col calore prodotti volatili che sfuggono alla decomposizione successiva.

Nella distillazione secca comune, oltre i prodotti gasosi inorganici e l'acqua, si formano liquidi alcolici ed acidi volatili, tra cui principalmente l'acido acetico, che svolgonsi al principio dell'operazione.

I corpi che, come lo zucchero, l'amido, il legno, la gomma, ecc., constano di ossigeno, idrogeno e carbonio in modo da rappresentare idrati di carbonio, forniscono acido acetico, il quale rappresenta la somma degli elementi di due molecole di acqua con due di carbonio ($C_2H_4O_2$); l'acido acetico, essendo volatile, passa prima e non soggiace ad ulteriore decomposizione. Gli altri corpi non azotati forniscono altri acidi volatili, che sono diversi a seconda della proporzione dei loro componenti ed anche secondo la loro costituzione. I liquidi alcolici che si producono sono l'alcole metilico o spirito di legno, il lignone, dei chetoni e delle aldeidi.

Esaminando la composizione dei primi prodotti della distillazione secca, trovansi abbondare quelli che contengono ossigeno; ne seguono poi altri, o senza ossigeno, o scarsamente ossigenati e specialmente:

1° Dei *carburi d'idrogeno* come il gas delle paludi od idruro di metile (CH_4), il gas olefico od etilene (C_2H_4), il tretilene (C_4H_8). Il secondo ed il terzo si formano in copia maggiore dai composti in cui è scarso l'ossigeno, come i grassi e le resine; d'onde ne consegue che ardono con fiamma luminosa.

2° Degli *olii volatili*, i quali, essendo dotati di odore poco gradevole, furono chiamati *olii empireumatici;* e sono, od idrocarburi soltanto, o formati di carbonio e di idrogeno con poco ossigeno. Appartengono a questa classe i due olii empireumatici ottenuti dal Faraday nella distillazione secca delle sostanze grasse, l'eupione, il creosoto, la picamara ed il capnomoro di Reichenbach, il pirolo di Runge ed altri composti studiati da Frémy, Couerbe, Laurent ed altri chimici.

3° Dei *composti cristallizzabili*, detti da alcuni *canfore empireumatiche;* constano unicamente di carbonio e d'idrogeno, e per la maggior parte non risultano dalla decomposizione immediata della sostanza distillata, ma bensì da una decomposizione a cui soggiace taluno dei prodotti volatili appena formato, causa l'azione del calore che risente prima di giungere nelle parti meno calde dell'apparecchio.

4° Delle *resine empireumatiche*, contenenti poco ossigeno e per lo più di colore bruno. Unverdorben, che le esaminò, ne trovò di solubili nell'alcole e nello idrato potassico e di solubili soltanto nell'uno o nell'altro dei detti reattivi.

5° Degli *alcali volatili*, insieme con ammoniaca, allorquando la materia assoggettata alla distillazione contenga dell'azoto. Fra questi alcali volatili si annovera l'etilamina ed i suoi omologhi, nonchè altri che furono accuratamente studiati da Anderson, che li estrasse dall'olio animale del Dippel od olio di corno di cervo.

Il litantrace o carbon fossile, sottoposto a distillazione secca (*V.* Gas-luce) e specialmente a temperatura non troppo elevata, fornisce una mescolanza molto complessa di prodotti: in cui, una parte è acida e contiene acido fenico, con tenui quantità di acido rosolico e di acido brunolico; una porzione basica contenente ammoniaca, fenilamina, benzilamina ed altre basi volatili; una porzione neutra formata di benzina, toluene ed omologhi, fra cui gl'idruri dei radicali alcolici, essile, amile ed eptile, che sono liquidi, oltre ad alcuni composti solidi, la naftalina, l'antracene, il paranaftalene, il crisene, il pirene, il retene e le paraffine.

Ai prodotti più volatili che primi si svolgono, ne succedono altri, nei quali la volatilità va decrescendo, e questi, aumentando la temperatura, o passano vaporizzando, ovvero si scompongono in nuovi prodotti, parte dei quali è più volatile e parte rimane fissa. Da ciò si può arguire, quale e quanta sia l'influenza di una diligente e sapiente direzione di un'officina di gas-luce, sulla qualità e quantità del gas ottenibile da uno stesso litantrace.

Quando nelle sostanze organiche distillate a secco la proporzione dell'idrogeno, dell'ossigeno e dell'azoto che rimane nel residuo dopo lo sviluppo dei primi prodotti è sufficiente per formare composti volatili col rimanente del carbone, a temperatura più energica di quella raggiunta nel principio della distillazione, di carbone fisso allora non ne rimane nella storta; ma se rispetto alla quantità degli altri elementi, il totale del carbonio è in eccesso, per dar origine a prodotti volatili, allora rimane del carbone, che seco tiene in combinazione tenace una minima porzione dei detti elementi gasosi, i quali non sono del tutto separati, se non arroventando al bianco detto carbone.

I corpi organici che contengono una proporzione media di ossigeno, come gli zuccheri, le gomme, il legno, ecc. forniscono, come residuo fisso, una quantità rilevante di carbone; perchè, mentre parte dell'idrogeno si svincola combinato col carbonio, altra porzione si unisce all'ossigeno per formare dell'acqua. Quanto più regolata e bassa è l'azione del calore, maggiore è la proporzione dell'idrogeno che si unisce coll'ossigeno e d'altrettanto maggiore è altresì la quantità del carbone residuo. Dai composti ricchi di ossigeno si ottengono in copia ossido di carbonio ed acido carbonico; da quelli ricchi d'idrogeno e deficienti in ossigeno si hanno specialmente idrocarburi in forma di gas, di materie oleose, cristallizzabili, resinose, ecc.

Se durante la distillazione il composto si fa molle o si liquefà, ciò che spesso succede, il carbone residuo è rigonfio e spugnoso, come quello che si ha dallo zucchero e dalle resine, od è spugnoso come quello che rimane dagli acidi tartarico e citrico; se poi resta compatto, come quello del legno, allora conserva la forma e la struttura che aveva il corpo prima d'essere distillato, tranne che ne è diminuito il volume.

I prodotti diversi che si ritraggono colla distillazione secca, a norma delle loro proprietà fisiche, possono essere classificati come segue:

1° *Gas.* — Idrogeno ed azoto; ossido di carbonio ed anidride carbonica; acido solfidrico (ed in certi casi il bromidrico ed il jodidrico); gas delle paludi, gas olefico e tetretile; qualche volta cianogeno. Insieme coi gas rimangono diffusi i vapori di olii empireumatici e di solfuro di carbonio.

2° *Distillato liquido.* — Acqua, derivante, in parte da quella d'idratazione della sostanza da decomporsi, in parte ingenerata dagli elementi ossigeno ed idrogeno, esistenti nella sostanza stessa. Nell'acqua si trovano disciolti dei liquidi alcolici, come aldeide, alcole metilico, lignone ed acetonio; nonchè alcuni acidi e fra questi frequentissimo l'acetico. Ciò riferiscesi specialmente a quei corpi che non contengono azoto fra i componenti, e la soluzione acquosa possiede reazione acida.

Se il corpo è invece azotato, allora il distillato acquoso contiene acido cianidrico, in tenue proporzioni, e molta ammoniaca, con alcune basi organiche del tipo ammoniacale, come l'etilamina, la metilamina, ecc. Se l'ammoniaca trovasi in piccola quantità, rimane saturata dall'acido acetico o da altro acido energico che lo sostituisce ed il liquido presenterà reazione neutra od acida; ma se i principii azotati abbondano nel corpo distillato, allora gli acidi energici non sono sufficienti per saturare l'ammoniaca e questa in presenza dell'acido carbonico vi si combina, formando carbonato ammonico, il quale dà reazione alcalina alla soluzione. Da questa differenza di reazione si distinguono i corpi organici azotati da quelli che non lo sono. I non azotati forniscono un liquido acquoso acido, che non isvolge ammoniaca anche trattato con un alcali; gli azotati lo danno alcalino, o che svolge ammoniaca trattandolo con un alcali fisso. Se però un corpo non azotato fosse stato mescolato con nitro prima di sottoporlo alla distillazione secca, distillandolo potrebbe sviluppare ammoniaca.

3° *Olii empireumatici e bitume.* — È una miscela con odore sgradevole, e talora fetido, composta di olii empireumatici, di resine, d'idrocarburi solidi, accompagnati spesso da basi volatili, da una sostanza pultacea bruna e da un'altra sostanza bruna, solubile nell'alcole e nell'acqua, che dà origine a composti insolubili se viene trattata con idrati alcalini od alcalino-terrosi. Le sostanze più azotate producono catrame più puzzolente, come l'albume d'uova, la carne. Unverdorben attribuisce quel disgustosissimo odore ad un prodotto speciale oleoso e d'indole acida, che chiamò *acido empireumatico*, il quale, a seconda della sostanza da cui ebbe origine, differisce di proprietà, essendo talvolta più leggero e talvolta più specificamente pesante dell'acqua.

4° *Sublimato.* — Consta talvolta di un acido, come, ad esempio, l'acido pirogallico, o di idrocarburi solidi, volatili e cristallizzabili, come la naftalina, ecc.

5° *Carbone.* — Il residuo carbonoso contiene altresì le materie minerali, o ceneri, del corpo distrutto; è idrogenato od azotato secondochè idrogenata od azotata è la sostanza d'onde deriva. Quando la materia non è azotata ed è in forma polverulenta, come la segatura di legno, od in parti minute e sottili come le foglie di certe piante, allora, se ancora calda si trae fuori dal recipiente distillatore, piglia fuoco spontaneamente, perchè condensa con rapidità l'ossigeno atmosferico. Ciò avviene pure talvolta col carbone di alcuni legni porosi che non abbiano soggiaciuto a temperatura troppo elevata e non si sia quindi molto contratto per l'azione del calore. Il carbone spugnoso e tumefatto di sostanze soggiacenti a fusione, se raffreddato fino ad un certo limite, generalmente non si accende al contatto dell'aria.

Altre nozioni sulla distillazione secca e sui suoi prodotti sono svolte nell'articolo che segue.

Bibliografia. — *Enciclopedia di Chimica scientifica ed industriale*, pubblicata dall'Unione tipografico-editrice di Torino — *Dictionn. des Arts et Manufactures*, par Ch. Laboulaye, Paris 1861 — *Traité de Chimie tecnologique et industrielle*, par Fr. Knapp, Paris 1870 — *Dictionnaire de Chimie industrielle*, par Barreswil et Aimé Girard, Paris 1862 — *Traité de la Chaleur*, par E. Péclet, Paris 1878 — *Les industries agricoles*, A. Ronna, Paris 1869 — *Handbuch der chemischen Technologie*, R. Wagner, Leipzig 1880 — *Appareils et procédés de distillation*, Désiré Savalle, Paris 1876. — *Agenda du chimiste 1882*, Ad. Wurtz — *Distillation des vins, Distillation des grains et des mélasses, Manuels Encyclopédie*, Roret 1865 — *Distillation des alcools*, Duplais, Paris 1876 — *Die Branntweinbrennerei*, C. J. N. Balling, Prag 1865 — *Handbuch der Spiritusfabrikation*, Max Maercker, Berlin 1878 — *Die Branntweinbrennerei und deren Nebenzweige*, K. Stammer, Braunschweig 1875 — *Die Malzbereitung*, Jos. Bersch, Berlin 1880 — *Spiritusfabrikation*, Max Maercker, Braunschweig 1875 — *Zeitschrift für Spiritusindustrie unter Mitwirkung*, M. Maercker, Berlin 1880.

Ing. Luigi Anelli.

DISTILLAZIONE DEL LEGNO — Franc. *Distillation du bois.* Ingl. *Distillation of wood.* Ted. *Destillirung des Holzes.* Spagn. *Destilacion* . . . . .

Col nome di legno indicansi cumulativamente le radici, il tronco, i rami delle piante arboree ed il complesso di tessuti diversi, dei quali le piante stesse si compongono (epidermide, corteccia, libro, alburno, legno, tessuto midollare). Le piante inoltre appartengono a molte e diverse specie, aventi diversità notevoli nelle loro proprietà fisico-chimiche; i loro legni quindi presentano essi pure caratteri assai diversi.

Tutti i legni hanno per tessuto fondamentale una sostanza di composizione ben definita, che per la forma di cellule più o meno ampie sotto cui si presenta, venne denominata *cellulosa.* In questa, come nei canalucci che forma, sono rinchiuse, tanto le sostanze assorbite dal suolo (*linfa ascendente*), quanto gli umori nutritizii già elaborati nelle foglie e resi capaci di nutrire le piante (*cambium* o *linfa discendente*), nonchè prodotti speciali di secrezione delle piante, che si rinvengono depositati entro le cellule stesse e nei canali, come resine, gomme, albumina vegetale (sostanza azotata) ossalati, ecc. La cellulosa trovasi inoltre coperta, avvolta ed impregnata da un'altra sostanza detta *lignina* o *materia incrostante*, la quale è complessa, non si potè finora isolare allo stato puro e fu giudicata dal Payen come mescolanza di quattro principii immediati diversi (legnoso, legnone, legnino e legnireosa).

L'*asse* o *midollo* risulta di un tessuto cellulare floscio, il quale in taluni punti si prolunga fino alla corteccia, sotto forma di raggi midollari. Tutto attorno al midollo si trova un aggregato di tessuto fibro-vascolare, in cui, durante la vita della pianta, si deposita la maggior parte della cellulosa e della materia incrostante; perciò queste cellule legnose e vascolari si addensano e costituiscono così il *legno* propriamente detto.

La diversa condizione di aggregazione delle cellule, la diversa natura delle materie che riempiono ed incrostano la cellulosa, fanno variare notevolmente, sotto diversi aspetti, la natura dei legni.

Quanto maggiore è lo spessore delle pareti delle cellule di un dato legno, e quanto maggiore è il numero di cellule che si sono accumulate in uno spazio determinato, tanto più siffatto legno è duro e pesante. Si dà il nome di *legni duri* o di *legni ad essenza forte* a quelli che a parità di spazio contengono una maggiore quantità di cellule a pareti dense; gli altri diconsi *legni dolci* o *molli* o di *essenza dolce.*

Fra i costituenti del legno, oltre le accennate sostanze, l'acqua vi entra in quantità ragguardevoli.

Nelle piante di fresco atterrate varia di molto la quantità dell'acqua, in alcune essendo notevole tanto da rappresentarne la metà in peso. Varia inoltre nella stessa specie, secondo la parte della pianta, secondo l'età, secondo la stagione dell'atterramento e secondo la natura dei terreni nei quali esse vegetarono.

Per la porosità della materia legnosa, anche dopo prolungato essiccamento naturale all'aria libera, nel

legno trovasi poi sempre dal 15 al 20 per cento d'acqua; anche a + 100° c. non è interamente seccato; solamente portandolo gradatamente a 140°, e mantenendovelo per qualche tempo, si può essiccarlo completamente.

Le precedenti nozioni brevemente sono qui ricordate, servendo a dare poscia spiegazione dei fatti che saranno esposti.

Allorquando si sottopone il legno ad un intenso riscaldamento, lo si risolve in prodotti volatili, i quali, in gran parte combustibili, abbruciando costituiscono la *fiamma*. Questo fatto è tuttodì dimostrato dalle combustioni eseguite nei domestici focolari, in cui osservasi anche, che se l'aria, cioè l'ossigeno, non scarseggia, la fiamma riesce chiara e splendente; se invece scarseggia, come per esempio quando un camino non ha sufficiente tirante d'aria, allora una parte dei prodotti della combustione del legno si svolgono sotto forma di fumo più o meno denso. I prodotti così estricantisi, raffreddati in contatto delle pareti dei camini, vi si condensano in parte, e vi formano quel deposito che costituisce la *fuliggine*, materia ancora combustibile, che, come tutti sanno, è spesso causa d'incendio.

Quanto osservasi avvenire nelle accennate circostanze, è in armonia colle mutazioni chimiche, che si producono nei legno allorchè si scompone pel calore negli apparecchi in cui se ne eseguisca la distillazione secca. Allora il legno perde dapprima l'acqua igroscopica, e gli altri elementi si svolgono poi; ma non trovandosi in contatto coll'aria, i prodotti a cui dà origine non si ossidano, cioè non abbruciano, e col raffreddamento alcuni si condensano facilmente, altri meno. Nell'apparecchio distillatore rimane come residuo una parte del carbonio, sotto forma di una massa carbonosa con aspetto e proprietà fisico-chimiche diverse, secondo la natura della materia distillata e secondo il modo con cui venne eseguita la distillazione.

Il seguente schema indica i prodotti principali che si formano nella distillazione secca del legno.

- Legno
  - A) Materia legnosa
  - B) Acqua igroscopica
  - C) Cenere
  - *a*) Gas illuminante: Acetilene $C_2 H_2$; Etilene $C_2 H_4$; Propilene $C_3 H_6$; Butilene $C_4 H_8$; Benzina $C_6 H_6$; Toluene $C_7 H_8$; Xilene $C_8 H_{10}$; Naftalina $C_{10} H_8$; Ossido di carbonio CO; Acido carbonico CO_2; Metano CH_4; Idrogeno H_2
  - *b*) Catrame: Benzina $C_6 H_6$; Toluene $C_7 H_8$; Stirolina $C_8 H_8$; Naftalina $C_{10} H_8$; Retene $C_{18} H_{18}$; Paraffina $C_{20} H_{12}$ fino a $C_{22} H_{46}$; Fenoli: Acido carbolico $C_6 H_6 O$, » cresilico $C_7 H_8 O$, » florilico $C_8 H_{10} O$; Guajacile $C_7 H_8 O_2$; Creosoto: Acido ossifenico $C_6 H_6 O_2$, $C_7 H_8 O_2$, $C_8 H_{10} O_2$, $C_9 H_{12} O_2$ (Combinazioni del metile coll'acido ossifenico e con i suoi omologhi)
  - *c*) Aceto di legno: Resine pirogenite; Acido formico $CH_2 O_2$; Acido acetico $C_2 H_4 O_2$; Acido propionico $C_3 H_6 O_2$; Acido crotonico $C_4 H_6 O_2$; Acido butirrico $C_4 H_8 O_2$; Acido angelico $C_5 H_8 O_2$; Acido valerianico $C_5 H_{10} O_2$; Acido capronico $C_6 H_{12} O_2$; Acetone $C_3 H_6 O$; Acetato di metile $C_3 H_6 O_2$; Alcole allilico $C_3 H_6 O$; Alcole metilico $CH_4 O$; Metilamina $CH_5 N$; Fenole, guajacile, resine
  - *d*) Carbone di legno: Carbonio . . . . . 85 per cento; Acqua igroscopica . . 12 »; Cenere . . . . . 3 »

La composizione centesimale della cellulosa è di 44.44 di carbonio, di 6.17 d'idrogeno e di 49.39 di ossigeno; corrispondente alla formola $C_6 H_{10} O_5$.

La composizione della materia incrostante e della cellulosa unite consta di $C_{12} H_{18} O_9$; comprendesi quindi facilmente, come pel calore e senza l'intervento di un mezzo ossidante, quale è l'aria, si possa sdoppiare una tale materia in diversi prodotti, cioè in carbone, in materie ricche di carbonio e, relativamente, povere di idrogeno e di ossigeno, in acido acetico ($C_2 H_4 O_2$), in alcole metilico ($CH_4 O$), in metano o gas delle paludi ($C H_4$), in ossido di carbonio (CO), in anidride carbonica (CO_2), in acqua ($H_2 O$), ecc.; parte dei quali sono facilmente condensabili ed altri meno.

Colla decomposizione pirica del legno e delle sostanze vegetali in genere, i prodotti condensabili formano un liquido brunastro, denso, oleoso, e sotto a questo uno strato di un liquido più pesante. La parte surnuotante, detta *aceto di legno* od *acido pirolignico*, risulta essenzialmente: di acido acetico idratato impuro, di alquanto acido propionico e butirrico (E. Luck, 1871), di piccole quantità di acido ossifenico (pirocatechina), ed inoltre di creosoto e *spirito di legno* (miscuglio di alcole metilico, acetone ed acetato di metilene). La sostanza bruna più densa, detta *catrame di legno*, contiene un gran numero di sostanze liquide e solide, tra le quali si trovano, oltre a certe resine non ancora bene conosciute, della paraffina, della naftalina, creosoto e parecchi carburi d'idrogeno sopra notati, come benzina, toluene, xilene, ecc.

Fu sul finire dello scorso secolo che l'ingegnere francese Filippo Lebon, pel primo, distillò il legno allo scopo di utilizzare per illuminazione i gas combustibili generantisi, ed i residui prodotti acidi e catramosi raccoltili, li somministrava alla marina. Vennero poi in seguito i fratelli Mollerat, che primi fabbricarono industrialmente acido acetico, estraendolo dal legno, usando processi che furono poscia modificati da Kestner. In seguito, in diversi paesi, numerose sorsero le fabbriche per ritrarre i prodotti ottenibili dalla carbonizzazione del legno, usando all'uopo apparecchi di forme differenti, come si vedranno innanzi descritte.

La distillazione industriale del legno si fa ora più specialmente per ottenere dell'acido pirolignico e del carbone; come accessorio si ha lo spirito di legno, il catrame ed il gas illuminante. L'acido pirolignico usasi poi per fabbricare alcuni acetati, adoperati in tintura come mordenti o come materie coloranti, ed usasi anche per estrarre dell'acido acetico puro.

I legni di diversa natura forniscono quantità diverse di acido pirolignico. Stando al Payen, la proporzione di questo acido è tanto maggiore quanto più il legno contiene di cellulosa e di materia incrostante; dimodochè mentre la quercia e l'olmo, che sono legni duri, ne forniscono il 4 per cento di acido cristallizzabile, rispetto al peso di essi, i legni molli, quali il pioppo, il tiglio ed il salice, non ne danno che il 3,8 per 100. Anche usando del migliore legno e conducendo colla massima cura la carbonizzazione, il prodotto in acido acetico non supera il 7 od 8 per cento del peso del legno secco. Tuttavia nella pratica difficilissimamente si raggiungono cifre notevoli come le accennate, perchè col crescere della temperatura parte si scompone e una parte dell'acido acetico rimane incorporata nelle materie catramose; quindi è molto se si raggiunge in media il 3 per cento.

Distillando a secco 100 parti di legno, contenenti il 25 per cento d'acqua, stando al Payen si devono ottenere teoricamente:

Carbone	28
Acque acide	33
Gas combustibili	39

dalle acque acide dovrebbonsi ottenere dal 4 al 5 per cento di acido acetico, relativamente al peso del legno adoperato.

Da molte esperienze eseguite in proposito, Stolze trovò, che 100 chilogrammi di legno forniscono da 36 a 48 chilogrammi di prodotti liquidi, d'onde si estraggono da 12 a 31 chilogrammi di acido pirolignico grezzo, della densità di 1.045 a 1.030, e ciò conformemente alla natura del legno distillato. I legni fronzuti, duri e vecchi, che crebbero in terreno secco, ne danno in copia maggiore; la betulla bianca, il faggio bianco, per 100 chilogrammi, danno 8 chilogrammi di olio empireumatico; il pino rosso su 100 chilogrammi ne fornisce 16 di olio empireumatico e di catrame. I legni resinosi danno pochissimo acido acetico e dei prodotti differenti da quelli che danno le altre essenze di legno.

Distillando diversi legni per conoscere quanto acido acetico ciascuno può somministrare, Stolze ottenne i risultati riportati nella tabella seguente.

NOMI DEI LEGNI	Peso dell'acido grezzo	Carbonato di potassa neutralizzato da 1 oncia dell'acido	Peso del carbone ottenuto
	Once	Grammi	Once
Betulla (*Betula alba*) . . .	7 1/8	55	3 7/8
Faggio comune (*Fagus silvatica*)	7	54	3 7/8
Tiglio (*Tiglia pataphilla*) . .	6 7/8	52	3 5/8
Quercia (*Quercus robur*) . .	6 7/8	50	4 1/8
Frassino (*Fraxinus excelsior*)	7 1/2	44	3 3/4
Castagno d'India (*Æsculus hippocastanus*)	7 3/8	41	3 1/8
Pioppo (*Populus dilatata*) .	7 3/8	40	3 3/4
Pioppo bianco (*Populus alba*)	7 3/8	39	3 3/4
Pruno (*Prunus padus*) . .	7	37	3 1/8
Salice (*Salix*)	7 3/8	35	3 1/8
Ranno (*Rhamnus*)	7 1/2	34	3 1/8
Legno di campece (*Hematoxylon campechianum*) . . .	7 1/8	35	2
Ontano (*Alnus glutinosa*) .	7 3/8	30	3 1/8
Ginepro comune (*Juniperus communis*)	7 1/4	29	3 5/8
Abete bianco (*Pinus abies*) .	6 3/8	29	3 5/8
Pino silvestre (*Pinus silvestris*)	6 3/4	28	3 1/8
Sabina (*Juniperus sabina*) .	7	27	3 5/8
Abete pettinato (*Abies pectinata*)	6 3/8	25	3 3/4

Astrazione fatta delle altre due qualità, a parità di condizioni, i legni di un anno a diciotto mesi di taglio sono quelli che più convengono, perchè contengono minor quantità di acqua igroscopica, epperciò danno colla distillazione liquidi meno acquosi.

Allorchè si applica il fuoco agli apparecchi distillatori del legno, se l'operazione si eseguisce con lentezza, entro storte di ferro od in muratura, dapprima distilla l'acqua d'idratazione, poi l'acido acetico, il cui titolo va abbassando, dopo avere raggiunto un limite massimo a 218° c.; indi distilla il catrame mentre produconsi gas combustibili (Reichenbach).

Ingenerandosi i detti corpi, nelle reazioni che si compiono tra gli elementi del legno, si svolge del calore, il quale, secondo il Gillot (1868), cresce coll'aumentarsi della temperatura d'incarbonimento e colle proporzioni delle materie decomposte, di guisa che il calore così prodotto già prima dei 300° c., nella fornace, determina un'eccedenza di temperatura entro la massa della materia che si carbonizza, eccedenza che deve continuare fino al termine della operazione acciò questa possa compiersi. L'aumento di tale temperatura interna, nel vaso d'incarbonimento, deve valere per sola regola con cui giudicare l'operazione; se il progredire di esso aumento fosse troppo rapido, avrebbero origine bitume e gas in abbondanza, con diminuzione corrispondente degli altri prodotti utili, nonchè del carbone, il quale riuscirebbe pure di qualità inferiore.

Apparecchi impiegati per la distillazione del legno.

Gli apparecchi sono di due differenti specie:

1° Quelli in cui la carbonizzazione si fa esclusivamente per mezzo del calore comunicato dall'esterno, dove per conseguenza vi ha uno spazio distinto per la carbonizzazione e pel riscaldamento; in questi il vaso distillatore è in alcuni mobile, in altri fisso;

2° Apparecchi che ammettono l'aria nell'interno della massa da distillare, nei quali la carbonizzazione si produce a spese di una parte del legno da carbonizzare.

Apparecchi chiusi mobili. — Gli apparecchi a recipiente distillatore mobile hanno comunemente la disposizione rappresentata nelle figure 101 e 102.

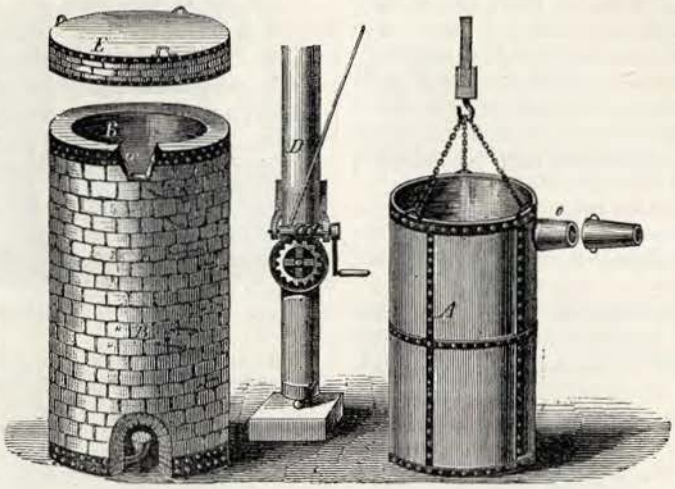


Fig. 101.

Un cilindro A di lamiera di ferro, chiudibile con coperchio mobile, mediante una grue *c* D, agevolmente può introdursi ed estrarsi da un acconcio forno, nel quale la fiamma circola entro condotti incavati nella parte interna del massiccio della muratura. Il coperchio del forno E è mobile e fatto in muratura. Il cilindro, presso l'orlo superiore, ha congiunto lateralmente un tubo *o*, che, attraversando il massiccio del forno, pel tubo *d d*, viene connesso all' apparecchio condensatore. Questo è formato da un lungo tubo di rame ripiegato G G, avente le parti rettilinee circondate da un tubo di maggior diametro, entro cui scorre l'acqua refrigerante, proveniente da una vasca superiore I ed evacuantesi pel tubo *v*.

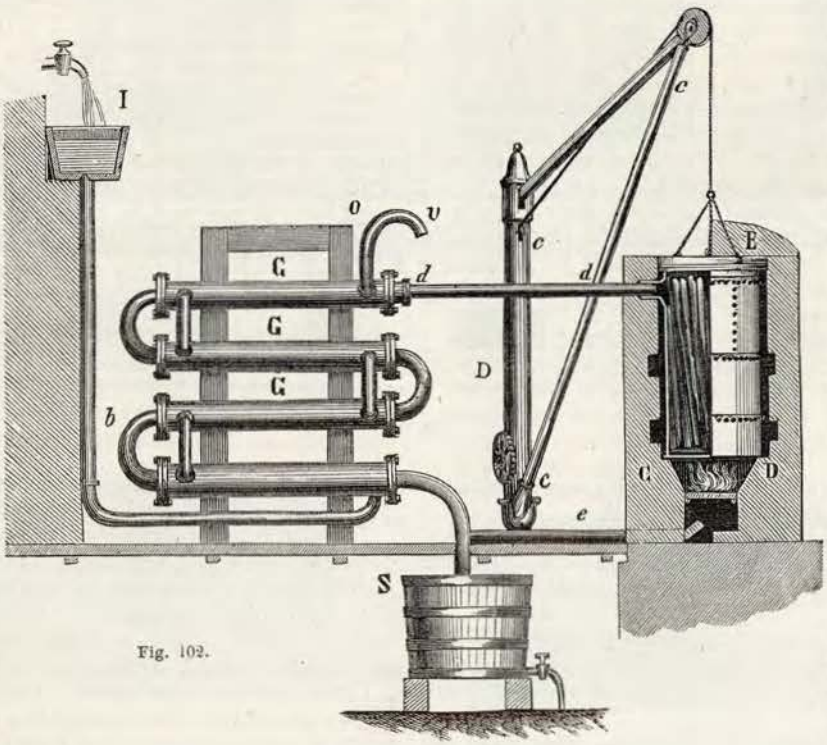


Fig. 102.

Nello sfogatojo S si raccolgono i prodotti della distillazione; quelli condensati, per una apertura a rubinetto posta inferiormente, si fanno entrare in un serbatojo; quelli non condensati, pel tubo *e* sono condotti a bruciare sotto il focolajo.

Collocato in posto il cilindro, chiuso il forno, accendesi il fuoco nel sottostante focolajo, ed allora dal collo di questa specie di storta cilindrica sprigionasi un denso vapore d'acqua. Aumentando man mano il calore, il vapore si fa sempre più fuligginoso ed acquista reazione acida; è allora il momento opportuno per raccogliere i prodotti della distillazione, e quindi di congiungere il collo della storta coll'apparecchio condensatore.

Nella distillazione passano mescolatamente acqua, acido piroligneo e catrame, che indivisi si condensano nel serpentino e scolano nello sfogatojo S, d'onde scendono in una vasca sotterranea, da cui si estraggono in appresso pei successivi trattamenti.

Approssimandosi il termine dell' operazione, si spinge la temperatura fino al rosso, e vi si mantiene per qualche tempo. Bastano da 7 ad 8 ore di lavoro per ottenere la perfetta decomposizione di una carica, che con questo apparecchio solitamente corrisponde a 5 metri cubi di legna.

Finita l'operazione, si stacca il collo della storta dall'apparecchio di condensazione e si otturano le parti di tubo staccate. Colla grue si leva allora il coperchio E, indi il cilindro viene estratto e lasciato raffreddare prima di aprirlo per levarne il carbone. Una seconda storta identica alla prima si tiene già preparata riempita, per introdurla nel forno appena s'è estratta la prima, e procedere così ad una successiva operazione.

Si è avvertiti dell' approssimarsi al termine della distillazione, dal colore della fiamma dei gas che si abbruciano sotto la storta; questa fiamma dal rosso giallognolo passa all'azzurrastro, ed infine si fa pallidissima, perchè invece dei carburi d'idrogeno, svolgesi in maggior copia l'ossido di carbonio. Praticamente però l'operajo, per accertarsi se l'operazione sia finita, spruzza

qualche goccia d'acqua sul tubo *d*, che conduce i vapori dalla storta all'apparecchio refrigerante. Quando si è vicini al termine dell'operazione le goccie di acqua cadenti sopra il detto tubo svaporano con lentezza, pel diminuito passaggio di gas caldi nel tubo stesso.

Apparecchi chiusi fissi. — L'apparecchio distillatore fisso lo si deve a Kestner. Esso è rappresentato dalla figura 103, e come vedesi a prima giunta, esso è analogo a quello mobile or ora descritto. La storta in questo caso è fissa nel forno, ed invece d'essere fatta in lamiera di ferro, può essere composta di lastre di ghisa.

La legna introducesi pel coperchio mobile B: lo scarico del carbone si fa per un'ampia apertura laterale, situata vicino al fondo del vaso distillatore.

I prodotti della combustione eseguita nel focolajo G, lambiscono il cilindro prima di essere introdotti nel camino. In alcuni casi la fiamma si fa ascendere a spirale attorno al vaso distillatore.

Verso l'orlo superiore del cilindro, staccasi una canna orizzontale G, colla quale si stabilisce la comunicazione col condensatore L L, analogo al già descritto dell'apparecchio precedente.

Nel recipiente S raccolgonsi i prodotti della distillazione. I liquidi passano pel tubo T nel successivo reci-

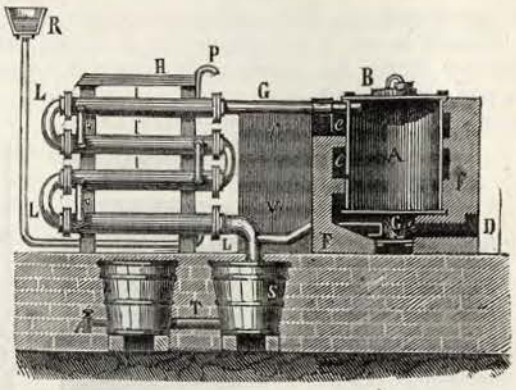


Fig. 103.

piente, e di lì in un grande serbatojo ; i prodotti gasosi pel tubo V sono condotti a bruciare sotto al focolajo.

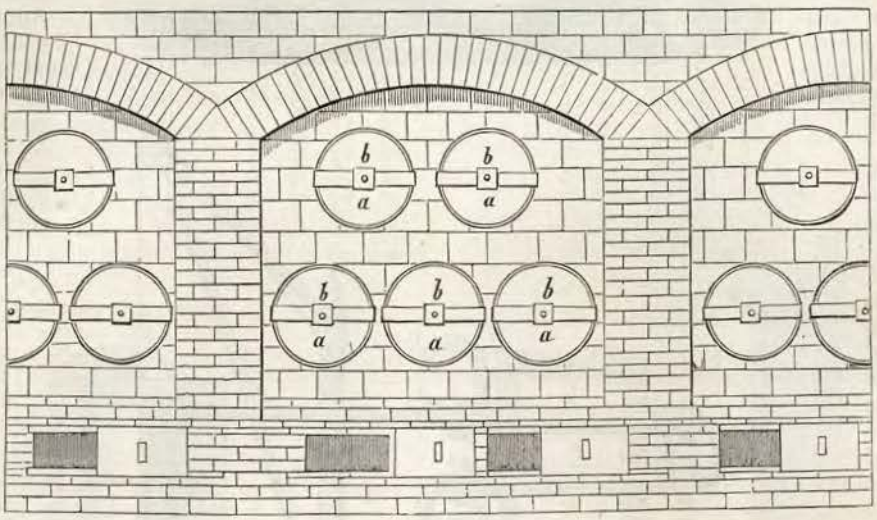


Fig. 104

L'acqua refrigerante dal serbatojo R passa nei cilindri refrigeranti I e si smaltisce pel tubo P.

Quando col combustibile si sieno ottenuti i primi effetti della distillazione secca, la sola combustione dei prodotti gasosi è poi sufficiente acciò l'incarbonimento proceda e si compia.

Con un apparecchio della capacità di circa tre metri cubici, per incominciare la distillazione occorre impiegare un metro cubo di legna minuta, di scheggie, rami secchi, ecc.

Terminata la distillazione, si lasciano trascorrere sei ore affinchè l'apparecchio si raffreddi; si procede quindi all'estrazione del carbone, per poscia rinnovare la carica della legna.

L'apparecchio distillatore del Kestner presenta l'inconveniente di dover sospendere il lavoro per cinque o sei ore. Quest'alternativa di scaldamento e raffreddamento per ciascuna operazione è causa di una notevolissima perdita di calore e di una non meno considerevole perdita di tempo ; produce inoltre un rapido deterioramento alle diverse parti del forno. Perciò a questo è preferito l'apparecchio a cilindro o storta mobile, quantunque non troppo agevole sia il maneggio della grue, e pel suo impianto sia richiesta una spesa maggiore.

Distillazione in cilindri orizzontali. — Questi apparecchi hanno molta analogia con quelli usati nella distillazione del litantrace per la produzione del gas illuminante, colla differenza, che per la distillazione del legno, le storte di ferro o di terra refrattaria sono generalmente di forma cilindrica e di diametro maggiore.

Per ogni forno il numero delle storte può variare. In alcune manifatture sono accoppiate a due, in altre a tre, sopra un unico focolajo; altrove sonvene anche cinque, disposte su due focolai convergenti nell'interno del forno.

In una di queste manifatture esistente a Leeds, tre di questi forni a cinque cilindri sono addossati gli uni agli altri in uno stesso corpo di muratura, come vedesi rappresentato dalle figure 104 e 105.

Ciascun cilindro ha nella parte anteriore un'apertura chiudibile con un disco *a* (fig. 104), che con viti di pressione *b* si fissa agli orli rovesciati ed alquanto sporgenti della storta. In alcuni apparecchi i cilindri chiudonsi con porte a cerniera.

Nella parte posteriore della storta, sugli orli rove-

sciati *a*, sonvi avvitati dei tubi a gomito *c* (fig. 105), pei quali passano i prodotti volatili della distillazione, diretti da un tubo verticale *c'* in un tubo più grande di ferraccio, detto bariletto *d*, che riceve contemporaneamente i prodotti delle cinque storte di ciascun forno; i bariletti poi comunicano con un lungo cilindro *e*, pure di ghisa; finalmente da questo i prodotti passano in un refrigerante, formato da una serie di tubi metallici *e'*, più volte ripiegati, e mantenuti immersi in una corrente d'acqua.

I prodotti condensati colano e si raccolgono in un tino o cisterna; i prodotti gasosi, mediante tubi, sono dalla cisterna condotti ai focolai per essere combusti.

I tubi o bariletti *d* sono apribili lateralmente per poterli pulire di quando in quando, ed impedire così le ostrusioni, che potrebbero avvenire per la materia carboniosa che vi si depone.

La carica è di circa cinque quintali di legna. Introdottala nel cilindro, si applica il disco metallico *a*, lutandolo con miscuglio di terra argillosa e sterco bovino, e fissandolo colle viti *b*. Si riscalda quindi gradatamente fino al rosso scuro, regolando il calore attorno ai varii cilindri mediante appositi registri.

Ritiensi terminata l'operazione, quando cessano di svolgersi i prodotti volatili; ciò che avviene dopo quattro o cinque ore. Allora si diminuisce il fuoco, e dieci o do-

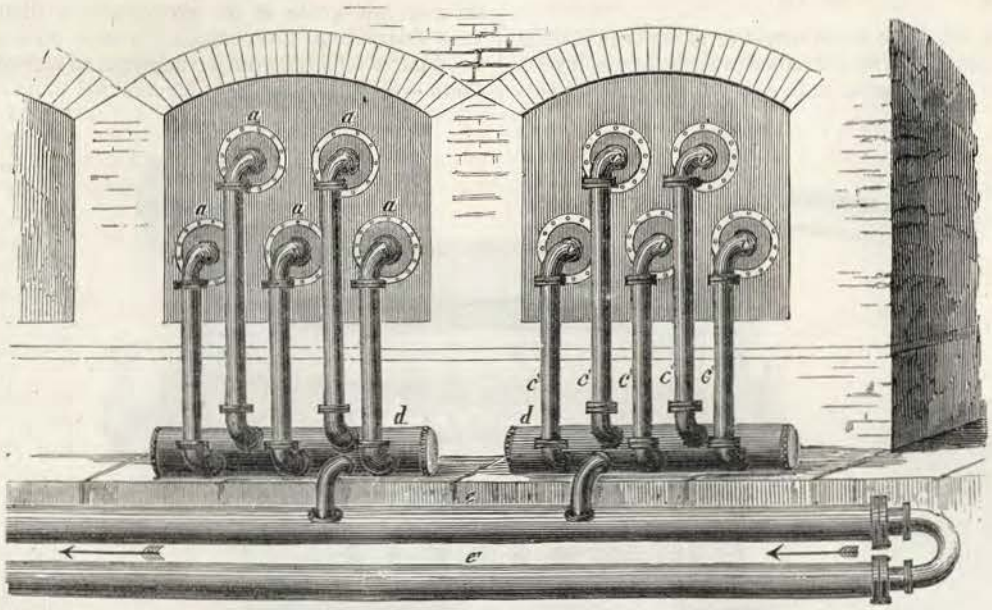


Fig. 105.

dici ore dopo la carica, con un apposito riavolo, si toglie il carbone dalle storte, facendolo cadere in casse metalliche, che si devono chiudere immediatamente, onde impedire l'accesso dell'aria sul carbone, fintantochè esso non sia completamente raffreddato.



Fig. 106.

Con questo apparecchio, nella manifattura di Leeds, da 100 di legna si otteneva circa 60 di prodotti liquidi e da 20 a 22 di carbone.

In Inghilterra ed anche in qualche officina francese usasi un apparecchio analogo a quello ora descritto. In Inghilterra specialmente, è però molto più usato il seguente, che viene perciò detto *apparecchio inglese*.

Dei cilindri di ghisa della lunghezza di metri 3 per 0.80 di diametro, accoppiati a due od anche a tre, sono orizzontalmente collocati l'uno a lato dell'altro in fornaci di mattoni comuni, rivestite di mattoni refrattarii.

La parte anteriore di questi apparecchi è rappresentata dalla figura 106. Ciascun cilindro è munito di una porta di ferro a disco K. Per la porta D si introduce il combustibile nel focolajo, d'onde le fiamme, passando pei canali *e*, devono lambire tutt'attorno i cilindri per avviarsi al camino E.

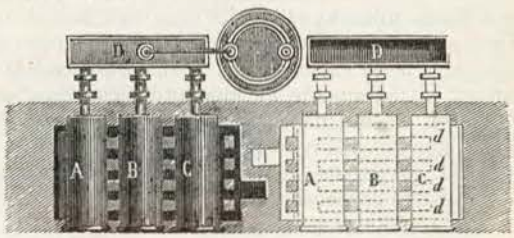


Fig. 107.

Nella figura 107 scorgesi come sono disposti i tre cilindri A B C sulle volte *d* che li sostengono; si vede altresì come ogni copia comunica con una cassa rettangolare D, la quale fa ufficio di condensatore.

Nella figura 108, rappresentante la parte posteriore dell'apparecchio, è raffigurata in A la sezione longitudinale delle casse segnate con D nella figura precedente.

Dette casse hanno il coperchio mobile, con l'orlo ripiegato in basso, il quale forma chiusura idraulica, immergendosi nel liquido che si mette nel canaletto *h*, incavato nell'orlo della cassa.

Dal fondo delle casse staccasi verticalmente un tubo *m*, che apresi sul fondo del serbatojo *n*, in cui va a raccogliersi il bitume.

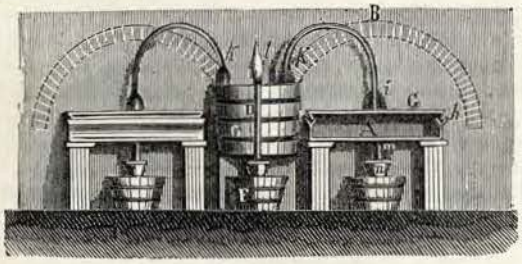


Fig. 108.

Pel tubo *i k*, posto superiormente al coperchio della cassa, i prodotti gasosi non condensati sono condotti a circolare in un refrigerante C, e di qui passano nel sottostante recipiente F, dove vi si raccoglie la parte condensata, la gassosa sfuggendo pel tubo D, alla cui estremità *l* si abbrucia, ovvero per altra via conduconsi nei focolai.

Per mettere in azione l'apparecchio, caricati i cilindri, si chiudono e si dà fuoco al combustibile del focolajo. Dapprima, come al solito, vaporizza l'acqua di idratazione della legna. Appena il fumo svolgentesi comincia ad apparire fuliginoso ed acido, si fanno comunicare i cilindri colla cassa, cominciando soltanto allora la vera distillazione secca.

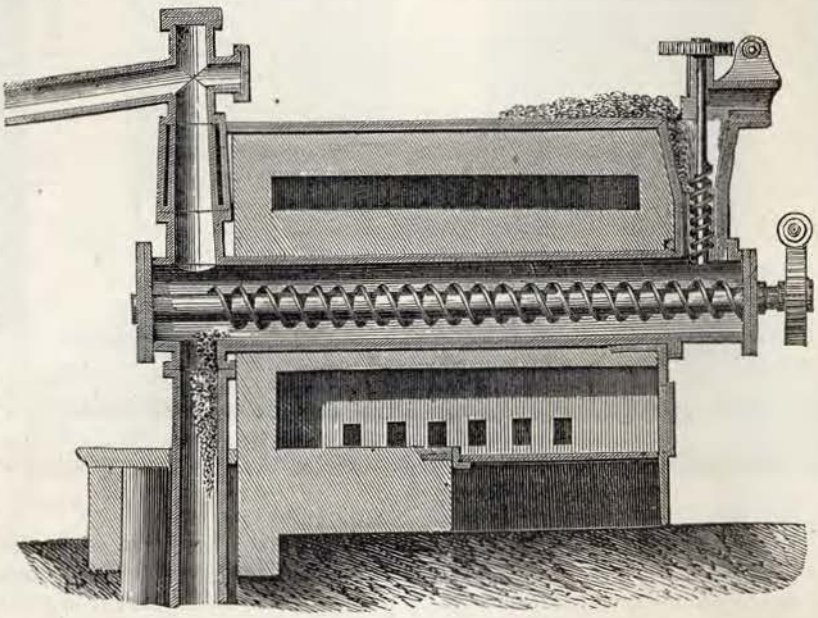


Fig. 109.

Le materie bituminose, essendo le meno volatili, si condensano nelle casse A (fig. 108), d'onde scolano nei recipienti *n* unitamente ad una certa quantità di acido pirolignico. La maggior parte però dei vapori acquosi ed acidi, non essendo ivi condensati, s'innalzano pei tubi ricurvi *i k*, percorrono il serpentino del refrigerante C, in cui la parte condensata cola nella vasca F e la volatile è abbruciata come s'è detto.

La distillazione in tali apparecchi dura otto ore. Quando è terminata, togliesi il fuoco, si lasciano raffreddare alquanto le storte, indi si estrae il carbone facendolo cadere entro apposite casse, dette spegnitoi, dove lasciasi raffreddare completamente.

Apparecchio Halliday per la distillazione della minutaglia di legno. — In alcune industrie, come la concia delle pelli, la fabbricazione di estratti tintoriali, nelle tintorie e segherie, come residui si hanno enormi quantità di legni sminuzzati o polverulenti, la cui migliore utilizzazione sarebbe quella di distillarli.

Stante la suddivisione grande della materia e la sua cattiva conducibilità pel calore, molte difficoltà s'incontrerebbero volendola distillare cogli apparecchi fin qui descritti, e certamente non converrebbe l'utilizzarla in tal modo.

Halliday immaginò a quest'uopo un apparecchio, che presentò all'Esposizione Universale del 1851. L'ingegnosa invenzione fu applicata in molti luoghi, dando sempre eccellenti risultati. La figura 109 rappresenta la disposizione dell'apparecchio.

La minutaglia di legno, preventivamente stacciata, si dispone sulla parte superiore del forno, dove viene seccata coi calori perduti del forno stesso.

Per una specie d'imbuto, la cui parte conica apresi superiormente, la materia legnosa è condotta in un cilindro orizzontale di ghisa, nel cui asse è imperniata un'elica, alla quale si dà movimento mediante opportune disposizioni meccaniche. Un'altra elica moventesi nella parte cilindrica della tramoggia ad imbuto, modera l'immissione della materia legnosa nel cilindro distillatore. La velocità di rotazione delle due eliche è regolata in modo, che il legno sia completamente carbonizzato all'uscita dall'altra estremità dell'apparecchio.

A quest'altra estremità del cilindro sono fissati perpendicolarmente due grandi condotti; per quello conico superiore si avviano i prodotti volatili che vanno al condensatore; per l'inferiore scende la polvere di carbone, che, pel suo stato di grande suddivisione, si accenderebbe spontaneamente se non fosse raffreddata prontamente fuori del contatto dell'aria. Perciò in generale il tubo inferiore pesca in una cisterna contenente acqua.

Naturalmente, per la buona riuscita della operazione, occorre che sieno soddisfatte diverse condizioni di costruzione e di conduzione dell'apparecchio; essenziale condizione si è, che sussista una continua relazione tra la temperatura ottenibile col riscaldamento, la velocità con cui s'introduce e rimuove il tritume legnoso, la lunghezza ed il diametro del cilindro.

In una stessa costruzione a più focolai, vi sono diversi di questi cilindri ad elice (da sei ad otto), nei quali i condotti verticali superiori, giunti all'altezza del piano terminale della parte superiore del forno, mettono capo ad uno stesso tubo orizzontale.

I prodotti della distillazione dei singoli vasi distillatori, riunitisi nello stesso tubo orizzontale, colano in altro verticale, e da questo passano in un serpentino continuamente raffreddato da una corrente d'acqua. I prodotti liquidi provenienti dalla concentrazione sono poscia raccolti in un serbatojo, dal quale, per mezzo di trombe, sono condotti in tini. In questi il bitume si dis-

pone sul fondo, dove vi è praticata un'ampia apertura per poterlo asportare con facilità. Prima però di levare il bitume dal tino, si toglie il liquido acido che vi sornuota, spillandolo da zipoli a chiavetta che sono disposti a diverse altezze sulla parete del tino.

I cilindri distillatori sono riscaldati attivando la combustione nel focolajo sottostante. In Inghilterra abbruciasi all'uopo del litantrace, colà convenendo pel suo basso prezzo. Da noi bisognerebbe usare un combustibile di poco valore, e disporre l'apparecchio in modo da utilizzare completamente, abbruciandoli nel miglior modo possibile, i gas non condensati che si svolgono colla distillazione.

Con questo apparecchio non si ottiene maggiore quantità di acido pirolignico di quello che si ottiene colla legna in grossi pezzi; anzi producesi meno petrolio di catrame e molto meno alcole metilico. La quantità di acido è poi proporzionata alla temperatura mantenuta nel cilindro, la quale, per una buona conduzione, dovrebbe essere costantemente al rosso scuro.

Il bitume ridistillato può fornire ancora dell'acido pirolignico molto concentrato, in mescolanza con grande quantità di nafta; il residuo, o si può bruciare direttamente, o può essere adoperato per agglomerare il carbone polverulento ottenuto dall'apparecchio, formando così un carbone artificiale, che da noi specialmente potrebbe essere apprezzato, mentre per le dette ragioni, nelle manifatture inglesi se ne fa poco o nessun conto. Questo carbone polverulento lo si ritiene appropriato per la fabbricazione dell'acciaio, per la disinfezione dei liquidi putrefatti, per la conservazione di alcune sostanze alimentari, per assorbire i prodotti ammoniacali delle orine corrotte, ed in genere come un efficace assorbente delle esalazioni mefitiche.

Da una tonnellata di segatura di legno, si ritraggono circa 550 litri di liquido, contenente il 4 per 100 di acido acetico, ed oltre 65 litri di catrame, che forniscono il 3 per 100 di olii minerali.

Fra le modificazioni introdotte nel primitivo apparecchio di Halliday, è notevole quella di Bovvers, il quale per produrre il movimento del detrito legnoso, suggerì l'uso d'una specie di catena continua a palette, moventisi in un cilindro inclinato da 20 a 23 gradi, scaldato maggiormente alla parte inferiore.

Forni distillatori alla Reichembach. — Essi hanno qualche analogia colle caldaje tubolari per le locomotive, e si potrebbero anche paragonare a stufe, portate ad alta temperatura mediante tubi metallici di un calorifero. Quasi ogni fabbrica ha modificato in un dato senso questo genere di apparecchi, dei quali si può averne una idea da quello rappresentato dalla figura 110.

Il voler qui fare cenno delle tanto diverse loro disposizioni, sarebbe superfluo. In generale la camera distillatrice è di forma rettangolare, rivestita internamente di mattoni refrattari ed esternamente costrutta con mattoni comuni. Fra le due murature è lasciato uno spazio, che si riempie con materie poco conducibili del calore. Furono costrutte delle camere anche con lamiera di ferro.

La legna viene disposta nel forno attorno ai tubi facenti funzione da facolajo. Questi tubi, in numero variabile e del diametro di 30 a 40 centimetri, sono una o più volte ripiegati su stessi.

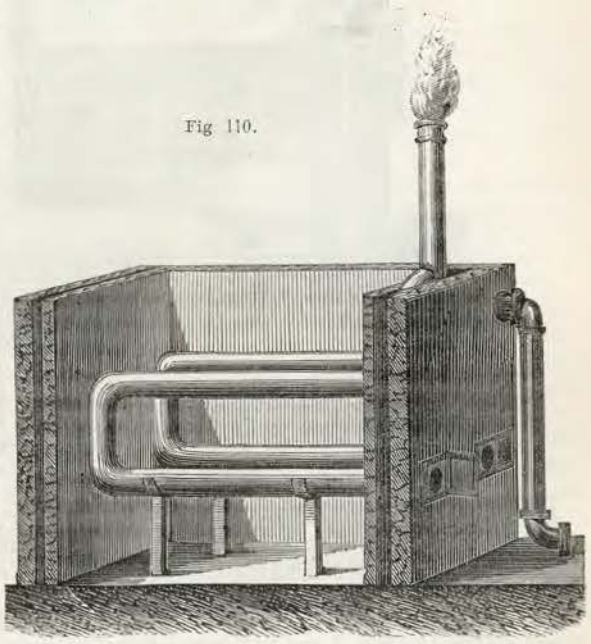
I prodotti della distillazione, passano in canali praticati nella parte inferiore del forno, in due pareti laterali opposte; sono poi riuniti in un canale unico, nel quale si depone la maggior parte della materia bituminosa. I vapori acquosi ed acidi sono avviati in un apparecchio refrigerante e, condensati, sono raccolti in serbatoi.

Apparecchio Asteley-Paston-Price. — È questo un apparecchio ad azione continua, che nulla ha di comune con quelli fin qui descritti. La storta è formata da un'ampia canna di mattoni, inclinata da 10 a 15 gradi all'orizzonte, entro cui sono sovrapposti l'uno su l'altro tre vagoncini sui quali viene caricata la medesima quantità di legna.

Un tramezzo convenientemente disposto, serve a separare il vagoncino inferiore dagli altri due sovrapposti. Il focolare è posto esteriormente alla canna in mattoni, ed è costrutto in modo da non riscaldare che i due carretti superiori, non esercitando alcuna azione sull'inferiore.

Nella parte superiormente chiusa della canna, sonvi dei tubi che conducono i prodotti della distillazione in condensatori comuni.

Fig. 110.



Allorquando la legna posta sul carretto o vagoncino di mezzo è incarbonita, si fa discendere nel primo terzo della canna, ove, mantenuta fuori dal contatto dell'aria, si raffredda; frattanto il vagoncino che gli sovrastava immediatamente, scende ad occupare il posto dall'altro lasciato vuoto, e quivi soggiace all'azione del calore, mentre un terzo già caricato di legna, entra ad occupare la parte più alta della canna, dove risente gli effetti di una temperatura sufficiente acchè la legna contenutavi, non solo si essicchi completamente, ma subisca un principio di distillazione.

Carbonizzazione col vapore sovrascaldato. — Per la carbonizzazione del legno, il cui carbone deve servire ad usi speciali, come, ad esempio, per la confezione della polvere pirica, Violette applicò l'azione del vapore sovrascaldato.

Le figure 111 e 112 rappresentano l'apparecchio sezionato longitudinalmente e trasversalmente.

Un cilindro di lamiera di ferro K (fig. 111), aperto dal lato del focolajo, cioè verso F, è chiuso dall'altro capo; esso è contenuto in un altro cilindro pure di ferro, chiuso stabilmente verso L, mentre all'altro estremo è aperto e si può chiudere mediante un coperchio a disco J,

che si fissa con vite di pressione *m*. La parte anteriore del forno, si chiude poi tutta con una doppia porta di ferro F F, affinchè l'aria non penetri a raffreddare l'apparecchio. Il cilindro interno K, dal lato verso il camino, porta un tubo L col quale è messo in comunicazione con un apparecchio condensatore. Il cilindro interno, dai sostegni di ferro *nn* (fig. 112), è mantenuto nel mezzo del cilindro esterno H, e questo è tenuto fisso tra la muratura con identici sostegni *ii*. Mediante questa disposizione non è impedita la libera circolazione dell'aria negli interspazii *pp*, fra la muratura ed il cilindro H, e quella del vapore nello spazio fra i due cilindri.

Il focolajo A è munito di griglia, a cui sovrasta la vôlta B (fig. 111), sotto cui la fiamma del combustibile s'incammina nel forno, passando sull'altare *b*, che la costringe a dilatarsi. Da un generatore di vapore D, si diparte un tubo *d d' d''* con chiavetta regolatrice *c*, il qual tubo, oltrepassato il rialzo *b*, s'avvolge a spira attorno ad un cilindro di ferro E, che lo tiene fisso mediante le staffe *g*; all'estremo del forno, dove incomincia il camino, il tubo finisce d'essere avvolto a spirale, s'innalza in *e* ed entra in mezzo al fondo del cilindro esterno H. Questo tubo è di ferro fucinato, della lunghezza di circa 20 metri, col diametro interno di 20 millimetri e collo spessore di 5.

Nel focolajo A arde il combustibile, la cui fiamma involge e scalda il serpentino C C; mediante opportune disposizioni, la fiamma è costretta a lambire i fianchi del cilindro, passare nella parte anteriore del forno e di là innalzarsi, per scorrere sopra la parte superiore

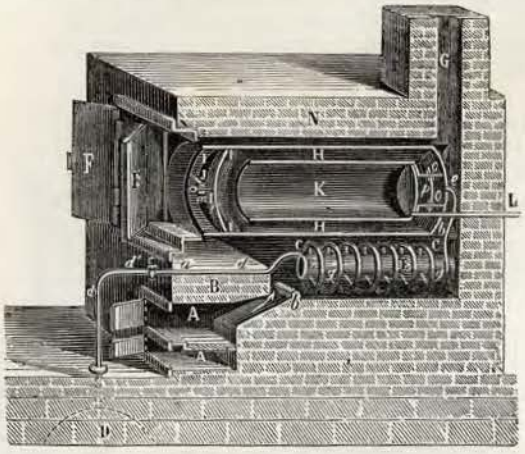


Fig. 111.

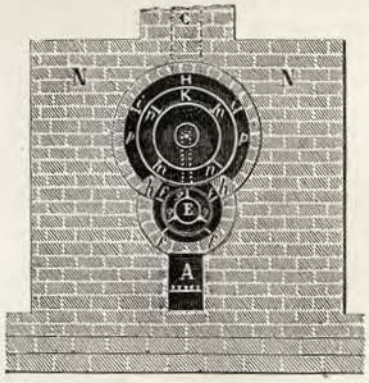


Fig. 112.

del cilindro, avviandosi finalmente al camino G. La fiamma scalda così in tutto il suo ambito il cilindro maggiore H.

Il vapore proveniente dal generatore, pel tubo *d d' d''*, percorre il serpentino, passa nell'interspazio fra i due cilindri, entra per l'estremo aperto nel cilindro minore ed esce infine pel tubo L. La temperatura del vapore è elevata allora di tanto da produrre la scomposizione del legno e carbonizzarlo. I prodotti pirogenici, ingenerati dalla scomposizione, passano col vapore nell'apparecchio condensatore.

Dalle esperienze fatte dal Violette risulta, che il vapore deve uscire dalla caldaja a due atmosfere. Passando nel serpentino, acquista una temperatura di molto maggiore, la quale importa regolare e conoscere. Perciò si usano leghe di determinata fusibilità, che messe in tubi di ferro diritti e chiusi al fondo, s'introducono in fori che trovansi nella parete del forno ed attraversano i due cilindri fino a discendere nel centro del cilindro K.

Per fare la carica, si mette la legna in un terzo cilindro, tutto bucherellato, che ne contiene da 25 a 30 chilogrammi, indi lo si introduce nel cilindro K. Fissato a vite il coperchio J e chiuse le porte F F, aprendo la chiavetta *c*, si lascia entrare il vapore; rapidamente allora s'innalza la temperatura nel cilindro interno e raggiunto il grado in cui fonde lo stagno (235°), incomincia la vera distillazione, la quale dura circa due ore, e la si giudica terminata, quando i gas uscenti dalla tubulatura L non hanno più odore empireumatico. Naturalmente, perciò vi sarà un rubinetto apposito.

Compiuto l'incarbonimento, si deve estrarre il carbone; togliesi allora il fuoco dal focolajo, si sospende l'introduzione del vapore, si apre la doppia porta F F, si leva il disco J e lestamente si estrae il cilindro portante la carica; il carbone si versa entro una cassa, in cui si fa spegnere coprendola immediatamente e con accuratezza, affine d'impedire che l'aria vi entri.

Si ricarica sollecitamente il cilindro vuotato e si ripone nel forno, oppure se ne introduce uno di ricambio che si tiene già pronto, si ravviva il fuoco, ed in breve la temperatura del forno si porta al grado occorrente acciò la distillazione ricominci.

Con questo apparecchio, potendosi regolare il calore del vapore, si ottiene facilmente il carbone di una data composizione, la quale, come la quantità che se ne ritrae, stanno in rapporto colla temperatura raggiunta per formarlo e col tempo impiegatovi.

Per esempio, quello fabbricato col vapore a 300°, risulta di 36 a 42 per cento del legno secco, secondo che la distillazione durò tre ore od un'ora.

Fra i varii processi che furono consigliati per ottenere la carbonizzazione del legno a limiti determinati e variabili, quali sono richiesti per speciali scopi, il processo Violette ora descritto merita la preferenza, perchè solo con esso si può ottenere la temperatura ad un punto che di poco si scosti da quella che si desidera.

Termo-caldaje svedesi. — Furono prima impiantate da ingegneri svedesi nel loro paese, e fin dal 1853 se ne adoperano in Russia delle identiche caldaje di distillazione, che presentano evidenti vantaggi su altri processi.

Secondo la descrizione data da Hessel, tali caldaje A (fig. 113) sono fatte di lamiera di ferro, dello spessore di 6 ad 8 millimetri ed hanno la capacità di 9 metri

cubici. Si caricano da un'ampia apertura *y* chiudibile con coperchio a vite di pressione.

Il riscaldamento si fa abbruciando combustibile nel focolajo *a*, da cui i prodotti della combustione, dirigonsi attorno alla caldaja pei canali *b*; contemporaneamente, pel tubo *e*, si fa arrivare entro la caldaja una corrente di vapore proveniente da un generatore.

Il catrame che già si deposita in I nella caldaja, scola pel tubo *c* nella botte collettrice B, mentre i prodotti gasosi sono diretti dal tubo *d* nella botte condensatrice B', dove, le materie che vi si condensano, pel tubo *h* si raccolgono anch'esse in B. I vapori non condensati, passano pel tubo *f* nel refrigerante C, d'onde i gas difficilmente condensabili sono condotti ad abbruciare sotto il focolajo della caldaja, mentre la parte condensata è messa a parte.

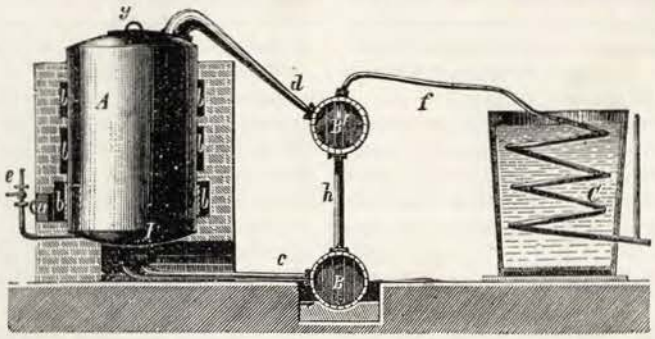


Fig. 113.

Finita la distillazione, per un'apertura *a*, posta in basso della caldaja, si toglie il carbone e lo si spegne mediante il vapor d'acqua. Il catrame fornito da questo apparecchio è riputatissimo.

DISTILLAZIONE COLL'INTERVENTO DELL'ARIA.

Pei legni resinosi i quali scomponendosi pel calore a preferenza delle altre materie somministrano quelle resinose, il loro incarbonimento conviene eseguirlo con disposizioni di facile costruzione e poco dispendiose. La figura 114 rappresenta una di tali disposizioni.

Scavato a cono il suolo, lo si pavimenta in muratura, lasciando nel centro un pozzetto A, che poi si ricopre con una griglia di ferro. Dal pozzetto si diparte un canale B, che scende a declivio e mette capo nella vasca C. Sul pavimento si dispone la legna simmetricamente tutto all'ingiro di un palo piantato verticalmente nel centro, precisamente come nelle cataste per le carbonaje comuni; poscia vi si fa un esterno rivestimento di terra e zolle ben battute, affine d'impedire la dispersione delle materie volatili.

Appiccato il fuoco alla legna, le resine col calore si liquefano, colano al basso, scorrono sul pavimento, attraversano la grata e scendendo nel canale raccolgonsi nella vasca. Naturalmente rimangono scomposte in parte ed annerite, perchè soggiacciono ad un principio di carbonizzazione causato dalla temperatura troppo elevata.

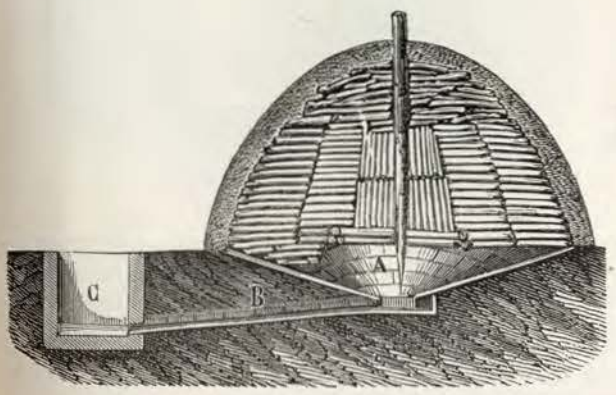
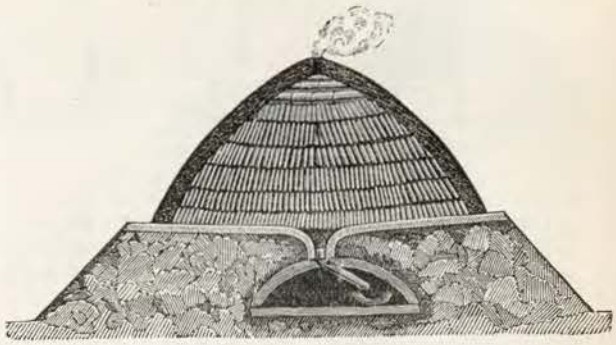


Fig. 114.


Fig. 115.

Nella vasca C si mantiene costantemente uno strato di materie liquide, sufficientemente alto per chiudere l'apertura del canale B, perchè, altrimenti, per tale via s'introdurrebbe una rapida corrente di aria, avvivando troppo la combustione e producendo una perdita notevole di carbone e di catrame.

Analoga ed ancora più economica disposizione è la seguente, usata specialmente in Russia, quando lo scopo principale della carbonizzazione del legno è la produzione del catrame.

Secondo la descrizione data da Hessel (1861), si prendono dei tronchi di alberi resinosi, oppure i ceppi di alberi morti, si spaccano in pezzi di 10 a 12 centimetri di grossezza e disponendoli verticalmente in 6 od 8 strati sovrapposti, si forma la catasta, conformandola a cono come lo indica la figura 115.

Il piano della carbonaja è su di un terrapieno, ad una certa altezza dal suolo e la sua superficie presenta una inclinazione uniforme verso il centro, ove trovasi un tubo di 15 a 20 centimetri di diametro, che mette in una cavità inferiore, nella quale si raccoglie il catrame. La superficie inclinata è rivestita di uno strato di argilla ed è ricoperto di assicelle. La catasta si ricopre con paglia, erbe o con stallatico e quindi con uno strato di terra o di sabbia.

Per 40 o 50 aperture poste alla base della carbonaja, vi si appicca il fuoco, e quando questo si sia propagato dal basso in alto in tutto il mucchio, le dette aperture si chiudono. Dopo circa sei giorni il vertice della carbonaja si abbassa alquanto e vedonsi apparire le fiamme. Si continua a mantenere il rivestimento in buono stato, chiudendo i fori, ogniqualvolta se ne aprono, e dopo un periodo di 10 o 12 giorni, si può cominciare a lasciar colare il catrame che si seguita a raccogliere ogni mattina. L'operazione dura da tre a quattro settimane.

Il rendimento in carbone è molto piccolo, poichè questa produzione del catrame nelle carbonaje non è che l'ef-

fetto di una lenta combustione, che si propaga dall'esterno all'interno, per la quale si produce una distillazione secca e quindi la formazione del catrame; perciò gran parte del carbone è già bruciato, prima che l'incarbonimento abbia raggiunto il centro della catasta.

Nella Bassa Austria (secondo Thenius) si estrae in modo analogo il catrame di legno, adoperando a tale scopo quel legno di pino nero, il quale non somministra più che poco o niente di trementina. In Boemia invece, si adoperano legni ricchi di resina e specialmente i ceppi, che ne contengono in maggior quantità.

In Russia, da 100 parti di legno resinoso, si ottengono 17.6 parti di catrame e 23.3 parti di carbone. Ivi i cantieri di Kremenezuk ne forniscono circa 30 mila barili all'anno, pel valore di tre milioni e mezzo, e quasi altrettanto ne forniscono per ciascuno i due cantieri minori di Szitomur e Berdiczew.

Carbonaja Foucalt. — Colla disposizione immaginata da Foucalt (fig. 116) si possono raccogliere e condensare un po' meglio i prodotti pirogenici del legno. Si pavimenta il suolo e sopra vi si accatasta la legna come nelle carbonaje comuni; indi attorno vi si costruisce una parete a forma di tronco di cono, disponendo pel lungo l'una sull'altra delle tavole di assi, collegate con cavicchie di legno o di ferro; alla costruzione si dà maggior resistenza coll'applicarvi sopra un intreccio di vimini con una pasta di argilla e di erbe sminuzzate, con che turansi anche le fessure tra tavola e tavola.

Nella base superiore del cono, formata essa pure di robuste tavole insieme connesse, sonvi due aperture: una nel mezzo, che serve a dar sfogo ai prodotti acquosi che si sviluppano sul principio dell'operazione; l'altra, da un lato, riceve un ampio condotto pel quale i prodotti pirogenici sono avviati a condensarsi in tini R.

Lateralmente alla catasta si lascia una porta T, per la quale si appicca il fuoco, e chiusala, durante l'incarbonimento si schiude di tratto in tratto per osservare l'andamento dell'operazione.

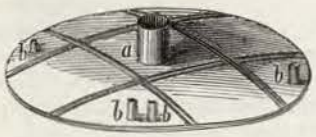


Fig. 118

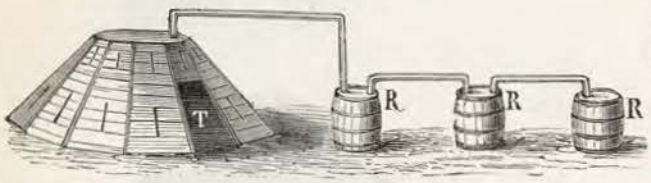


Fig. 116.

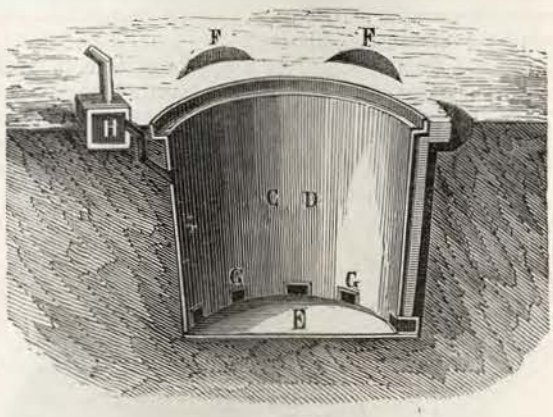


Fig. 117.

Tutto all'intorno della parete si lasciano lunghe e strette fenditure che si chiudono ed aprono a seconda del bisogno di aria, richiesta pel regolare andamento dell'operazione.

Carbonaja Baillet modificata da Chabeaussière. — Lo spazio destinato alla carbonizzazione consiste in una fossa conica a pareti in muratura dello spessore di 15 a 20 centimetri con rivestimento di argilla (fig. 117). Nell'interno della parete si lasciano dei condotti, i quali mettono capo esternamente a livello del terreno in F, aprendosi in bocche quadrilatere G sul fondo E; l'ampiezza di questi condotti è in relazione colla capacità della fossa, la quale per solito è del diametro di 5 metri sopra e di 3.50 sul fondo

Da un lato, e poco discosto dalla bocca, la fossa ha un canale del diametro di 25 a 30 centimetri, per cui hanno uscita i prodotti volatili della combustione. Detto canale mette capo in una vasca rettangolare in muratura H, munita di un coperchio di ferro, dal quale si diparte un tubo che avvia i prodotti volatili ad un apparecchio condensatore. Sul fondo della vasca H vi è un tubo per lo scolo delle materie catramose che in essa si raccolgono.

La fossa chiudesi con un coperchio di lamiera di ferro di spessore sufficiente da sopportare un uomo ed uno strato di terra, che poi vi deve esser messo sopra. Nel mezzo il coperchio ha un foro circolare *a* (fig. 118) del diametro di 25 centim. e verso la periferia ha altri fori *b* di diametro minore.

Nel caricare la carbonaja, infiggesi verticalmente nel terreno un palo, che si circonda al basso di carbonella, l'altra legna disponesi secondo i raggi, lasciando sul fondo un canale in corrispondenza di ogni orificio G, in modo che l'aria proveniente dai tubi F possa liberamente arrivare fino al palo centrale.

Per quanto è possibile devono essere riempiti i vani che rimangono tra pezzo e pezzo nelle parti comprese fra i detti canali inferiori. Fatta la carica, si leva il palo centrale, si chiude la bocca col coperchio e sopra vi si stende uno strato di terra, lasciando aperti i fori *a* e *b*.

Pel foro centrale *a*, corrispondente al vuoto lasciato dal palo, si getta della bragia accesa, che, venendo a contatto colla carbonella messavi prima, le comunica la combustione, la quale, comunicata poscia alla legna, viene in questa alimentata dall'aria che scende pei canali F G. Allorquando il fuoco si propagò a sufficienza, si chiude col proprio coperchio il foro centrale, affinchè l'aria discendente pei canali sia costretta a ripartirsi per la carica intera ed uscire pei fori *b*. Apparendo il vapore d'acqua pei detti fori, e con esso i prodotti della combustione, si deve scemare l'afflusso dell'aria, chiudendo imperfettamente con mattoni le bocche esterne F dei canali; contemporaneamente si devono pure chiudere i fori *b*, poichè, così facendo, l'aria introdotta pei canali, è forzata ad avviarsi pel condotto che adduce alla vasca rettangolare H, trascinando con sè i prodotti della decomposizione del legno. Talvolta il camino terminale, da cui si svolgono i gas non condensati, si mostra poco efficace a mantenere attiva la corrente dell'aria; allora conviene scaldarlo all'intorno onde produrre un richiamo più attivo dei gas. Per la buona riuscita dell'operazione,

ciò che importa anzitutto è che si regoli opportunamente l'afflusso dell'aria, acciò non sia nè troppa, nè poca; troppa, produrrebbe eccessivo consumo di carbone; poca, non manterrebbe sufficientemente attivo l'incarbonimento, e non trascinerebbe seco con forza sufficiente i prodotti condensabili.

Col metodo e colle disposizioni descritte l'operazione dura da 60 ad 80 ore. L'operajo la vigila salendo di tratto in tratto sul coperchio per introdurre una canna nei fori, affine di esplorare a che altezza sia la catasta, imperocchè, quanto più è inoltrato l'incarbonimento, tanto più si trova abbassata. Se ogni cosa procede per bene, la depressione apparirà uniforme; se da qualche lato fosse minore, ciò significherebbe che ivi l'incarbonimento è meno avanzato, e per attuarlo bisogna allora aprire in quella parte gli orifici corrispondenti F e *b*, tenendo chiusi quelli delle altre parti in cui l'incarbonimento è più inoltrato. Quando si riconosce essere cessato lo sviluppo dei prodotti volatili, chiudonsi tutti i fori del coperchio, tutte le bocche esterne dei canali e qualsivoglia altra apertura per cui l'aria possa penetrare nell'interno. Per maggior sicurezza si mette sul coperchio un altro strato di terra umida, lasciando che il tutto si raffreddi.

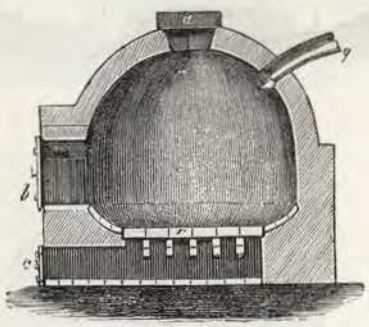


Fig. 119.

Trascorse 70 od 80 ore, si fa l'estrazione del carbone, spegnendo quei pezzi che fossero ancora roventi. Il polviscolo ed i pezzetti minuti, raccoltili, sono adoperati per riempire i vani nella carica susseguente.

Il carbone che così si ottiene è in volume la metà della legna adoperata, ed in peso ne rappresenta il quinto; la quantità di prodotti bituminosi ed acidi condensati varia molto a seconda del modo che fu condotta l'operazione.

Quantunque più costoso, pel più comodo scarico del carbone, preferiscesi costrurre la fornace in muratura nel modo rappresentato dalla figura 119, potendo farsi in tutto o solo in parte fuori terra.

La carica si fa per le aperture *a* e *b;* lo scarico per *b*. Pel tubo *q* si svolgono i prodotti volatili che conduconsi al condensatore. L'afflusso dell'aria ha luogo per la griglia *r*, regolandolo colla saracinesca *c*.

Colle fornaci ora descritte è inevitabile una discreta perdita di carbone, in causa dell'ossigeno che coll'aria continuamente introducesi sul carbone rovente.

Forno svedese di carbonizzazione. — Ad ovviare l'inconveniente or ora accennato, Schwarz costrusse un apparecchio, in cui il riscaldamento si fa con una corrente di aria disossigenata.

La figura 122 rappresenta la pianta di tutto l'apparecchio. La camera d'incarbonimento *aaa* è rappresentata in *b*, tanto nella sezione longitudinale (fig. 120) fatta sulla linea A B della pianta, come nella sezione trasversale (fig. 121) fatta sulla linea C D. La massima altezza della fornace è di circa 6 metri e di altrettanto è la larghezza; la lunghezza è di metri 9. Nelle due faccie piane ha due bocche *cc* (fig. 123), poste dirimpetto, due da un lato e due dall'altro, per le quali vi entrano le fiamme di due focolai *tt* scavati nel suolo, ed a cui si accede discendendo alcuni gradini (fig. 121 e 122).

Per evitare che la combustione si faccia troppo viva, ed affinchè l'aria che entra nella camera sia maggiormente disossigenata, i focolai sono senza griglia ed il loro condotto si ripiega due volte ad angolo retto, come vedesi in *c* nella figura 121.

Il pavimento è costrutto in modo, che per la larghezza la parte mediana è una linea di displuvio, per la lunghezza la parte mediana è invece una linea d'impluvio; cosicchè, le materie liquide che sopra vi si raccolgono, mentre dalle pareti piane colano verso il mezzo della camera, sono anche condotte verso le altre due pareti, a cui fanno capo i tubi di condotta agli apparecchi di condensazione.

I due tubi di condotta sono murati nelle pareti opposte *a* (fig. 120), essi sono connessi a T con un altro tubo esterno, da cui pel braccio discendente *e*, a forma di ω immette la parte liquida nel tino *f*, mentre pel braccio ascendente a gomito *g*, i prodotti meno condensabili sono condotti nei condensatori *hh* (fig. 120 e 122).

Gli apparecchi di condensazione *hh* sono a lato e si piegano poi a tergo della fornace; i gas non condensati nella prima parte di essi, passano nella seconda pei condotti *g*, finchè i gas meno facili a condensarsi passano nel camino *i*, dove, col tirante prodottovi, mantengono attiva la combustione nei focolai.

Nella figura 121 rappresentante la sezione secondo la linea CD, e nella figura 123 rappresentante la faccia anteriore della camera, sono indicate due porte *d d*, la inferiore delle quali è alta metri 2.70 e la superiore non più di 70 centim.; per esse si fa l'introduzione della legna da incarbonire, e vengono murate quando s'è compiuta la carica. Nella stessa parete in cui sono praticate le due porte, in basso sonvi due finestre *oo*, le quali si tengono chiuse durante l'operazione e si aprono in ultimo per estrarre il carbone.

La costruzione della fornace deve essere fatta in modo, che tra i materiali che la compongono, l'aria non s'infiltri; dovendo evitare l'uso di un cemento calcare, si adotterà esclusivamente quello di argilla e sabbia pel rivestimento interno delle pareti; adoperando la calce, questa rimarrebbe intaccata dai prodotti acidi della distillazione.

Si fa la carica cominciando a deporre sul pavimento uno strato di grosse fascine nel verso della lunghezza, al disopra di esse si mette la legna, tra cui si lasciano interspazii vuoti in corrispondenza delle bocche *cc* dei focolai. La catasta si innalza fino a raggiungere la vôlta. Il calore della fornace essendo più intenso in alto che non alla base, a preferenza si mette la legna più minuta nella parte inferiore.

Compiuta la carica, si murano le porte *d* e si fa fuoco nei focolai, coll'avvertenza di condurvi la combustione in modo, che l'aria prima di entrare nella fornace abbia consumato tutto il proprio ossigeno col combustibile dei focolai stessi. Questi devono perciò rimanere costantemente caricati; si alimentano con legno minuto, il cui consumo è di circa il 20 per cento in peso del legno che costituisce la carica della camera.

Durante la carbonizzazione, dal camino *i*, si svolge il fumo, che si va man mano facendo meno oscuro, fino a divenir azzurro chiaro al termine dell'operazione. A questo punto si murano le porte dei focolai e si lascia

raffreddare la fornace. Passati alcuni giorni, si aprono dei fori, che nella costruzione della vôlta vennero lasciati, ma sono stati mantenuti chiusi esattamente nel corso dell'operazione; pei detti fori introducesi una certa quantità di acqua sul carbone ancora acceso, e questa operazione si ripete dopo trascorsi alcuni altri giorni, levando allora alcuni mattoni dalle porte murate *d*, e versando anche di lì acqua; si riottura poi tutto prontamente, affinchè non s'introduca dell'aria nella fornace.

L'estrazione del carbone non si fa finchè i tubi esterni *e* non siano divenuti perfettamente freddi.

In Isvezia è frequente l'uso di queste fornaci. Delle nove che esistevano nel distretto di Orebro, Scheerer fece conoscere che talune producendo mensilmente 83 metri cubici di carbone, sostennero per 12 anni continui il lavoro, non richiedendo che riparazioni di poca entità.

Col processo Hébert la legna, messa sopra una specie di carretto, è introdotta sotto una vôlta in mattoni, dove si fa arrivare del vapor d'acqua soprascaldato e per mezzo di un ventilatore si spinge dell'aria in quantità non sufficiente per la combustione. Con ciò la temperatura è innalzata ad un grado conveniente perchè la legna distilli ed incarbonisca. Con questo metodo però l'acido pirolegnoso rimane molto diluito.

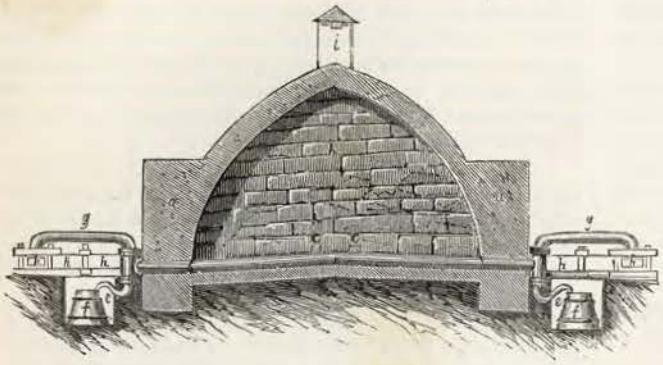


Fig. 120.

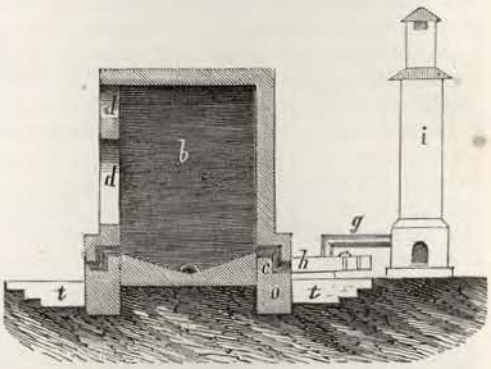


Fig. 121.

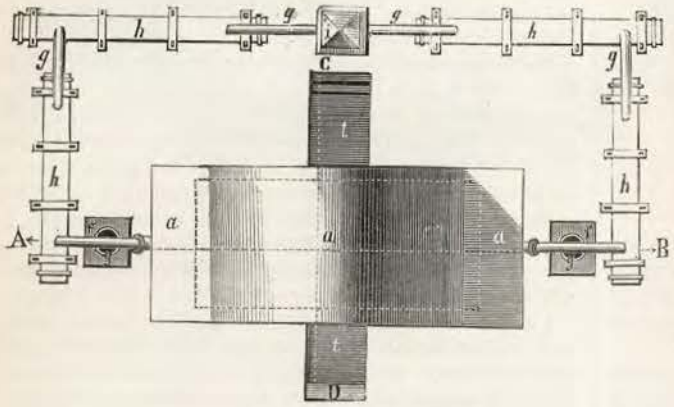


Fig. 122.

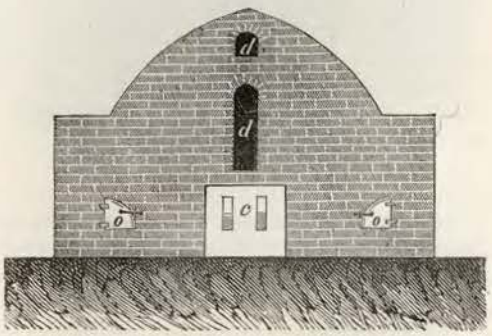


Fig. 123.

Dalla fatta succinta rassegna dei differenti metodi che si proposero per la distillazione e carbonizzazione del legno, è reso evidente, come non tutti siano acconci alle diverse esigenze dell'industria, e come, le speciali circostanze di località, di qualità e quantità del legno, di agevolezze maggiori o minori di trasporto e smercio dei prodotti, e simili, debbano suggerire la preferenza da darsi all'uno piuttosto che all'altro metodo.

Prodotti della distillazione del legno.

I diversi prodotti pirogenici della scomposizione del legno, ottenibili cogli accennati apparecchi di distillazione, a seconda del loro stato gassoso, liquido e solido, precedentemente vennero in uno schema compresi e raggruppati nelle quattro seguenti categorie: *a) gas illuminante; b) catrame; c) aceto di legno; d) carbone.*

Ciascuna di queste categorie può riguardarsi prodotto principale o secondario, a seconda dello scopo che vuolsi conseguire colla scomposizione del legno pel calore. Così è prodotto secondario il carbone quando dal legno vogliasi ottenere il gas illuminante, il catrame o l'acido pirolignico; viceversa, sono questi prodotti secondarii, quando lo scopo della distillazione del legno sia di ritrarne carbone per gli usi speciali altrove accennati.

Prodotti gassosi.

Nella descrizione dei diversi apparecchi, si disse dell'uso che nei singoli casi si fa dei prodotti gassosi. Per quanto si riferisce alla loro produzione ed al loro impiego come *gas illuminante* vedansi gli articoli Gas-luce ed Illuminazione.

Prodotti liquidi.

Qualunque sia il processo impiegato per distillare e condensare i prodotti facilmente condensabili del legno, questi sono generalmente raccolti in cisterne, serbatoi o tini, per lo più sotterranei, fatti di legno o di pietra nei quali si lascia in riposo per alcune settimane il liquido composto di materie catramose, di acqua, acido acetico, alcole metilico, etere metilico, acetone, creosoto, ecc. Abbandonato a sè, esso lascia partitamente

deporre il *catrame;* il liquido sornuotante *(acido pirolignico grezzo)* per mezzo di trombe, o di zipoli, posti a diverse altezze nei recipienti collettori, è asportato pei successivi trattamenti.

Del *catrame di legno*, essendosi già trattato all'articolo BITUME, ASFALTO, ecc., qui non se ne terrà parola che incidentemente. Notisi soltanto che, secondo uno studio fatto da Thenius (1865), il catrame ottenuto come prodotto secondario della fabbricazione del gas di legno, non si può adoperare come quello che si ottiene nel processo delle carbonaje, tanto per le costruzioni navali, che per la preparazione della *pece nera.*

L'*acido pirolignico grezzo*, quale viene tolto dalle vasche collettrici, è un liquido che contiene in soluzione quantità non indifferenti di resina, e, come è detto altrove, anche piccole quantità di fenole, di guaiacile ed altre sostanze, che gli comunicano uno speciale odore empireumatico, di catrame e di fumo, ed una colorazione bruno scura o non infrequentemente nera.

Di questo acido pirolignico grezzo, una piccola parte è impiegata per la conservazione del legname, per la conservazione delle carni ed in certe operazioni di concia (V. Articoli); la massima parte invece serve per preparare diversi sali impiegati nella stampa dei tessuti (mordenti di allumina e di ferro); per la preparazione dell'acetato basico di piombo; infine per essere depurato e trarne dell'acido acetico. Comunemente colla depurazione ottengonsi due acidi: quello contenente ancora delle sostanze empireumatiche, usato in grandissima quantità nelle industrie per la preparazione di acetati od altro; quello detto *di buon gusto,* usato come commestibile e per la preparazione dell'acido puro e concentrato detto *cristallizzabile.* Per quanto riguarda questo secondo acido vedansi gli articoli ACETO ed ACIDI.

Depurazione dell'acido pirolignico grezzo. — Fra i mezzi proposti per purificare l'acido pirolignico, astrazione fatta della filtrazione attraverso a grossa polvere di legno (metodo di E. Assmuss), gli altri metodi possono dividersi in due gruppi: annoveransi nel primo gruppo, quelli in cui l'acido è purificato senza preventiva saturazione con una base; nel secondo gruppo, quelli in cui, dall'acido pirolignico, ritraesi prima un acetato, che trattato poi con un acido più energico e distillando, separasi l'acido acetico.

Al primo gruppo appartiene il metodo suggerito da Stolze. Con questo metodo, l'acido pirolignico grezzo si sottopone alla distillazione in alambicchi di rame. Raccolto il primo decimo come alcole metilico grezzo, colla successiva distillazione si ricavano altri otto decimi, nei quali le materie empireumatiche, distruggonsi mediante ossidazione con ozono o cloro.

I metodi di purificazione dell'acido pirolignico appartenenti al secondo gruppo, sono quelli generalmente impiegati nelle fabbriche. Comunissimo è il seguente:

Introducesi l'acido pirolignico grezzo in un alambicco di rame, che si riscalda a fuoco nudo od a vapore. Le prime porzioni che distillano raccolgonsi al basso del serpentino refrigerante, e sono messe a parte per ritrarne alcole metilico; continuasi quindi la distillazione fino a quando nel recipiente collettore cominciano ad apparire delle materie oleose. A questo punto, o s'introduce nuovo acido grezzo nell'alambicco, o lo si lascia raffreddare alquanto per far scolare dal fondo le materie catramose che allo stato pastoso vi rimangono, dopo compiute più distillazioni.

In alcune manifatture la distillazione si sospende invece, quando il distillato comincia ad avere una densità maggiore di quella dell'acqua. Si lascia allora raffreddare un poco l'apparecchio, e mediante un rubinetto posto inferiormente, si toglie dalla caldaja il liquido che ancora vi rimane. La porzione che per prima cola, essendo formata dallo strato catramoso che occupa il fondo dell'alambicco, si ha cura di raccoglierla in recipiente separato.

Per ottenere l'acetato, al liquido acido separato coi due modi ora descritti, s'introduce il distillato in caldaje di rame a doppio fondo, scaldate col vapore, ed ivi lo si tratta con calce, in quantità che deve essere preventivamente determinata con un saggio acidimetrico.

La calce, che deve sempre essere in leggiero eccesso, si usa in polvere, idratata o spappolata nell'acqua (latte di calce); usasi anche il marmo od un calcare.

Aggiunta la calce, si fa bollire per qualche tempo, per completare la saturazione; si lascia poscia in riposo per ventiquattro ore, affinchè si deponga l'eccedente di calce, la quale trascina seco anche alcune impurità. Per questo stesso ufficio, al sangue che in taluni casi usavasi per l'addietro, ora viene sostituita l'albumina.

Chiaritosi il liquido, lo si travasa nelle caldaje evaporatrici, le quali si scaldano direttamente con fuoco sottopostovi o col vapor d'acqua. Evaporando, la soluzione deve mantenersi in continuo movimento, onde agevolare il salire a galla delle impurità, che di mano in mano vengono poi tolte. Procedendo l'evaporazione, si va deponendo dell'acetato di calcio, che raccogliesi per mezzo di grandi cucchiai, e messolo a sgocciolare in grandi panieri, è poi asciugato completamente con asciugatojo a forza centrifuga. Evaporando le acque madri che ultime rimangono, si tirano a secco, ritraendone un prodotto, che distillato a secco dà dell'acetone e del carbonato di calcio.

In qualche officina ancora oggidì, come pel passato, si scompone l'acetato calcico con solfato sodico, aggiungendo questo ad una soluzione filtrata del primo. Avviene una doppia scomposizione, la reazione compiendosi a norma dell'equazione:

$$\underbrace{(C_2H_3O_2)^2Ca}_{\text{acetato calcico}} + \underbrace{2Na_2SO_4}_{\text{solfato sodico}} = \underbrace{2(C_2H_3O_2Na)}_{\text{acetato sodico}} + \underbrace{Na_2Ca(SO_4)^2}_{\text{solfato calcico sodico.}}$$

In soluzione rimane l'acetato sodico. Come vedesi, per una molecola di acetato calcico ne occorrono due di solfato sodico; qualora non si osservassero le proporzioni corrispondenti alle dette quantità molecolari, una parte dell'acetato di calcico rimarrebbe indecomposto ed andrebbe così perduto.

Allorquando col solfato calcico s'è deposto il solfato doppio di calcio e di sodio insieme alle impurità, decantasi l'acetato sodico, ed evaporasi fino a raggiungere la densità di 4.3; allora il sale cristallizza, ma deve poi esser purificato. A quest'uopo lo si scalda in bacini poco profondi di lamiera di ferro, portando il calore quasi al rosso-scuro (380-400°), con che le materie estranee catramose vengono carbonizzate.

Mantenendo coperti i bacini, mediante agitatore meccanico in ferro rinnovasi costantemente la superficie di contatto dell'acetato fuso colla caldaja, e si conduce la calcinazione colle maggiori cautele, onde evitare la distruzione dell'acetato sodico, il quale si scompone ad una temperatura di poco più elevata.

Dopo la calcinazione, che dura circa tre ore, lasciatala raffreddare, la massa calcinata si scioglie nell'acqua e si filtra attraverso a carbone animale, il quale trattiene le materie carboniose e le toglie il disaggradevole odore empireumatico. La soluzione filtrata, evaporata fino alla densità di 24° B., per raffreddamento abbandona dei cri-

stalli d'acetato sodico leggerissimamente giallognoli. L'operazione si fa in cristallizzatoi di rame, nei quali gira un agitatore meccanico, per disturbare la cristallizzazione, ed avere così dei piccoli cristalli; il prodotto per tal modo ottenuto è più bianco e più puro.

Uno dei metodi di trarre l'acido acetico dall'acetato sodico, è di scomporre il sale con acido solforico, operando come segue:

In un ampio tino, tramezzato da un doppio fondo avente fori di 3 millimetri circa, si versa dell'acido acetico in modo da coprirne i fori acciò non abbiano ad ostruirsi, e si riempie il tino con l'acetato sodico cristallizzato, su cui si versa tanto acido solforico a 66° B., da essere in peso il terzo di quello dell'acetato. L'acido solforico reagisce immediatamente, non sopra tutto l'acetato, ma solo colle parti con cui trovasi a contatto; per tal modo evitasi che si svolga tanto calore da vaporizzare l'acido acetico fatto libero. Infiltrandosi man mano, l'acido finisce col decomporre per intero l'acetato. Terminata la decomposizione, estratto il liquido accuratamente, lo si travasa in tini posti in luogo fresco, ove il solfato sodico si depone in piccoli cristalli, essendo insolubile nell'acido acetico freddo. Depositatosi il solfato, si toglie l'acido acetico, che si distilla mediante alambicco di rame a doppio fondo, scaldato a vapore. Così purificato l'acido, se è incoloro non ha d'uopo di altra operazione, ma se è ancora colorito, si fa passare sul carbone animale, il quale non dovrà contenere cenere d'ossa, altrimenti si formerebbe acetato e fosfato acido di calce.

Il procedimento testè descritto, da molti non è più seguito; per lo più si distilla direttamente con acido solforico il pirolignito calcico grezzo, con che, non solo si converte la calce in solfato fisso, ma s'incarboniscono le materie catramose; si satura poscia l'acido acetico distillato con carbonato sodico, e l'acetato ottenuto decantato o filtrato, indi fatto cristallizzare, si tratta coll'acido solforico nel metodo che è detto sopra.

Col metodo Wölckel e Christ la decomposizione dell'acetato si fa coll'acido cloridrico. Ed ecco come:

Senza rettificazione preventiva si satura colla calce l'acido pirolignico grezzo; una parte della materia catramosa precipita colla calce eccedente, mentre un'altra parte rimane ancora in soluzione. Si lascia in riposo affinchè la calce sedimenti, oppure si filtra; indi in bacino di ferro si evapora il liquido, sino a ridurlo a metà volume, e gli si mesce acido cloridrico in tale proporzione, d'avere una lieve reazione acida. Fatto ciò, col raffreddamento, molta materia catramosa si separa, viene a galla e la si leva con schiumaruola. L'acido cloridrico decompone altresì le combinazioni del calcio col creosoto ed altre sostanze, che essendo volatili, scaldando poi, sono espulse.

Si evapora a secchezza; ma così operando l'alcole metilico andrebbe perduto; si può però raccogliere se il liquido si distilla invece di evaporarlo.

Purificato il pirolignito calcico nel modo indicato, si secca su piastra di ghisa, indi si distilla con acido cloridrico in alambicco di ghisa con capitello di rame o di gres, connessi a serpentini di piombo, di stagno o d'argento. Il recipiente distillatore può essere anche un cilindro di ghisa, simile a quelli usati nella fabbricazione dell'acido nitrico (V. Acidi).

Per 100 parti circa di pirolignito calcico, ne occorrono da 90 a 95 di acido cloridrico della densità di 1.16 (20° B.). Volendo dell'acido acetico poco concentrato si adoperano soluzioni di acido cloridrico più diluite.

Per la decomposizione del pirolignito calcico, usando l'acido cloridrico in sostituzione dell'acido solforico, si ha il vantaggio: 1° di separare più facilmente le materie empireumatiche, se il pirolignito calcico contiene delle resine; 2° il cloruro di calcio fondendosi, permette all'acido acetico di vaporizzare liberamente, mentre il solfato calcico vi fa ostacolo; 3° si evita l'ingenerarsi degli acidi solforoso e solfidrico, i quali si formano sempre sul finire della distillazione coll'acido solforico: ne risulta insomma un prodotto più puro con minore spesa.

All'acido preparato con questo procedimento si può aggiungere un poco di carbonato sodico e ridistillarlo per averlo completamente scolorito e privo di acido cloridrico. Lo si può avere poi maggiormente purificato, rettificandolo con 2 al 3 per 100 di bicromato e permanganato potassico. Anche con ciò però, non lo si ha chimicamente puro, perchè contiene ancora tracce apprezzabili di materie empireumatiche.

Mollerat, onde evitare il gusto particolare dell'acido acetico ottenuto per distillazione, propose di prepararlo a freddo, trattando l'acetato sodico con acido solforico nel modo che è già stato detto sopra.

Separato l'acido acetico dal sedimento cristallino di solfato sodico, vi si aggiunge un poco di acetato calcico onde eliminare quel poco di solfato che sta sciolto nell'acido. L'acido acetico così ottenuto conterrà pertanto un poco di acetati di sodio e di calcio, eliminabili sempre colla distillazione.

Il solfato sodico, residuo della preparazione col metodo Mollerat, si pone a sgocciolare e se ne trae partito per una operazione successiva onde decomporre l'acetato calcico; per tale guisa in appresso non vi ha altro dispendio che per la calce e l'acido solforico.

Richter, nel 1867, propose di preparare del piroligníto di bario in cambio di quello di calcio, facendo rilevare come con ciò si evitino parecchi inconvenienti, inevitabili operando col pirolignito di calcio e di sodio.

Secondo il detto autore, volendo distruggere col calore la materia catramosa che inquina l'uno o l'altro dei due piroligniti, avviene sempre una non lieve perdita di prodotto utile, certo maggiore sempre con quello di calcio. Oltre a ciò, nel calcinare l'acetato sodico, fondendo si addensa, ed impedisce il facile sprigionarsi dei vapori empireumatici, ond'è resa necessaria una continua agitazione. Il carbonato di soda che vi s'ingenera, o per decomposizione di un poco dell'acetato sodico o dei composti sodici delle materie eterogenee, tende a tenere fissati degli acidi pirogenati, coi quali poi, sciogliendosi, s'unisce colorando la soluzione.

Gli accennati difetti, stando al Richter, non si avverano neutralizzando l'acido pirolignico colla viterite o carbonato di bario naturale, macinato in fina polvere ed aggiunto fino a che succeda effervescenza; l'acidità rimasta al liquido, si neutralizza coll'occorrente idrato baritico o con solfuro baritico.

Chiarificatosi col tempo il liquido, messo in bacino basso, si evapora fino a che l'acetato cristallizza, e man mano che i cristalli si formano, con una schiumaruola sono levati e deposti sopra un piano inclinato prossimo al bacino, dove sono lasciati a sgocciolare.

Sgocciolati che sieno, sono calcinati in ampio bacino della profondità di 10 centimetri, posto su d'un fornello così fatto, che il fondo venga scaldato uniformemente, impedendo che si faccia rovente. Lo strato dei cristalli nel bacino, in altezza, non deve superare i cinque centimetri; devono essere continuamente smossi, curando che nulla si attacchi al fondo.

Si seguita a scaldare, spingendo il calore fino al grado indicato, e non si cessa il riscaldamento che al cessare

dello sviluppo dei vapori empireumatici, o quando, preso un poco del sale e messolo nell'acqua vi si scioglie senza colorarla.

Raggiunto questo intento, la sostanza, che da cristallina durante la calcinazione s'è ridotta in polvere, è tolta dal fuoco e prontamente raffreddata, perchè essendovi frammiste delle particelle di carbone aventi facoltà piroforica, hanno tendenza ad accendersi spontaneamente e bruciare così il prodotto.

Ad impedire che l'acetato baritico si sminuzzi e si faccia in fina polvere, conviene aggiungervi circa il due per cento di acetato sodico, il quale, fondendosi, agglomera un poco quello di bario. Quest'aggiunta anzi, si fa nel completare la saturazione dell'acido pirolignico, sostituendo il carbonato sodico all'ossido baritico dopo il trattamento colla viterite.

Facendo uso soltanto di composti baritici, condotta l'operazione colle norme suesposte, la decomposizione dell'acetato si può fare coll'acido solforico, usandone la quantità strettamente necessaria per precipitare tutto il bario; ottiensi così dell'acido acetico concentrato senza occorrere distillazione.

Apparecchio per rettificare l'acido pirolignico e raccogliere i prodotti volatili che l'accompagnano. — Comunemente, pel passato, non si raccoglievano i prodotti volatili che accompagnano l'acido acetico nell'acido pirolignico grezzo; volendo tenerne conto, si usa l'apparecchio qui sotto descritto.

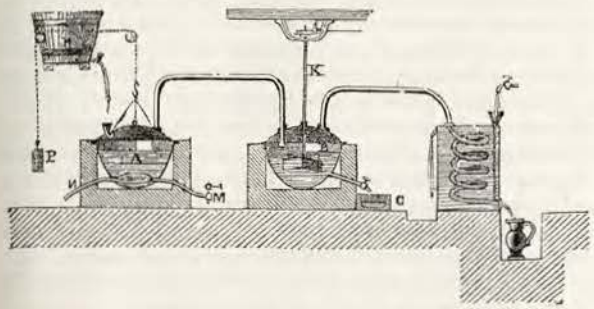


Fig. 124.

L'acido pirolignico grezzo è messo in un alambicco A (fig. 124) ed è riscaldato dal vapore che circola nel serpentino M N che trovasi sul fondo della caldaja. Il coperchio dell'alambicco è mobile, unitamente al tubo che sopra gli è connesso, e può essere alzato mediante un contrappeso P; durante la distillazione è però fissato alla caldaja col mezzo di morsette.

Per mezzo del tubo che porta superiormente, la caldaja A è in comunicazione con una seconda, la quale sul suo coperchio fisso porta altri due fori. Per uno, centrale, passa l'albero K d'un agitatore a palette, che vien mosso da opportuno congegno cinematico; per l'altro, un tubo mette in comunicazione la caldaja con un serpentino refrigerante, come vedesi schematicamente segnato nella figura 124.

Col riscaldamento della caldaja A, i vapori di acido acetico che sviluppansi, passano nella seconda caldaja, dove, prima di raccoglierveli, s'introdusse della calce, del solfato sodico, un poco d'acqua ed una piccola quantità di acido acetico. L'agitatore contribuisce alla più pronta formazione dell'acetato sodico.

Quando la distillazione è avviata, per mezzo di un foro munito di coperchio, di tanto in tanto si toglie dalla seconda caldaja un assaggio del liquido, onde accertarsi se la calce sia o non saturata; apparendo la reazione un poco acida, si aggiunge nuova quantità di calce in polvere.

Il liquido riconosciuto saturato, torbido pel solfato di calcio che tiene in sospensione, ad intervalli si estrae dalla caldaja per un tubo a rubinetto che si trova sul fondo; la caldaja si ricarica con altra calce e solfato sodico, e l'alambicco A si riempie coll'acido pirolignico che si fa scendere dal serbatojo R.

Durante la distillazione i vapori di acetone e di alcole metilico passano nel serpentino, dove si condensano, e di sotto si raccolgono.

Il liquido torbido spillato dalla caldaja e raccolto nel recipiente C, si lascia in quiete, affinchè il solfato calcico si deponga; indi si decanta, si raccoglie il solfato calcico su stamigne e lo si lava; le lavature aggiungonsi alla soluzione, la quale viene cautamente evaporata a secco in caldaje di ferro.

L'acetato sodico così ottenuto è molto impuro. Per purificarlo si travasa in altra caldaja di ferro coperta, che si scalda a circa 400°, tenendola immersa in un bagno di una determinata lega fusibile; per tal modo le sole materie catramose rimangono distrutte. Compiuta la calcinazione, l'acetato fuso a mestolate viene introdotto in una caldaja piena d'acqua, nella quale si scioglie elevandone la temperatura.

La soluzione, ancora calda, si filtra attraverso a tela, sulla quale rimangono le materie carbonose. La decomposizione dell'acetato sodico, si fa poi con qualcuno dei metodi sopraccennati.

Lo spirito di legno, condensato nel serpentino, è raccolto, indi rettificato nel modo che è innanzi esposto.

Acetati industriali che si preparano coll'acido pirolignico.

Acetato neutro di piombo (sal Saturno). — Si prepara saturando a caldo l'acido acetico col litargirio, o meglio ancora col massicot.

Conviene usare l'acido concentrato, onde evitare il dispendio di combustibile e di tempo, per evaporare lungamente la soluzione. Il recipiente più adatto è una caldaja di rame, foderata internamente di piombo; le dosi opportune sono: 325 parti di ossido di piombo polverizzato finamente e 575 parti di acido acetico della densità di 6° Baumé, con che si ottengono 660 parti di acetato di piombo cristallizzato.

Si versa a poco a poco l'ossido nell'acido acetico, agitando senza interruzione, per impedire che si depositi sul fondo della materia solida; la reazione avviene immediatamente con sviluppo notevole di calore. Occorre che si faccia un poco di fuoco sotto la caldaja o che vi si faccia gorgogliare dentro del vapore, affinchè non avvenga raffreddamento; si aggiungono le lavature delle operazioni precedenti, si fa bollire, si lascia raffreddare a poco a poco e deporre il sedimento. A tal punto per mezzo di zipoli o di un sifone si estrae la soluzione limpida e si concentra fino a 55° Baumé, curando che l'acido sia sempre in lieve eccedenza, per impedire la formazione di sottosali che sarebbero d'impedimento alla cristallizzazione. Se il liquido concentrato fosse alquanto colorito, per decolorarlo si filtra attraverso carbone animale. Se la colorazione fosse verdiccia, essendo essa dovuta a piccole quantità di acetato di rame, la decolorazione si fa allora sospendendo nella caldaja di concentrazione qualche lamina di piombo, sulla quale il rame si deposita.

Per la cristallizzazione, i recipienti che in modo particolare convengono, sono dei bacini di majolica invetriata che si ungono di sego sull'orlo, affine di impedire

che il sale vi si arrampichi, vi aderisca e riversi. I cristalli formatisi si raccolgono, si pongono a sgocciolare, poi a blando calore (25°) si seccano entro stufa. Allorchè non si ha più formazione di cristalli, le acque madri si decompongono con carbonato sodico o con l'occorrente quantità di calce, per ottenerne o carbonato od ossido di piombo, che si fanno poi di nuovo sciogliere nell'acido acetico. L'acetato di soda che in tal caso s'ingenera per la doppia decomposizione, serve alla preparazione dell'acido acetico, trattandolo poi coll'acido solforico.

Se il sale si depose da una soluzione concentrata mediocremente, è in prismi di quattro a sei faccie, incolori e trasparenti, solubili in 1.66 parti di acqua; se da una soluzione concentrata, è in aghetti, i quali ingialliscono nel fondersi, qualora l'acido, con cui fu preparato, fosse stato impuro.

Nel caso che si adoperi l'acido pirolignico e che questo contenga una quantità considerevole di materie bituminose, l'acetato di piombo cristallizza con difficoltà, e si depone in forma di concrezioni a cavolifiori. Si rimedia all'inconveniente facendo bollire la soluzione dell'acetato con una tenue quantità di acido nitrico, il quale vi determina la formazione di un precipitato azzurro, mentre il liquido rimane di color rossigno. Filtrato poscia attraverso a carbone pesto, il liquido passa incoloro, e per l'evaporazione spontanea fornisce l'acetato in cristalli regolari.

Si impiega questo sale nell'industria tintoria per la preparazione dell'acetato di alluminio; serve pure per preparare vernici, materie coloranti, e specialmente per la preparazione della biacca e del giallo di cromo. (Vedi Colori).

Acetato di alluminio. — L'industria si vale di questo acetato in istato di soluzione, a cui si dà il nome di *liquido pel rosso* o *mordente rosso.*

L'acetato d'alluminio si prepara scomponendo una soluzione di solfato di alluminio cogli acetati di bario, di calcio, o di piombo, con quest'ultimo specialmente. Colla filtrazione, separato il liquido dal solfato precipitato, si evapora.

L'acetato d'alluminio non cristallizza, ha una consistenza gommosa, è deliquescente ed ha un sapore molto astringente. Lasciato in contatto dell'aria perde dell'acido acetico e si trasforma in una combinazione perfettamente insolubile nell'acqua (acetato basico d'alluminio).

L'acetato d'alluminio puro è adoperato rarissimamente; è invece spesso usata una mescolanza di allume, di acetato di alluminio e di solfato di potassa, ciò che precisamente viene designato col nome di *mordente rosso*, il quale raramente si trova in commercio, essendo preparato dagli stessi consumatori.

Per preparare l'acetato neutro di alluminio coll'allume, affinchè la decomposizione mutua dei due sali riesca completa, si impiegano per 100 di acetato neutro di piombo 62.6 parti di allume; comunemente però usansi le dosi seguenti:

Allume ottaedrico a base di potassio o di amm.	p. 80
Acetato di piombo in polvere fina	» 100
Acqua	» 50

Si fa sciogliere l'allume nell'acqua calda e si aggiunge a poco a poco l'acetato di piombo. Allora precipita il solfato di piombo, e nel liquido rimane l'acetato di alluminio con solfato potassico od ammonico a seconda dell'allume adoperato. Si aggiunge una tenue quantità di carbonato sodico o di calcio per saturare quel tanto di acido libero che il liquido contenesse; quando il liquido col tempo si sia chiarito, si decanta entro barili, nei quali è poi messo in commercio.

L'esservi del solfato di potassio o di ammonio insieme coll'acetato di alluminio, nonchè una piccola quantità di allume, non produce effetti nocivi sui colori pei quali si usa come mordente il sale di alluminio. Qualche volta al *mordente rosso* aggiungesi anche della glicerina, cloruro di zinco, sal marino o sale ammonico, per impedire che esso si essicchi troppo rapidamente sui tessuti.

Da qualche tempo si preferisce preparare l'acetato di alluminio, sciogliendo nell'acido acetico l'idrato di alluminio precipitato da una soluzione di alluminato sodico: oppure, col carbonato sodico, trasformasi la soluzione di allume in un sale basico insolubile nell'acqua, che poi si scioglie nell'acido acetico.

Acetati di ferro. — In tintura usasi l'acetato di ferro in tre differenti stati, cioè: allo stato di pirolignito, di sale ferroso o di protossido e di sale ferrico o di perossido.

Il *pirolignito di ferro* è una mescolanza dei due sali ferroso e ferrico, ed è impiegato specialmente per la tintura in nero delle tele grossolane di lana.

Si prepara facendo reagire sul ferro dell'acido pirolignico, privato dell'alcole metilico e del più possibile di materie catramose. Quando la reazione si fa senza scaldare, il metallo è intaccato molto lentamente ed affinchè la reazione proceda bisogna che l'operajo rimova spesso il sedimento bituminoso che si forma sopra il ferro. Meglio è però fare il trattamento a caldo, perchè allora il ferro è immediatamente attaccato e l'idrogeno che attivamente si sviluppa, porta le materie catramose alla superficie, ove formano uno strato spesso che è facile levare.

Mantenuta la caldaja alla temperatura di circa 60° per alcune ore, la saturazione si fa completa e la soluzione è concentrata a sufficienza; allora, per un rubinetto posto in basso della caldaja, si fa defluire il pirolignito di ferro, ed il ferro che s'era messo in eccesso si toglie, e lo si libera dal catrame appiccandovi il fuoco; il ferro è così reso atto a servire per una operazione successiva.

La soluzione di pirolignito di ferro, ottenuta come s'è detto, segna circa 14° all'areometro Baumé.

In alcune fabbriche, dove si opera a freddo, la ferraglia è messa in barili a doppio fondo, su cui si versa l'acido pirolignico della densità di 3° Baumé. Per ottenere così la saturazione, è richiesto un tempo molto più lungo e la soluzione al termine dell'operazione segna all'areometro 10° Baumé, e deve poi essere concentrata fino a 14 o 15°.

Il ferro che in tutti i detti casi si adopera, è allo stato di ritagli, di limatura o di rifiuti qualsiasi. Da 10 parti di ferraglia, se ne ottengono 100 di pirolignito al grado voluto; un tale prodotto è detto anche *broda nera.*

L'*acetato ferroso* si ottiene facendo agire l'acido acetico diluito (di cattivo gusto) sopra la tornitura di ferro, attivando la reazione col riscaldamento fino verso 70° od 80° c. Si lascia quindi raffreddare e si travasa immediatamente in vasi chiusi onde evitare l'azione ossigenante dell'aria.

Si può anche preparare l'acetato di ferro per doppia decomposizione, trattando una soluzione di acetato di calcio o di piombo col solfato ferroso.

L'acetato ferroso cristallizza in aghi setosi, incolori solubilissimi nell'acqua e rapidamente ossigenabili. Lo si impiega per fabbricare speciali inchiostri per scrivere e per l'impressione sulle stoffe.

L'*acetato ferrico* si ottiene sciogliendo dell'idrato ferrico nell'acido acetico, oppure per doppia scomposizione degli acetati di piombo e di calce col solfato ferrico.

Molti altri acetati metallici preparansi nelle industrie, come quelli di rame, di uranio, ecc., ma della loro preparazione non si può in breve trattare qui convenientemente. In generale ottengonsi per doppia decomposizione dell'acetato sodico con un solfato, e l'ottenuto solfato sodico serve poi nuovamente in operazioni successive per scomporre l'acetato calcico.

Spirito di legno (alcole metilico). — Nei diversi metodi che vennero precedentemente descritti, con una prima parziale ridistillazione dell'acido piroligneo grezzo, si raccoglieva un prodotto, che rettificato in presenza di calce, fornisce un liquido giallo, più leggero dell'acqua, di odore etereo empireumatico, *detto spirito di legno*, il quale essenzialmente consta di alcole metilico (CH_4O) con acetone ed acetato di metile, oltre a tenui quantità di una serie di altri corpi, la cui enumerazione sarebbe qui superflua. Nella rettificazione s'introduce la calce nell'alambicco, onde fissare gli acidi e scomporre l'acetone e le metilamine.

Lo spirito di legno si trova nella proporzione dell'uno per cento nei prodotti acquosi della distillazione secca del legno, e lo si otterrebbe in proporzione alquanto maggiore, evitando una temperatura troppo elevata nell'apparecchio distillatore del legno.

Lo spirito di legno fu scoperto da Philips Taylor nel 1812 e solo dieci anni dopo fu da lui descritto come corpo nuovo. Nel 1834 Dumas e Péligot dimostrarono la molta analogia del nuovo corpo coll'alcole etilico, tanto per le sue proprietà quanto per i prodotti di decomposizione e di sostituzione chimica. Come l'etilico può servire di combustibile per le lampade, ma più rapidamente di questo si evapora e sviluppa colla combustione molto meno calore. S'impiega nella fabbricazione delle vernici da falegname, ma la sua rapida evaporazione è sempre un inconveniente che lo rende in taluni casi inapplicabile, inoltre per questo uso deve essere purificato bene.

Da pochi anni in qua, questo prodotto è di ragguardevole importanza commerciale, producendosene diversamente in grande quantità, per la preparazione del bromuro e del joduro di metile, impiegati nella fabbricazione di colori violetti e bleu derivati dal catrame.

Se ne impiega altresì una grande quantità per la preparazione del cloruro di metile, del cui impiego come corpo frigorifico è detto all'articolo AGGHIACCIAMENTO.

Prodotto solido o carbone.

La quantità e la qualità del carbone prodotto colla carbonizzazione del legno in vasi chiusi, varia: colle dimensioni delle storte o forni d'incarbonimento, colla temperatura, colla durata dell'operazione e colla natura del legno.

Così, secondo le esperienze di Violette, effettuando nel medesimo tempo la carbonizzazione di 100 parti in peso di legno di olmo nero (*Rhamnus frangula*) lasciano:

Carbonizzate	a 250°	Carbone	p. 50
»	a 300°	»	p. 33
»	a 400°	»	p. 20
»	a 1800° circa	»	p. 15

Allorquando si fa variare la durata della carbonizzazione, operando sempre nel medesimo apparecchio ed alla medesima temperatura, si trova che la quantità di carbone prodotta è proporzionale alla durata della carbonizzazione. Pertanto il carbonio del legno, nella carbonizzazione si scinde in due parti: una sfugge coi prodotti volatili, l'altra rimane in carbone.

La composizione del carbone di legna è variabile colla temperatura di carbonizzazione. In esso la quantità di carbonio è proporzionale a questa temperatura. Così in 100 di carbone ottenuto

a 250°	contiene	65	di carbonio
a 300°	»	73	»
a 400°	»	80	»
a circa 1500°	»	96	»

Il carbone di legna trattiene sempre dei gas, che il solo calore non può togliere completamente. La quantità dei gas fissati è di tanto minore quanto più la temperatura è stata elevata. Ciò è reso evidente dalle cifre che precedono.

Le diverse essenze di legno, carbonizzate alla medesima temperatura, non danno la medesima quantità di carbone; i legni più duri, quelli più compatti, come il bosso *(Boxus semper vivens)* e la quercia, si carbonizzano più lentamente degli altri, lasciando una quantità di carbone maggiore.

La composizione del carbone ottenuto alla medesima temperatura varia altresì a seconda dell'essenza del legno.

Più la temperatura di carbonizzazione è stata bassa e maggior quantità d'acqua il carbone può assorbire. Così, per 100 di carbone, l'acqua assorbita è

di 21	per quello ottenuto a		150°
di 7	»	»	250°
di 6	»	»	350°
di 4	»	»	450°
di 2	»	»	1500° circa

Anche la quantità di gas assorbita senza combinarvisi, varia colla loro natura e colla temperatura a cui fu ottenuto il carbone.

Troppo lungi porterebbe l'enumerare tutte le proprietà fisico-chimiche del carbone di legno, quale la conducibilità pel calore e per l'elettricità, il potere calorifico, la facoltà decolorante, la piroforicità, ecc. ecc.

Il carbone di legno commercialmente si distingue in *forte* (proveniente da legni di essenza dura) ed in *dolce* (proveniente da legni di essenza dolce). Secondo il grado di carbonizzazione si ha, il carbone *nero*, ossia il completamente carbonizzato ed il carbone *rosso* e l'*abbronzato*.

Distinguesi il carbone anche secondo la grossezza in:

Carbone grosso formato di pezzi grossi e più densi.

Carbone da fucina in pezzi grossi non più d'un pugno.

Carbone o *Carbonella* pezzi piccoli e polvere.

Carbone nero. — Fatta astrazione della piccola quantità di idrogeno e di ossigeno in esso contenuta, la composizione di questo carbone seccato all'aria, in media può ritenersi la seguente:

Carbonio	85 p. %
Acqua igroscopica	12 »
Cenere	3 »

La *combustibilità* del carbone nero preparato di recente è grandissima. Acceso ch'esso sia continua ad ardere, se l'afflusso dell'aria è sufficiente; è poi molto elevata la sua temperatura di combustione, non contenendo quasi più di sostanze volatili ed essendo inoltre un cattivo conduttore del calore.

Carbone rosso. — Come s'è visto, la carbonizzazione completa del legno, induce una perdita di combustibile che sale quasi al 40 per cento; da molti anni s'è quindi cercato di spingere la carbonizzazione soltanto fino al punto al quale manifesta ancora un colore rossastro.

L'esperienza ha dimostrato, che quando il legno secco, col riscaldamento, ha perduto da 60 al 70 per 100 del suo peso, allora si ottiene il così detto *carbone rosso*.

Esso è un prodotto intermedio tra il carbone nero ed il legno carbonizzato; è molto più ricco in ossigeno, più friabile, ma meno poroso del carbone nero, del quale meno celeremente assorbe l'umidità admosferica. Al contrario, maggiore è la sua infiammabilità e combustibilità, a cagione dei prodotti volatili e combustibili a cui dà origine, portandolo a temperatura elevata, pei quali, nell'ardere manda una fiamma lunga, luminosa e molto calorifica. È adattatissimo perciò agli usi metallurgici.

Come s'è già fatto notare altrove, la sua composizione, come la quantità che se ne ritrae, stanno in rapporto colla temperatura usata per formarlo.

La composizione del carbone rosso normale e di recente preparato è in media la seguente:

Carbonio	74 p. %
Acqua chimicamente combinata	24.5 »
Ceneri	1.5 »

La composizione dello stesso carbone preparato da lungo tempo è in media di:

Carbonio	66.5 p. %
Acqua chimicamente combinata	22 »
Acqua igroscopica	10 »
Ceneri	1.5 »

Carbone abbronzato. — Ad esso venne dato il nome anche di *legno rosso* o *legno abbronzato* ed è un prodotto intermedio tra il legno ed il carbone rosso. Contiene in media

Carbonio	52.66 p. %
Ossigeno	36.64 »
Idrogeno	5.78 »
Acqua	4.49 »
Cenere	0.43 »

Si prepara con legno di faggio, ed è un prodotto secondario dell'estrazione dell'acido acetico e del creosoto. Astrazione fatta dal colore bruno tendente al rossastro, esso ha ancora tutta l'apparenza del legno, ma è di questo molto più accensibile, e secondo R. Fresenius, ha un potere calorifico quasi doppio dello stesso legno seccato all'aria.

Bibliografia. — *Carbonisation des Bois en vases clos et utilisation des produits dérivés*, par Camille Vincent, Paris 1873 — *Handbuch der chemischen Technologie*, Rod. Wagner, Leipzig 1880. — *Chemical technology or Chemistry in its applications to the arts and manufactures*, Thomas Richardson, Londra 1855. Rod. Wagner, *Enciclopedia di Chimica scientifica ed industriale*, pubblicata dall'Unione tipografico-editrice, Torino — *Manuale di chimica applicata alle arti*, del prof. A. Sobrero, Torino 1867 — *Chemisch-technisches Repertorium*, Jacobsen E., Berlin 1879.

Ing. Luigi Anelli.

DOCIMASIA DEI METALLI PREZIOSI.

I.

Si denota col termine generico di *docimasia* od anche *docimastica* quella serie di operazioni chimiche che si istituiscono sopra un minerale naturale o su una lega metallica, allo scopo di riconoscerne gli elementi metallici costitutivi e stabilire i rapporti nei quali vi figurano. Onde sotto tale punto di vista la docimasia equivale all'*analisi metallurgica.*

Senonchè essa, più che la scienza pura, interessando l'industria propriamente detta, è indotta naturalmente a seguire un indirizzo suo proprio e al tempo stesso assai semplice. E invero si caratterizza la docimasia, in confronto alle ordinarie analisi scientifiche, per la speditezza d'esecuzione delle varie operazioni, per l'originalità dei sistemi di ricerche, e infine per un certo limite di esattezza nei risultati, quale ha trovato praticamente sufficiente. E ciò appunto è conforme ai bisogni dell'industria metallurgica; dacchè spesso è necessaria condizione per l'industriale l'eseguire da sè stesso nelle proprie officine (dove naturalmente non possono trovarsi gli utensili e i materiali per rigorose ricerche) varii saggi di un minerale, del quale deve fare acquisto, come pure il saggiare ripetutamente nel corso della lavorazione i varii prodotti che verrà successivamente ottenendo, e che una analisi scientifica mal potrebbe con altrettanta sollecitudine apprezzare.

Tale è il concetto della docimasia e tale è l'indirizzo che le è proprio. Ma poichè la metallurgia trova argomento di speciali studii nell'estrazione dei singoli metalli, così conseguono ad essa altrettante docimasie; e si ha infatti la docimasia del ferro, quella del rame, quella dell'antimonio, ecc., ciascuna di queste sendo intesa a rivelare il rapporto del metallo dominante verso gli altri che lo accompagnano nel relativo minerale. Ed a maggior ragione poi si hanno le docimasie dei metalli preziosi, quali sono argento, l'oro e il platino; i quali, scarsi per loro natura, sebbene abbastanza diffusi, offrono grandi difficoltà nell'essere ridotti a quello stato di purezza che è richiesto dall'uso cui sono destinati, e quindi apportano rilevanti dispendii. La docimasia poi di questi metalli riesce di una importanza eccezionale in confronto a quella degli altri; in quanto che essi, grazie al loro elevato valore commerciale, persuadono ad utilizzare i più strani residui delle varie industrie che ne fanno applicazione, e quindi a stabilire il limite di convenienza della loro utilizzazione; e sovrattutto poi codesta docimasia è di particolare interesse come guida alla determinazione del titolo delle monete e alla istituzione dei varii *valori* convenzionali.

In quest'articolo noi ci occuperemo appunto della docimasia dei metalli preziosi preaccennati, e cioè dell'argento, dell'oro e del platino; ma prima ancora di entrare in argomento, riteniamo opportuno di esporre in qual modo si riesca a isolarli dai metalli secondari che li accompagnano nei varii minerali. Chè per tali nozioni risulterà meglio compreso l'indirizzo che segue l'industriale nel suo lavoro, e la preferenza ch'egli accorda ad un metodo di saggio piuttosto che ad un altro.

Incominciamo dall'argento:

Metallurgia dell'argento.

L'argento si presenta in natura sotto parecchi aspetti, e cioè allo stato di purezza o di *argento nativo*, allo stato di mescolanza e di combinazione con altri metalli, quali l'oro, il mercurio, l'antimonio, l'arsenico; allo stato di *solfuro* e di *cloruro;* ma più specialmente ed abbondantemente trovasi unito a solfuri ed arseniuri di piombo e di rame.

Quando è puro, la sua estrazione si riduce a operazioni quasi del tutto meccaniche, e rappresenta naturalmente il più semplice caso di metallurgia; ma quando trovasi combinato con altri metalli, e precisamente con parecchi sali metallici, la sua estrazione riesce abbastanza difficile e complicata. I casi più comuni sono quelli dell'estrazione dalle *galene argentifere* e dalle *piriti ramoso-argentifere*, vale a dire da quei minerali che sono per la massima parte costituiti di solfuro di piombo e di solfuro di rame: ed ecco in qual modo si procede industrialmente.

Data una galena argentifera, la si tratta entro forni ad elevata temperatura, ottenendosi così l'ossidazione

del piombo, quindi la sua trasformazione in litargirio; questo fonde, e se si potrà farlo assorbire da qualche sostanza, si otterrà libero l'argento. Il criterio adunque per la separazione di questi due metalli è basato sulla facile ossidabilità del piombo in confronto all'argento e sulla facile fusibilità dell'ossido di piombo in confronto all'argento stesso. L'operazione così intesa dicesi *coppellazione* e il forno che si adotta dicesi forno a *coppella* per la sua analogia con una coppa. Esso infatti ha l'area circolare ed è sagomato a calotta sferica tutta tappezzata di mattoni messi in costa su un letto di scorie battuto e sulle quali è disposto a grosso spessore uno strato di marna ben compresso e disteso circolarmente. Questa calotta costituisce la *coppella* del forno. Essa è poi coperta da un'altra calotta di robusta lastra di ferro intonacata d'argilla e che viene alzata ed abbassata sugli orli del forno per mezzo di appositi congegni, mentre in varii punti del forno stesso trovansi delle aperture, in parte destinate a ricevere l'aria che deve ossidare il piombo, altre allo scolo del litargirio fuso.

Per eseguire una coppellazione si carica il forno con un dato peso di minerale, si abbassa il coperchio, lo si chiude ben bene con argilla, e si accende il fuoco per di sotto. Il piombo della galena fonde e viene tosto a ricevere correnti d'aria per mezzo di mantici; onde si forma una crosta detta *abstrichs*, costituita di ossido di piombo e ossidi degli altri metalli secondarii, come ferro, rame, ecc. Questa crosta vien tolta col mezzo di appositi rastrelli, e continuando l'azione simultanea del calore e dell'aria, continua l'ossidazione del piombo, quindi la formazione di litargirio; il quale, divenuto liquido completamente, si fa uscire; mentre una parte va ad imbeverne la marna della coppella. In tal guisa rimane nel centro di questa una massa brillante d'argento, la quale si fa raffreddare anche coll'aggiunta d'acqua.

La carica di coppellazione è di circa 160 quintali di minerale, dai quali, se la galena è ricca in argento, si possono ricavare circa 13 chilogrammi di argento: tutto il resto sendo costituito di litargirio puro, di litargirio misto ai frantumi di coppella, nonchè di litargirio rimasto alquanto argentifero.

L'argento così ottenuto, e che dicesi *argento di coppella*, non è peranco puro, e perciò gli si fa subire una *purificazione*, la quale consiste in una seconda coppellazione fatta entro una calotta emisferica di ferraccio internamente intonacato di marna e ceneri di legno, quali materie porose atte ad assorbire gli ossidi metallici ridotti a fusione. In questa calotta si pone l'argento impuro, la si riscalda fortemente, cacciando aria onde ossidare le minime traccie di piombo che vi fossero aderenti: l'ossido di piombo fonde e viene a costituire insieme ad altre impurità una scoria liquida, la quale è assorbita dalla coppella lasciando l'argento perfettamente brillante.

Questo processo di estrazione dell'argento trae seco per conseguenza la trasformazione di grandi masse di piombo in litargirio. Onde necessita di *vivificare* poi il piombo da questo ossido. E ciò si pratica assai facilmente basandosi sulla proprietà ch'esso possiede, al pari di tutti gli ossidi metallici, di cedere al carbone il proprio ossigeno liberandone il metallo, come è indicato dalle formole seguenti:

PbO	+	C	=	CO	+	Pb
litargirio		carbone		ossido di carbonio		piombo
2PbO	+	C	=	CO_2	+	2Pb
litargirio		carbone		anidride carbonica		piombo

Il metodo ora esposto di estrazione dell'argento dal minerale di piombo ha il grave inconveniente di dover fare ossidare enormi masse di piombo con dispendio di combustibile, di lavoro e di tempo; e quello del dovere poi vivificare il piombo ossidato, vale a dire di distruggere la prima operazione colla seconda. Oltre a ciò è constatata praticamente una perdita rilevante di argento per entro quelle gigantesche masse di scorie e di litargirio; cosicchè quando si trattasse di minerali piombo-argentiferi poveri in argento, tornerebbe certo vantaggioso il rinunziare all'estrazione di questo. A cotal metodo si sostituisce oggidì un altro, il quale dicesi per *concentrazione* e che offre tornaconto specialmente riguardo all'estrazione delle piccole quantità d'argento. Esso fondasi sulla nozione pratica, per la quale una lega piombo-argentifera, povera di argento, portata a fusione, e lasciata poi lentamente raffreddare, si divide in due strati, dei quali l'uno si rapprende in cristalli assai più poveri di argento che la lega primitiva, e che si portano al fondo della massa fusa; l'altro si mantiene ancor liquido ed è assai più ricco in argento della lega stessa. Cosicchè quasi tutto l'argento rimane condensato in quella quantità di piombo e può essere con vantaggio soggettato a coppellazione, mentre la maggior parte del piombo può essere posta in commercio direttamente, senza dover essere soggettata a vivificazione.

Un altro metodo ancora più economico di utilizzare i minerali piombiferi poveri d'argento, viene oggidì adottato, e con buon successo. Esso riposa sulla nozione che, allorquando si unisca dello zinco a del piombo argentifero e si facciano fondere insieme agitandoli ben bene, e poscia si abbandoni il miscuglio a se stesso, lo zinco si solidifica per primo alla superficie e si appropria l'argento, mentre rimane sul fondo tutto il piombo con poco zinco. La pratica ha dimostrato poi che per 1000 chilogrammi di piombo contenente

$^4/_{10000}$ di argento occorrono 10 chilogr. di zinco
$^6/_{10000}$ » 15 »
$^8/_{10000}$ » 20 »

vale a dire 5 chilogr. di zinco per ogni $^2/_{10000}$ di argento contenuto in 1000 di piombo.

Tali sono i processi industriali più accreditati per la estrazione dell'argento dalle galene argentifere. Ora diremo dell'estrazione dell'argento dal minerale di rame.

Su tale argomento si conoscono due processi: denominati, l'uno *estrazione per liquazione*, l'altro *estrazione per amalgamazione*.

Il primo di questi metodi fondasi sui fatti seguenti: allorquando abbiasi una lega ricca in rame e scarsa in argento, e la si unisca a piombo metallico, si ottiene una lega ternaria, la quale, se dopo fusione è abbandonata a lento raffreddamento, perde la massima parte di piombo insieme all'argento e lascia libero quasi tutto il rame. E analogamente, se una tal lega ternaria venga riscaldata gradatamente e lentamente, avviene dapprima la fusione del piombo racchiudente tutto l'argento, e rimane un residuo meno fusibile e per la massima parte costituito di rame. Cosicchè col termine di *liquazione* indicasi quel fenomeno pel quale alcune leghe nell'atto di solidificarsi, se fuse, o nell'atto di fondere, tendono a separarsi in due parti; l'una delle quali si solidifica più presto e si depone al fondo; e l'altra galleggia, perdurando più liquida. In base a ciò ecco come si procede in pratica riguardo al rame argentifero.

Dapprima si riscalda il minerale di rame argentifero fino ad ottenerne il così detto *rame nero*, cioè rame impuro, ma liberato dalla scoria; e questo rame nero che

contiene tutto l'argento, lo si mescola a del piombo (di preferenza argentifero, quale è quello residuo dell'estrazione dell'argento dalle galene argentifere) e ciò nel rapporto di 3 a 12: si fanno fondere insieme in modo da ottenerne la lega, che si versa poi a solidificarsi entro stampi, a foggia di dischi. Tali dischi vengono portati nei *forni a liquazione*, i quali sono costituiti da due muri inclinati fra loro, ricoperti da lastra di ferraccio, e poggianti su un piano munito di un canale di scolo pel piombo argentifero. Fra i muri si dispongono in costa i dischi, ed essi ricevendo direttamente l'azione del calore si *liquano*, il piombo argentifero cola sul suolo del forno, va a raccogliersi in appositi serbatoi e da questi è versato a solidificarsi entro stampi di ferro: il rame rimane nell'area del forno allo stato di spugna semifusa e racchiudente ancora piccole quantità di piombo. Il piombo argentifero è finalmente sottoposto a coppellazione e si trasforma in litargirio e argento.

La spugna di rame rimasta nell'area del forno contiene peraltro ancora delle traccie sensibili di piombo argentifero; onde viene soggettata a nuova lavorazione entro i forni detti di *risudamento*. In questi la temperatura è assai elevata, e la massima parte del piombo si libera dal rame nero, ma una parte rimane sempre inquinata di rame ossidato, attalchè si ha una mescolanza di piombo argentifero, litargirio ed ossido di rame, la quale viene destinata come materia piombifera in successivi trattamenti di minerali di rame argentifero.

Diciamo ora dell'estrazione dell'argento col processo di amalgamazione. Seguendo un tale processo occorre dapprima di torrefare ripetutamente il minerale di rame argentifero allo scopo non solo di eliminare tutto il solfo e i metalli volatili (arsenico ed antimonio), ma anche allo scopo di ossidare completamente il ferro ed il rame stesso; indi si tritura finamente il residuo. Per tali preparazioni si usano forni a doppio suolo su cui si carica la materia, la si agita onde favorirne l'ossidazione e si estrae il prodotto facendolo cadere entro casse di ferro nelle quali si raffredda. Dopo di che, lo si mescola con 9 o 10 per cento di sal marino, e 10 per cento di carbonato calcico finissimamente polverizzato e tant'acqua da farne un impasto omogeneo che poi si fa asciugare ben bene. Codesta massa viene triturata con macine apposite e soggettata ad una nuova torrefazione a temperatura assai elevata, per modo che il carbonato di calcio scomponga i solfati di ferro e di rame formatisi nella prima torrefazione, e li trasformi in carbonati, dai quali ottenere acido carbonico ed ossidi metallici, e il cloruro di sodio agisca contemporaneamente sull'argento formandone cloruro argentico. Onde il minerale di rame argentifero trovasi infine trasformato in un miscuglio di ossidi di ferro e di rame e cloruro argentico; e viene soggettato all'azione del mercurio cioè all'operazione di amalgamazione.

Tale operazione si eseguisce introducendo entro botti verticali di legno, giranti intorno al loro asse, 500 chilogrammi circa del miscuglio accennato, e vi si aggiungono 150 litri d'acqua calda e 40 chilogr. di ritagli di ferro; e mescolato il tutto lungamente, vi si introducono poi 150 chilogr. di mercurio. Si agita ben bene, indi si tratta con nuova acqua e si lascia infine separare lentamente l'amalgama che poi si estrae. In tale operazione è chiara l'azione del ferro; esso scompone il cloruro d'argento tramutandosi in cloruro ferroso e ferrico, mentre l'argento rimanendo allo stato libero viene mano mano ad amalgamarsi col mercurio.

L'amalgama così ottenuta viene filtrata sollecitamente traverso a tela fitta e inumidita con acqua, per la quale passa dapprima il mercurio non amalgamato; e a meglio agevolare questa eliminazione del metallo liquido si sottopone tutta l'amalgama a forti pressioni entro sacchi, cosicchè essa viene ad acquistare l'aspetto di solida focaccia, e successivamente la si soggetta a distillazione onde ricuperare il mercurio ed avere libero l'argento. Ciò si eseguisce ponendo l'amalgama entro un largo tubo di ferraccio, orizzontale, e unito ad angolo retto con altro che pesca verticalmente in una vasca d'acqua. Il tubo orizzontale viene riscaldato gradatamente, il mercurio distilla e si condensa lungo il tubo verticale cadendo nell'acqua allo stato liquido ed abbandonando l'argento libero. Altri processi di amalgamazione e relativi sistemi di distillazione di amalgama si conoscono nell'arte metallurgica, ma reputiamo opportuno di non occuparcene per non uscire dal nostro còmpito; accenneremo invece ad un metodo speciale di estrazione dell'argento dai minerali di rame argentifero, metodo il quale può tornare opportuno per le piccole industrie. Esso consiste nel torrefare dapprima il minerale, poi trattarlo con acido cloridrico in modo da ottenere i cloruri di rame, di ferro e d'argento, dei quali è l'ultimo il solo insolubile e può essere amalgamato con varii sistemi. Ovvero puossi trattare con acido nitrico il minerale torrefatto, in guisa da ottenere nitrato di rame e nitrato d'argento, e poi precipitare l'argento mediante cloruro di sodio, sotto forma di cloruro d'argento.

Metallurgia dell'oro.

Passiamo ora a dire delle forme principali sotto le quali si presenta l'oro in natura, e dei varii sistemi che si adottano per estrarlo, cosicchè riesca più facile il comprendere poi le varie operazioni che ne costituiscono la docimasia, cioè il saggio industriale.

L'oro trovasi assai sparso in natura, ma in piccole quantità, e quasi sempre allo stato nativo. Si presenta ora in cubi ed in ottaedri, ora in piccole masse informi o filamentose, ora in laminette e in pagliuzze (come nelle sabbie dei fiumi), ora in granuli sferoidali o in piccole masse regolari, ma ad angoli smussati (pepiti d'oro). E lo accompagnano altresì il quarzo e i minerali calcari, le piriti di ferro e di rame, i minerali d'argento, di piombo, d'antimonio, ecc.; e più generalmente lo si estrae dalle sabbie del letto dei fiumi. Questi varii suoi stati costituiscono le condizioni del diverso procedimento di estrazione, i quali pertanto si riducono ai seguenti, che sono:

1° La lavatura;
2° L'amalgamazione;
3° La coppellazione in presenza di piombo.

Il più semplice fra questi è il primo, il quale consiste a dilavare le materie terroso-aurifere delle alluvioni, in modo che, agitando l'acqua, vengano trasportate tutte le parti più leggiere e rimanga separato l'oro per sola differenza di peso. Tale operazione si pratica in vario modo, sia a mano per mezzo di una larga coppa di ferro, la quale, riempita delle terre aurifere, viene poi sommersa nell'acqua ed agitata ben bene, onde, col favore della corrente, venga ad essere asportata la parte terrosa, e l'oro rimanga sul fondo: ovvero si dispongono le terre su dei tavolati leggiermente inclinati, e sui quali si fa correre acqua: ovvero si pongono le terre stesse entro casse, il cui fondo è traversato da fori, in guisa che l'acqua che vi si fa arrivare al dissopra traversi la massa ed esca pei fori stessi, trascinando le parti più sottili. E si hanno altri modi ancora che si possono facilmente immaginare, allorquando si tratti di liberare un

corpo pesante da una serie di molti altri specificamente più leggieri.

Il secondo processo, quello cioè per amalgamazione, si adotta di preferenza nell'estrazione dalle piriti di ferro, colle quali esso appunto trovasi mescolato in quantità rilevanti. In tal caso le piriti vengono dapprima torrefatte onde eliminarne il solfuro di arsenico; e poscia, triturate e macinate il più finamente possibile, vengono trattate con mercurio onde si formi l'amalgama d'oro. La triturazione e l'amalgamazione si operano in uno stesso molino costituito da un robusto tino di legno cerchiato di ferro, ed avente sul fondo una macina fissa, nel centro della quale può girare un'altra macina, ma sagomata a imbuto, ed il cui vertice ruota nel centro della prima mediante il movimento di rotazione di un albero verticale col quale è unita in sistema. Si introduce pertanto nel molino una data quantità del minerale e tanta acqua da tener sommersa la macina mobile, e si fa girare questa finchè tutta la carica (che è di circa 30 chilogr.) riesca ben triturata. In seguito si versano circa 300 gr. di mercurio (quantità apparentemente piccola, ma sufficiente in relazione alla quantità d'oro da estrarsi), e si continua l'agitazione delle macine finchè si ottiene una mescolanza di amalgama e fanghiglia. L'amalgama, che è più pesante, si estrae per dissotto e la si sottopone a distillazione. Da 30 chilogr. di una buona pirite aurifera si possono ricavare circa 4 chilogr. di amalgama, i quali dopo distillazione lasciano un residuo di un chilogramma e mezzo di oro metallico. Un tal lavoro può anche esser reso più utile, accoppiando insieme due o più molini, in modo che la fanghiglia dopo l'amalgazione possa scorrere in un secondo molino a subire una successiva amalgamazione, poscia in un terzo molino; e così via, fino a completo spostamento di ogni traccia d'oro.

Il terzo processo, finalmente, quello per coppellazione, si adotta di preferenza per l'estrazione dell'oro dai solfuri metallici auriferi contenenti per lo più anche rame ed argento. In tal caso il minerale viene torrefatto, poi aggiunto di piombo e litargirio onde ottenerne un piombo aurifero, e successivamente lo si sottopone alla coppellazione, la quale dà per risultato una lega libera, costituita per la massima parte d'oro e d'argento.

A questi varii procedimenti, i quali tutti richiedono che l'oro trovisi nei rispettivi giacimenti in quantità piuttosto sensibili, dovremo aggiungere un procedimento speciale che si utilizza con molto vantaggio nel caso di minerali auriferi assai poveri d'oro. Esso fondasi sul fatto chimico che l'oro metallico, soggettato all'azione del cloro gasoso e in presenza d'acqua, si trasforma in *tricloruro d'oro*. In tal caso si torrefanno i minerali onde eliminare il solfo e l'arsenico, e ossidare completamente il ferro ed il rame, e ne rimane l'oro allo stato metallico. In seguito si pone la massa così trattata entro un recipiente di legno tutto spalmato di bitume, e vi si aggiunge poca acqua, facendovi poi gorgogliare del cloro gasoso previamente lavato, acciò sia privo di acido cloridrico. Ottenuta la trasformazione dell'oro in cloruro, si aggiunge acqua onde eliminarlo per soluzione, sebbene rimanga commisto a qualche parte di cloruro di ferro; ed alla soluzione aurica si aggiunge poco acido cloridrico, poi una soluzione di solfato ferroso, il quale determina la precipitazione dell'oro metallico, mentre esso trasformasi in solfato ferrico. L'operazione potrà essere altresì semplificata quando, a vece di far passare nella massa torrefatta una corrente di cloro, si versi la massa stessa in una soluzione acquosa di cloro. L'oro si discioglierà in essa egualmente, e potrà esserne separato il cloruro nello stesso modo che abbiamo accennato in addietro.

Metallurgia del platino.

Diremo ora alcune parole circa l'estrazione del platino dalle sue combinazioni naturali; e benchè, per la ristrettezza relativa delle sue applicazioni, codesto metallo potrebbe nel senso industriale non essere studiato con altrettanto interesse quanto l'oro e l'argento, tuttavia ce ne occupiamo come di uno fra i più noti metalli preziosi.

Il platino *(piccolo argento)* trovasi in natura sempre unito a parecchi altri metalli, quali sono: il palladio, il rodio, l'iridio, l'osmio, l'oro, il ferro, il rame, e si presenta sempre coll'aspetto di piccolissimi grani di aspetto metallico. La sua estrazione, o meglio il modo di isolarlo dagli altri metalli, è operazione assai lunga e difficile, e riposa principalmente sulle proprietà che esso possiede di potersi saldare con sè stesso per semplice compressione, e quindi sulla proprietà di poter essere *fucinato*.

Il minerale di platino pertanto viene trattato con acqua regia diluita, la quale scioglie l'oro e il ferro e gli altri metalli più comuni; poscia si tratta la massa residua con acido cloridrico concentrato, al quale si aggiunge per piccole porzioni acido nitrico concentrato, operando entro grandi storte. In questa mescolanza la massima parte del platino, del palladio, del rodio, e un po' d'iridio si sciolgono, mentre la massima parte dell'iridio e l'osmio rimangono inattaccati sotto forma di granuli o pagliette. Il liquido contenente il platino, cioè la soluzione cloro-nitrosa, viene concentrato e trattato con una soluzione satura di cloruro d'ammonio, il quale forma il doppio cloruro ammonico-platinico, insolubile. Lo si raccoglie, lo si lava e lo si calcina al rosso scuro, ottenendo così una massa grigia e porosa di platino. Le acque madri, dalle quali si precipitò il sale di platino, vengono svaporate e soggettate di nuovo al cloruro di ammonio, il quale vi forma un precipitato rosso di *cloruro doppio di ammonio ed iridio*.

La massa grigia di platino è ciò che si dice *spugna di platino*. Non resta ora che ridurla allo stato di metallo lucente, profittando appunto, come si disse in addietro, delle proprietà che esso platino possiede di saldarsi per semplice compressione. Perciò la si lava ben bene, la si spazzola colle mani in guisa da ridurla polverosa, e la si rende poi fanghiglia omogenea pestandola sott'acqua entro mortajo di legno. Con codesta fanghiglia si riempie uno stampo cilindrico di ottone, al quale si sovrappone un disco di rame, e poscia un robusto cilindro d'acciajo, a guisa di stantuffo e che vi si spinge con forti pressioni di torchio idraulico. Dopo ciò si leva il disco di platino che si è reso coerente, lo si fa essiccare sopra carboni, e lo si pone poscia entro un forno che si riscalda ad altissima temperatura; lo si toglie dal forno ancor rosso, e lo si batte fortemente sovra un'incudine. Poscia lo si cosparge di borace e carbonato di potassio, si porta di nuovo al forno, lo si estrae, lo si fucina ancora, e infine lo si lava con acido solforico diluito. Il platino così ottenuto è lucente, malleabile, duttile, ed ha tutte quelle proprietà che lo rendono tanto apprezzato.

II.

Colla scorta delle nozioni risguardanti le principali forme minerali sotto le quali si presentano l'argento, l'oro e il platino, ci riescirà facile il comprendere ora la ragione delle varie operazioni chimiche che costituiscono la docimasia in generale e quelle che sono particolari a ciascuno di essi.

Si distinguono i metodi docimastici in due ordini:
il metodo per via secca;
il metodo per via umida;
e ciascuno di essi comprende il saggio qualitativo ed il saggio quantitativo.

Il *metodo per via secca* può eseguirsi qualitativamente per mezzo del *cannello ferruminatorio* e per mezzo della *pietra di paragone;* e quantitativamente lo si eseguisce per mezzo della *coppellazione* od ancora colla pietra di paragone, purchè accoppiata all'uso delle leghe *campionate.* Il *metodo per via umida* si eseguisce facendo la soluzione del minerale o della lega metallica, e poi precipitandone i singoli metalli con speciali reattivi; e poichè la materia precipitata può essere direttamente pesata, ovvero essere valutata in relazione al *volume di reagente* richiestosi per la precipitazione del metallo da un peso determinato della materia in assaggio, così il metodo per via umida o per via di soluzione prende nel primo caso la qualifica di *ponderale,* nel secondo quello di ***volumetrico.***

Metodo per via secca. — Il cannello ferruminatorio è di grande sussidio nella ricerca qualitativa dei metalli, oltrecchè per le reazioni caratteristiche dei singoli metalli, anche per la grande speditezza colla quale si possono in molti casi ottenere i responsi. Il suo uso è legato strettamente alla conoscenza della composizione della fiamma dei corpi gasosi combustibili (vedi articolo CANNELLO FERRUMINATORIO), potendosi ottenere a piacimento e un'azione di ossidazione, cioè di forte riscaldamento e scomposizione delle varie combinazioni racchiudenti i metalli che si cercano, e una azione di deossidazione, o riduzione, per la quale il metallo appunto esce liberato dal suo ossido e con tutti i caratteri che gli son proprii. Tali azioni vengono poi variamente aiutate dall'uso di composti particolari detti *fondenti* (i carbonati alcalini e il cianuro di potassio), i quali compiono il doppio ufficio di solventi (durante il loro stato di fusione) e di reagenti, pel fatto che trasformano le più complesse combinazioni metalliche in carbonati e cianati metallici, i quali sono di facilissima trasformazione in ossidi e successivamente in metalli liberi. Così, ad esempio, allorquando sul carbone e in presenza di codesti fondenti si tratti un minerale o una lega metallica colla fiamma di riduzione al cannello ferruminatorio, si potranno subito riconoscere:

i composti arsenicali all'odor d'aglio che se ne svilupperà;

i composti solforati (solfuri) all'odor di uova fracide;

lo *stagno,* l'*argento,* il *rame* e l'*oro* al loro presentarsi in pagliette duttili e brillanti dotate di colore caratteristico;

il *nikel,* il *cobalto,* il *ferro,* il *platino,* ecc., al loro presentarsi sotto l'aspetto di polvere grigia infusibile e variamente colorata;

l'*antimonio,* il *bismuto* e il *piombo* al loro presentarsi come metalli liberi ed accompagnati da aureola variamente colorata;

lo *zinco,* il *cadmio* e il *tellurio* dal presentarsi sul carbone un'aureola od ossido caratteristicamente colorato e senza alcuna traccia di metallo libero; e così via.

Gli è chiaro peraltro che codeste risultanze non debbono considerarsi che dal lato qualitativo, giacchè, ove si volesse usare di tal metodo come saggio quantitativo, occorrerebbe completarlo per via di successive soluzioni, e non avremmo più un saggio per via secca, ma un saggio misto per via secca e per via umida. Ad ogni modo è innegabile che il saggio al cannello offre un indirizzo analitico di molto valore.

Vediamo il saggio colla *pietra di paragone.* Con questo nome, od anche coll'altro di pietra *Lidia,* si denota una pietra di un bel color nero splendente, a superficie pulita, ma leggiermente granosa, assai dura, e che è di natura quarzosa e tinta in nero per materia carbonosa. Secondo i mineralogisti è un *diaspro,* una pietra silicea amorfa; e collo stesso scopo si usano alcune pietre basaltiche ed anche schisti argillosi assai duri. Ciò che si richiede in tali pietre si è una gran lucentezza, accoppiata ad una certa granosità, allo scopo appunto che, soffregandovi sopra un metallo, o una lega, ve ne rimangano ben distinte le traccie.

Or bene, se il saggiatore limitasse le sue indagini alla tinta che lascia il metallo soffregato sulla pietra, e si accontentasse *paragonarla* a quella lasciata da un metallo o da una lega di costituzione ben nota, farebbe certo opera assai dubbia nei riguardi di un saggio, e non avrebbe naturalmente che un criterio grossolanamente comparativo. E ciò tanto maggiormente inquantochè pel soffregamento non si ha indizio che della *superficie* del metallo. Si completa altresì il saggio alla pietra per mezzo di debolissima acqua regia, cioè di una mescolanza di acido cloridrico e nitrico diluiti; basandosi sul fatto che l'oro, ad esempio, e il platino non vi si disciolgono, mentre il rame o gli altri metalli e leghe colorate vi si disciolgono, e con tinta caratteristica; ma anche per tale pratica non si riesce a dare al saggio un valore positivo, bensì quello di un approssimato raffronto.

Il saggio colla pietra di paragone potrà invece acquistare un certo valore quantitativo allorquando trattisi di stabilire il rapporto nel quale un determinato metallo, ad es. l'oro, trovasi in lega con un altro, l'argento. In tal caso si hanno a propria disposizione alcune leghe *campionate,* dette *tocchelli* o *tocche;* e operando ancora coll'acqua regia, si potranno *raffrontare* con vantaggio le traccie metalliche lasciate dalla lega in esame con quelle dei singoli *tocchelli.* Ed è appunto basata su tal sistema la determinazione del *titolo approssimativo* delle leghe dei metalli preziosi; siccome più oltre diremo con dettaglio studiando i varii saggi delle leghe d'oro e d'argento.

Il metodo più sicuro per via secca è quello che dicesi per *coppellazione.* Tale operazione, come già si avvertì in addietro, è fondata sul principio che, dato un composto metallico contenente un metallo più ossidabile degli altri, e posto entro un crogiuolo poroso, detto *coppella,* a riscaldarsi con forte accesso d'aria, il metallo più ossidabile viene a trasformarsi rapidamente in ossido; e successivamente fondendo viene man mano assorbito dalla coppella stessa, lasciando libero il metallo meno fusibile ed ossidabile. Nel saggio dei metalli preziosi si aggiunge ad essi una variabile quantità di piombo, come metallo eminentemente ossidabile, e ciò allo scopo di ottenere per mezzo della ossidazione di questo anche la ossidazione degli altri i quali, benchè generalmente in piccola quantità, accompagnano i metalli preziosi.

L'operazione si eseguisce praticamente nel seguente modo e facendo uso dei seguenti utensili ed apparecchi. La *coppella* o crogiuolo di coppellazione si prepara impastando con acqua e con un po' di birra inacidita le ceneri ottenute dalla calcinazione delle ossa animali. Tali ceneri vogliono essere ben stacciate e perfettamente esenti da ceneri di combustibili e lavate ben bene con acqua bollente. Fatto l'impasto, lo si introduce in uno stampo *a* di bronzo o di acciajo, detto *matrice* (fig. 125), fino a riempierla, e poscia vi si applica sopra il ponzone *b* comprimendovelo a forza; di guisa che le ceneri

addensandosi acquistino la forma concava quale è indicata nella fig. 126. Dopo di che la si estrae, capovolgendo la matrice stessa e percuotendovi sopra leggiermente; la si pone poi ad asciugare lentamente ed all'aria libera.

Per essere usate opportunamente debbono le coppelle essere poste in un cartoccio semicircolare a base piana, detto *muffola* (fig. 127). Questa è formata con terra refrattaria, ed è munita, sia nella faccia interna posteriore, sia sulla parte pianeggiante del suo sviluppo semicircolare, di alcune fessure destinate a funzionare da tiranti d'aria; oltre alla bocca anteriore di carica che funziona da tirante principale. — La muffola colla coppella, o con varie coppelle, viene disposta in un forno



Fig. 125.



Fig. 126.



Fig. 127.

a riverbero pure formato di terra refrattaria (fig. 128 e 129), entro al quale può svilupparsi una elevatissima temperatura. Durante il riscaldamento del minerale o della lega metallica mescolata al piombo, avviene l'ossidazione di questo, e la coppella va man mano acquistando un colore giallo-rosso, causa l'assorbimento del litargirio; finchè si vede spuntare sul centro di essa un bottone o globulo metallico perfettamente lucente. Questo è l'argento: e dopo raffreddamento e pulitura mediante un leggierissimo bagno di acido acetico atto a sciogliere le piccole traccie di litargirio rimaste aderente, e dopo lavatura ed essiccazione, è pesato con diligenza. Il peso del bottone posto in relazione col peso della lega o del minerale argentifero impiegato, dà la quantità o il per cento in argento. Il bottone di metallo coppellato dicesi tecnicamente *bottone di ritorno:* e più oltre vedremo poi quali altri vantaggi pratici e comparativi accompagnino il saggio alla coppella.

Passiamo ora a dire del *metodo per via umida*. La analisi per via umida è indubbiamente più esatta di quella per via secca, e sebbene in apparenza riesca più complicata e più lunga, è invece molto spedita ed offre risultati concordanti anche in parecchie esperienze e determinazioni: a differenza del saggio per via secca, il quale difficilmente offre risultati che non si diversifichino e di molto in due successive determinazioni sopra una stessa materia. L'analisi o il saggio per via umida richiede, naturalmente, di avere la lega metallica allo stato di soluzione; e quindi pesatane una quantità a, la si scioglie negli acidi, e precisamente nell'acido nitrico se trattasi di lega argentifera, o nell'acqua regia se specialmente aurifera; ovvero, se argentifera ed aurifera insieme si adottano sistematiche soluzioni in guisa infine da ottenere separati i metalli.

La soluzione è adunque una condizione essenziale. Si richiede altresì a disposizione del saggiatore una serie di soluzioni e di reattivi chimici preparati in modo che ne sia noto il titolo rispettivo; preparati cioè in modo che si conosca quanto reattivo, considerato allo stato solido e cristallizzato, sta disciolto in ogni centimetro cub. di soluzione. Cosicchè facendo reagire la soluzione del reattivo sovra la soluzione metallica in esame, si possa arrestarne l'azione a quel punto nel quale esso



Fig. 128.

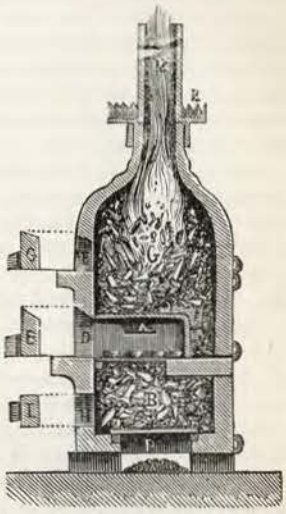


Fig. 129

sarebbe versato più del necessario. Così ad es., una soluzione di cloruro di sodio produce nella soluzione di nitrato argentico un precipitato bianco caseoso, di cloruro argentico; e se si ha cura di versare la prima nell'altra per piccolissime quantità, avviene un istante nel quale una nuova goccia di soluzione salina non vi produce più alcun precipitato. Orbene, se la soluzione di cloruro sodico si prepara prendendo gr. 58.5 di cloruro sodico perfettamente secco, cristallizzato e purissimo, e li si sciolgono in un litro d'acqua distillata, gli è naturale che un centimetro cubico di tale soluzione conterrà 1/1000 di 58.5 cioè gr. 0.0585 di cloruro sodico: e poichè la chimica insegna che gr. 58.5 di cloruro di sodio trasformano in cloruro argentico gr. 108 di argento, così dal numero dei centimetri cubici di soluzione sodica che si richiederanno per produrre la completa precipitazione dell'argento da una sua soluzione, si potrà dedurre indirettamente quanto argento essa soluzione contiene. Onde sapendo che gr. 0.0585 di cloruro di sodio precipitano 0.108 di argento, e impiegando n centimetri cubici di soluzione sodica in un'esperienza, dedurremo che nella soluzione argentica si trovano gr. $n \times 0.108$ di argento. E se la soluzione metallica si è fatta sciogliendo ad es. 2 gr. di lega argentifera, avremo per conseguenza che in questi 2 gr. di lega si trovano $n \times 0.108$ di argento e da questo risultato si passa poi al rapporto centesimale. Se poi si prendessero 100 c. c. di soluzione sodica, e si diluissero con tant'acqua fino a formarne ancora un litro, gli è chiaro che ogni centimetro cubico di essa racchiuderebbe di cloruro sodico 1/10 di quello che trovavasi nel centimetro cubico di prima, e cioè racchiuderebbe soltanto gr. 0.00585 e rappresenterà quindi un reattivo

sensibilissimo per le ricerche anche delle minime traccie di argento. La soluzione di cloruro sodico fatta con gr. 58.5 di sale in un litro d'acqua, si dice *soluzione normale:* quella invece ridotta al decimo nel modo or ora accennato, si dice *soluzione normale decimale:* e si chiamano normali, perchè si preparano sciogliendo un peso di sale il quale esprime il rapporto sperimentale di combinazione del cloruro di sodio coll'argento; e cioè che a trasformare 108 gr. di argento in *cloruro di argento* occorrono gr. 58.5 di cloruro di sodio.

Ciò posto, aggiungeremo che per misurare i centimetri cubici delle soluzioni normali, in genere, si hanno dei tubi graduati di forma particolare e che portano il nome di *burette*. Essi sono divisi in centimetri e parte di centimetro cubico; e sono affilati ad una estremità in modo da congiungersi ad un tubicino di gomma, il quale è tenuto chiuso da una pinzetta metallica; e premendo questa moderatamente ne possono uscire numerate le goccie del tubo.

Nei laboratorii delle zecche tuttavia, dove si fanno frequenti saggi giornalieri per via umida, vengono disposti gli arnesi da saggio volumetrico in modo particolare, e tale da rendere più comoda l'esecuzione dell'operazione; il che vedremo a suo tempo, parlando del saggio speciale dell'argento e dell'oro.

Egli è tuttora a notarsi che mentre il metodo per via secca è applicabile tanto all'argento che all'oro ed al platino, quello per via umida quale ora abbiamo esposto, cioè il metodo *volumetrico*, non può essere adottato con altrettanta opportunità per ciascuno di essi. Si preparano bensì le soluzioni, ma il saggio si fa per pesate dirette dei precipitati metallici; vale a dire, preparata la soluzione di un dato peso di lega, si fa la separazione dei singoli metalli mediante l'uso di speciali reagenti i quali li precipitano sotto forme diverse; e la materia precipitata viene lavata, asciugata, indi pesata su una sensibilissima bilancia di precisione. E in base alla nozione della costituzione chimica del nuovo sale ottenuto, si determina quanto metallo trovisi in esso racchiuso.

Sul proposito della bilancia è d'uopo soffermarsi con qualche parola, e ciò pel fatto che si adottano, riguardo ai pesi, alcune speciali convenzioni. Una buona bilancia da saggiatore deve esser sensibile al mezzo milligrammo (0.0005) e dev'esser custodita entro vetrine racchiudenti sostanze essiccanti per garantirla dall'umidità. Quanto ai pesi si hanno due scatole, l'una detta *scatola all'argento*, che è la tipica, e che racchiude le frazioni di peso in platino; l'altra, detta *scatola all'oro*, ha i pesi colorati in giallo-oro onde distinguerla da quella di platino. Il valore dei pesi dell'una e dell'altra non è identico: in quelli della prima, ai numeri indicanti le frazioni del grammo corrispondono effettivamente altrettanti valori: in quelli della *scatola all'oro*, ai numeri indicanti le frazioni corrisponde un valore metà del reale. E ciò si pratica col seguente criterio. I saggi d'oro si istituiscono sempre su un peso di *mezzo grammo* della materia in esame; e quindi, allorquando si è ottenuto un risultato analitico, farebbe d'uopo raddoppiarlo per porlo in relazione all'unità ed averne il procento. Ad evitare dunque questa pratica, si è stabilito di costruire i pesi con un valore ponderale metà del vero, e di scriverci sopra *nominalmente* il valore reale. Così ad es., il peso che porta scritto 1 gr., rappresenta 1/2 grammo; quello che porta scritto 0.2 pesa realmente 0.1 e così via; cosicchè riesce più spedita la valutazione dei risultati il cui punto comparativo di partenza è il mezzo grammo.

III.

Saggio dei minerali e delle leghe d'argento.

Tutto ciò che abbiamo esposto relativamente ai metodi docimastici per via secca e per via umida riguarda le generalità, cioè l'indirizzo che governa questa forma di ricerche industriali. Ed ora passeremo alla parte più speciale, attenendoci precisamente ai varii casi della pratica del saggiatore dei metalli preziosi, quali sarebbero i saggi delle leghe che si presentano alle zecche od anche i saggi dei residui di oreficerie i quali offrono naturalmente tutto l'interesse della estrazione dei metalli preziosi che ancor racchiudono. E quanto diremo riguardo alle leghe potrà in gran parte ripetersi pei minerali propriamente detti, e meglio ancora per quelli i quali, già soggettati a un primo trattamento metallurgico, vengono infine a rappresentare una lega impura costituita di due o più metalli, dei quali interessa il dosare quello di maggior valore. E incomincieremo dal saggio di siffatte leghe contenenti argento, cioè dalla determinazione del *titolo* di esse: intendendosi per titolo il rapporto dell'argento entro un peso determinato di lega.

Riguardo alle leghe di argento che si presentano al saggiatore di una zecca, il caso più comune è quello delle leghe di argento e rame; ed allora parecchi sono i caratteri dai quali si può dedurre il titolo. Anzitutto si considera di titolo più elevato quella la quale si presenta più densa, bianca, duttile, malleabile, facile ad essere limata, e battuta, e quanto meno è sonora. In secondo luogo, fatto laminare un pezzo della lega, e fattala riscaldare entro forno, si osserva il colore che assume, e si ritiene tanto più ricca in rame la lega quanto più volgerà al nero; ciò naturalmente sendo dovuto alla formazione di molto ossido ramico. E una lega così ritratta dal fuoco si ritiene praticamente

di titolo 1000 se il colore è bianco-smorto
» 950 » bianco-bigio
» 900 » bianco-bigio, nero agli orli
» 880 » bigio quasi nero
» 860 e inferiore se il colore è totalmente nero.

A questi criterii si aggiungono poi quelli dedotti dall'uso della pietra di paragone e dei *tocchelli*. Si chiamano con tal nome alcune piccole verghe costituite di argento e rame in proporzioni note, e unite fra di loro a guisa di stella ad otto raggi portanti ciascuno un titolo, e precisamente

i titoli { 1000, 950, 800, 780, 760, 740, 720, 700

od anche titoli più vicini fra loro e differenziantisi solo di 0.020.

Onde fatta sulla pietra una traccia colla lega da studiarsi, si fa accanto ad essa una traccia parallela coi *tocchelli*, notando a quale di queste più si avvicini la tinta della lega in esame; e si avrà cura di ripetere molte volte l'esperienza e limare altresì la superficie della lega onde porre a nudo mano mano i successivi strati, ed accertarsi della omogeneità della sua composizione. Con tal mezzo il saggiatore stabilisce approssimativamente il titolo della lega, e precisamente potrà stabilire se il titolo è superiore od inferiore ad uno dei titoli principali; come ad es. se al dissotto dell'800, o al dissopra di esso, se prossimo al 700 o prossimo all'800 e così via,

potendo arrivare tuttavia con sicurezza ad ottenere il titolo con una approssimazione di 0.010. E con tali criterii direttivi si rivolge all'operazione principale che costituisce il saggio, cioè alla *coppellazione*.

La coppellazione si pratica su 1 gr. di lega quando il *tocco* alla pietra l'abbia valutata ad un titolo compreso fra 1000 e 800: per leghe valutate a titoli inferiori a quello, si pratica la coppellazione su 1/2 gr. di materia, e fa d'uopo convertire la lega binaria in ternaria: vale a dire, data la lega d'argento e rame, bisognerà aggiungervi una data quantità di piombo, acciò l'ossidazione di questo favorisca l'ossidazione del rame, e tutti e due vengano assorbiti dalla coppella. La parte principale della coppellazione si è quella del saper proporzionare quella quantità di piombo che è sufficiente a sottrarre tutto l'ossido di rame: chè se il piombo difetta, rimane l'argento inquinato di rame: se abbonda, c'è perdita di argento che viene appunto da esso trattenuto. Gli è per ciò che il saggiatore tiene a sua disposizione una tavola numerica quale è esposta qui appresso, e che porta una serie di risultati sperimentali relativi alla varia quantità di piombo che deesi impiegare pel saggio di una lega il cui titolo sia noto. Cosicchè, data una lega, e sendo stato approssimativamente determinato il titolo per mezzo della pietra e dei tocchelli, si sceglierà fra i numeri esprimenti la quantità di piombo da impiegarsi, quello che è più vicino al caso che si considera. La tavola che rappresenta codesti dati sperimentali è la seguente:

Titolo dell'argento	Quantità di rame	Piombo richiesto pel raffinamento dell'argento, cioè per la coppellazione.
1000	0	0.3
997	3	0.4
995	5	0.5
990	10	1
980	20	2
960	40	3
950	50	4
930	70	5
915	85	6
900	100	7
890	110	8
850	150	9
800	200	10
700	300	12
600	400	14
500 a 0	500 — 1000	15 a 18

E quindi, a mo' d'esempio, data una lega la quale abbia offerto nel saggio al *tocchello* un titolo in argento espresso da 0.900, la si dovrà coppellare impiegando 7 grammi di piombo.

Ciò posto, ecco in qual modo si eseguisce praticamente la coppellazione. Pesato 1 gr. di lega, la si avvolge entro carta, la quale non lasci alla combustione che pochissima cenere: indi, introdotta la coppella nella muffola, e riscaldato il tutto al rosso, si depongono nella coppella stessa per mezzo di una pinzetta i pochi grammi di piombo, quali si deducono dalla tavola, e li si lasciano fondere completamente. A questo punto si pone tutto sul piombo fuso il grammo di lega già ravvolto nella sua carta, e si chiude la porta della muffola. La carta brucia, le ceneri si mescolano al piombo fuso e si ha così un bagno metallico lucente. Si dà quindi accesso all'aria onde avvenga la ossidazione dei metalli più ossidabili; i loro ossidi, quelli di piombo e di rame, penetrano nei pori della coppella e la massa metallica liquida va diminuendo, sinchè sulla fine si notano delle striscie metalliche iridescenti che poi spariscono anch'esse accompagnate dal fenomeno che si dice il *lampo*. A questo punto rimane sulla coppella soltanto un bottone d'argento; bottone che già dicemmo chiamarsi *bottone di ritorno*. Esso deve lasciarsi raffreddare assai lentamente, e poi lo si toglie con cura dalla coppella, lo si deterge dalle materie estranee che vi aderiscono, e ridotto in stato di lucentezza, lo si pesa. Se un tal peso riuscisse ad es. di gr. 0.895 si direbbe essere il titolo della lega 895 riferibilmente a 1000: cioè una lega di 895 millesime parti di argento.

Se non che, la deduzione del titolo della lega in base alla pesata or ora stabilita è alquanto erronea: e ciò pei seguenti motivi. Oltre alle cause di errore relative al grado di temperatura adottatasi nel forno e che può influire sulla parziale volatilizzazione dell'argento, havvi altresì il fatto che il piombo trattiene meccanicamente, sia per assorbimento entro le coppelle, sia allo stato di vapori, una quantità d'argento, la quale, sebbene piccolissima in relazione al 1/2 grammo di lega analizzata, diventa però sensibilissima quando la si riferisca al titolo 1000. Codesta perdita di argento fu determinata con esattezza relativamente alla coppellazione di leghe sintetiche a titolo noto; e fu quindi compilata una tavola che si disse appunto tavola di *compensazione*, la quale indica le quantità d'argento che si devono aggiungere al titolo risultato dalla coppellazione per ricondurre la lega al titolo più prossimo al vero. La tavola che qui sotto esponiamo è stabilita in base alla perdita minima e massima risultata su 1 gr. di leghe di titolo noto: e cioè in base alle perdite sperimentali comprese fra 0.22 e 4.75 per 1000.

Titolo vero	T. tolo trovato	Correzioni o argento da aggiungersi	Titolo vero	Titolo trovato	Correzioni o argento da aggiungersi
1000	998.97	1.03	500	495.32	4.68
950	947.50	2.50	450	445.69	4.31
900	896.00	4.00	400	396.05	3.95
850	845.85	4.15	350	346.73	3.27
800	795.70	4.30	300	297.40	2.60
750	745.48	4.52	250	247.44	2.56
700	695.25	4.75	200	197.47	2.53
650	645.29	4.71	150	148.30	1.70
600	595.52	4.68	100	99.12	0.88
550	545.32	4.68	50	49.56	0.44

Il procedimento fin qui svolto si riferisce al caso più comune di una lega di argento e rame, quale ad es. sarebbe quella destinata alla coniazione di monete, o di medaglie, ecc. Ma anche nel caso di un minerale di rame argentifero, il saggio eseguito nel modo anzidetto riesce abbastanza spedito e sicuro; giacchè una volta ottenuto il *rame nero argentifero* per mezzo della torrefazione del minerale, come già si è detto parlando della metallurgia dell'argento, non resta che a sottoporlo a coppellazione in presenza di piombo puro, ed eliminato il rame, rimane sulla coppella il bottone di argento e lo si pesa.

Saggio per via umida di una lega argentifera. — Passiamo ora al saggio di una lega di rame e d'argento per via umida, cioè per soluzione. Questo saggio, come già addietro abbiamo accennato, si fonda sulla proprietà dell'argento di formare un composto insolubile, il cloruro argentico, quando si trovi a reagire col cloruro di

sodio. E poichè la pratica insegna che 1 gr. di argento puro (di titolo 1000) richiede per la sua completa trasformazione in cloruro argentico, gr. 0.5427 di cloruro di sodio, così dovrà il saggiatore prepararsi una soluzione colla quale stabilire quanto cloruro sodico trovisi in un volume liquido determinato; deve prepararsi cioè la soluzione *normale* di cloruro di sodio; e nel seguente modo. Presa una quantità arbitraria di cloruro di sodio comune, lo scioglie in una quantità d'acqua pure arbitraria: indi pesato un grammo di argento puro (di titolo 1000) e scioltolo nell'acido nitrico debole, lo tratta colla soluzione sodica ch'è posta in una buretta graduata; e ne lascia cadere goccia a goccia, fintantochè più non si verifichi precipitazione di cloruro argentico. A questo punto legge il numero di centim. cub. di soluzione sodica impiegata: e ponendo ad es. siano stati 80 centim. cub., ciò indicherà che in questi 80 centim. cub. trovasi la quantità di cloruro sodico sufficiente per precipitare 1 grammo di argento puro: e se ora si aggiunge a codesta soluzione sodica una quantità tale d'acqua da diluirla fino al punto in cui 80 centim. cub. diventino 100 centim. cub., gli è chiaro che 100 centim. cub. precipiteranno ancora 1 grammo d'argento. La soluzione sodica così ridotta è la soluzione normale e riesce preparata in modo che 100 centim. cub. di essa precipitano 1 grammo di argento.

Fatto ciò, riesce spedito assai il preparare anche la soluzione normale decimale di cloruro sodico, come soluzione più sensibile negli assaggi: bastando prendere 100 centim. cub. della soluzione normale precedente ed aggiungervi tant'acqua distillata fino ad ottenere il litro. In tal caso non più 100 centim. cub. di soluzione sodica si richiederanno per precipitare 1 gr. di argento, bensì 1000 centim. cub.; e per conseguenza 1 centim. cub. di essa precipiterà 1 milligrammo di argento. La soluzione normale di cloruro sodico e la soluzione al decimo sono i due reattivi per la istituzione di un saggio d'argento per via umida: e i risultati si ottengono assai prontamente. Infatti, pesato un grammo di lega, e scioltolo in acido nitrico, indi sottoposto alla soluzione normale sodica, poniamo di aver dovuto usare per la precipitazione quasi totale dell'argento, centim. cub. 70, e se ne sia completata la precipitazione con 4 centim. cub. di soluzione decimale: si avranno allora i risultati analitici dalle seguenti considerazioni:

70 centim. cub. di soluzione normale rappresentano 700/1000, ovvero 70/100 di argento
4 centim. cub. di soluzione decimale rappresentano 4/1000 di argento,

quindi il titolo della lega sarà dato da 704/1000.

Codesto modo di saggiare una lega, se torna già assai spedito nei casi che il loro titolo sia del tutto ignoto, riesce ancora più facile e sollecito quando le leghe sieno di titolo approssimativamente certo, vale a dire nel caso in cui si debba *verificare* un titolo. E sarebbe tale il caso delle monete d'argento le quali debbono avere un titolo di 900 colla tolleranza legale di 3/1000 in più od in meno. Vediamone un esempio. Data una verga d'argento e pesatone 1 grammo, se ne determina dapprima il titolo approssimativo per mezzo della coppellazione, e posto ad es. ch'esso sia di 880/1000, si fa il seguente ragionamento: Se 1 gr. di lega contiene 0.880 di argento puro, in quanta lega se ne troverebbe un grammo: e cioè si stabilisce la proporzione:

$$1000 : 880 :: x : 1000$$

$$x = \frac{1000 \times 1000}{880} = 1136.$$

Onde sciogliendo gr. 1.136 di lega si dovrà trovare in essa 1 grammo di argento puro; e dovranno richiedersi 100 centim. cub. della soluzione sodica normale per precipitarne tutto l'argento. Il saggiatore terrà quindi pronta la pipetta o buretta contenente il volume di 100 centim. cub. di soluzione sodica normale, e la verserà direttamente nella soluzione della lega. Ma qui possono succedere due casi opposti; e cioè che la soluzione versata non basti alla saturazione di tutto l'argento, ovvero che sia eccessiva. Nel primo caso si proverà a versare goccia a goccia la soluzione decimale di cloruro di sodio, fintantochè più non precipiti cloruro argentico, e si terrà conto del numero di centim. cub. che se ne ebbero ad impiegare. Nel secondo caso invece gioverà aver pronta una soluzione di argento puro, preparata in modo che 100 centim. cub. di essa contengano disciolto un grammo di argento, ed il centimetro cub. di essa corrisponda esattamente al centim. cub. di soluzione normale sodica. Aggiungendo allora alla soluzione in esame (contenente un eccesso di soluzione normale sodica) alcune goccie di soluzione argentica e fino a che più non si vegga precipitazione, se ne noteranno i centim. cub. impiegati; ed il numero n di essi rappresenterà il numero n di centim. cub. di soluzione sodica stati versati in più nel saggio della lega, e dovranno perciò essere sottratti dai 100 centim. cub. di soluzione normale stessa, quali vennero usati nel primo saggio.

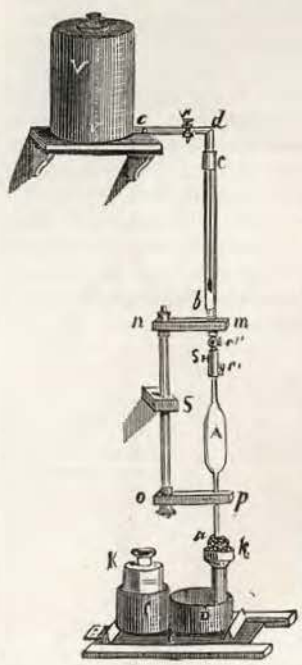


Fig. 130.

Il caso più frequente tuttavia negli assaggi delle leghe d'argento e rame è quello nel quale i 100 centim. cub. di soluzione normale sodica riescono insufficienti, e quindi fa d'uopo aggiungere della soluzione decimale: e poichè nelle zecche accade di dover eseguire giornalmente un gran numero di cotali determinazioni, così si rende ivi più spedita l'operazione mediante l'uso di speciali apparecchi, quali troviamo qui disegnati (fig. 130). Si ha un serbatojo V di rame stagnato contenente un gran volume di soluzione sodica, perfino 1 ettolitro; e sul fondo di esso è congiunto un tubo di rame munito di un rubinetto n e comunicante con altro tubo verticale di vetro entro al quale trovasi un termometro b destinato ad indicare la temperatura del liquido discendente. Cotal tubo, a sua volta, si innesta nella buretta volumetrica A, la quale è munita di due robinetti $r_1 r_2$, destinati, il primo ad intercettare o favorire il passaggio del liquido dal serbatojo nella buretta; il secondo a far uscire l'aria da essa e governarne la discesa del liquido nel vaso sottoposto. Onde l'uso dell'apparecchio è il seguente: Si apre il rubinetto r_2 onde porre la buretta A in comunicazione coll'aria esterna, e si tiene chiusa con un dito la punta inferiore di essa, e si aprono i due rubinetti r e r_1. Per ciò il liquido dal serbatojo discende nella buretta e lo si fa arrestare quando si trovi al di sopra del

segno 100 cc.; poscia si chiudono tutti i tre robinetti, ed il liquido rimane sospeso in essa per la contropressione dell'aria esterna. Al di sotto della buretta trovasi una cassetta contenente una piccola spugna destinata a raccogliere la goccia liquida che si trascura e di fianco a quella trovasi il vaso contenente la soluzione nitrica della lega da studiarsi. Su questa si fanno cadere i 100 centim. cub. di soluzione sodica, aprendo il rubinetto r_2 che dà accesso all'aria; si forma quindi il cloruro argentico, il quale poi per mezzo dell'agitazione si rappiglia in massa caseosa, lasciando limpida la parte liquida. Se non che, sendo necessario nei laboratorii di saggio di istituire contemporaneamente parecchie di siffatte operazioni e quindi di agitarle tutte, così, a favorire l'agitazione dei liquidi, usasi di disporre tutti i vasi contenenti le soluzioni argentiche entro una cassettina (fig. 131 e 132), la quale viene sospesa fra due molle mediante due



Fig. 131.

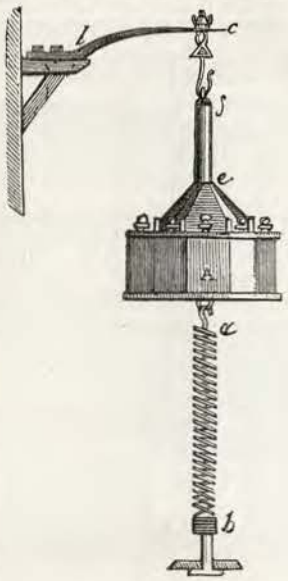


Fig. 132.

uncini, l'uno dei quali è attaccato alla parte superiore di essa, l'altro alla parte inferiore. In tale guisa si può imprimerle un moto più o meno rapido dall'alto al basso, ed ottenere la contemporanea agitazione dei liquidi nelle varie boccette d'assaggio. E chiarificatesi le soluzioni, si procede a completare il saggio col liquido normale decimale.

Il saggio d'argento per via umida offre il vantaggio di poter essere eseguito anche in una soluzione contenente alcuni altri metalli; tuttavia è a notarsi che il piombo e lo stagno rendono difficile la chiarificazione dei liquidi, e più che questi vi ha il mercurio, la cui soluzione nitrica in presenza del cloruro sodico forma del *cloruro mercuroso* insolubile anch'esso e bianco come il cloruro di argento. Esso però a differenza di questo non annerisce alla luce: ed offre per tal modo un criterio della sua presenza nella lega. In tal caso è necessario correggere il saggio nel seguente modo: fatta la soluzione nitrica della lega, la si satura con ammoniaca, indi vi si versa la soluzione sodica normale e si neutralizza l'eccesso di ammoniaca con acido acetico: oppure, più direttamente, si aggiunge alla soluzione nitrica della lega alquanta soluzione di acetato sodico, il quale, come solvente del cloruro mercuroso, ne impedisce la precipitazione; e si continua quindi l'operazione come se il mercurio non esistesse in quella soluzione.

Un altro inconveniente può presentarsi durante il saggio, ed è quello della presenza del solfo sotto forma di solfuro d'argento. In tal caso si aggiungono alla soluzione nitrica pochi grammi di acido solforico, facendo anche all'uopo riscaldare la mescolanza. Il solfuro d'argento si scioglie, ed allora si può procedere alla titolazione della lega colla soluzione sodica normale.

IV.

Saggio dei minerali e delle leghe d'oro.

Passiamo ora al saggio dell'oro nelle varie sue condizioni di combinazione con altri metalli, e cominciamo dal caso più complesso, qual è quello di un minerale aurifero. Il metodo più semplice, col quale si procede, si è di mescolare il minerale con piombo, e sottoporre la mescolanza alla coppellazione. L'oro forma lega col piombo: e questo ossidandosi lascia libero un bottoncino d'oro sulla coppella. Che se poi il minerale sia *piritoso* e non piombifero, allora lo si torrefà entro una cassetta di terra refrattaria che viene introdotta nella muffola del forno a coppella: cosicchè, mentre si sviluppano l'acido solforoso e l'acido arsenioso, il ferro ed il rame passano allo stato di ossido. Il minerale così torrefatto si fa poscia fondere con piombo e in contatto dell'aria, mantenendo il tutto entro coppelle più larghe delle ordinarie e denominate *scorificatori*. Si lascia fondere il tutto, indi raffreddare; lo si essica e lo si batte col martello onde distaccare la scoria dal bottone di piombo e questo finalmente si sottopone alla coppellazione. Ciò riguardo ai minerali auriferi.

Quanto al saggio delle leghe contenenti oro, fa d'uopo distinguere varii casi, e cioè di leghe d'oro e argento; leghe d'oro, argento e rame; leghe d'oro, argento e platino, e così via. Nel primo caso, cioè quello di una lega d'oro e argento, si trae profitto della solubilità dell'argento nell'acido nitrico e nel solforico e della insolubilità dell'oro in questi liquidi: cosicchè, fatta riscaldare in essi una verghetta di siffatta lega, si scioglierà l'argento e rimarrà una verghetta d'oro, di colore però non giallo ma bruno: ed il suo peso in confronto al peso della lega impiegata darà il titolo di questa.

Nel caso di una lega di oro, argento e rame, ch'è il più frequente nel saggio delle monete d'oro, accade di incontrarne alcune le quali, oltre al possedere il titolo di tolleranza 100/1000 in rame, sieno anche molto argentifere. Per siffatta condizione ei si osserva che se l'oro e l'argento stanno fra loro combinati in un rapporto *inferiore* a 1/4 : 3/4, l'acido nitrico non scioglie più tutto l'argento, ma una parte ne rimane più saldamente combinata all'oro. Perciò fa d'uopo ridurre la lega a possedere un rapporto di 3 di argento a 1 di oro, ciò che si dice operarne l'*inquartazione;* e successivamente si procede allo *spartimento* cioè alla separazione dell'un metallo dall'altro. Tali operazioni si eseguiscono nel modo seguente: Si pesa 1/2 grammo di lega aurifera, e la si involge in un cartoccio di carta; indi fatta arrossare nel forno una coppella entro la rispettiva muffola, si pongono in quella 5 gr. circa di piombo (supposto che il titolo approssimativo della lega sia di 900/1000) e si fanno riscaldare fino a fusione. Dopo di che vi si immerge il cartoccino di carta contenente il 1/2 grammo di lega, vi si aggiunge un grammo e mezzo di argento purissimo e si riscalda il tutto con accesso d'aria, effettuando così una coppellazione. Terminata questa riduzione, rimane un bottone d'oro e argento, il quale, dopo raffreddamento, si batte col martello, si fa ricuocere nel forno, si lamina sottile fino ad averne tante listerelle

lunghe 6 a 8 cent. e larghe 1.5 circa e se ne fanno tanti cartocci. Questi vengono trattati con acido nitrico a 32° entro un matraccio di vetro a lungo collo (*cornetto* da saggiatore) e riscaldato a gas (fig. 133), ed avendo cura di decantare la prima soluzione, indi riprendere con nuovo acido il residuo insolubile, e lavarlo con acqua distillata calda. Per tale operazione discioglìesi l'argento, e rimane l'oro, il quale, lavato bene, ed asciugato, si pesa. Se si vuole tener conto dell'argento in presenza di oro e rame, e ciò senza operarne la sua determinazione per via umida, si pesa 1/2 gr. di lega, lo si coppella colla quantità necessaria di piombo onde eliminare tutto il rame, si pesa il residuo coppellato, e si ottiene per differenza il rame. La lega d'oro e argento si tratta poi con acido nitrico e dopo soluzione si ha per differenza l'argento.

L'operazione ora accennata, e che dicesi *spartimento* dell'oro dopo l'inquartazione (cioè dopo aggiunta dell'argento) si eseguisce in grande scala su moltissimi campioni contemporaneamente; e nella fig. 134 vediamo disegnato uno di tali fornelli ben forniti. In questi troviamo il tubo orizzontale A A, che conduce il gas a una serie di beccucci verticali: un piano B B per riporvi i *cornetti* dopo l'ebullizione: una bottiglia D contenente l'acido nitrico a 32°: un'altra C contenente acqua distillata: una terza bottiglia H che riceve la prima soluzione nitro-argentica proveniente dal cornetto; una quarta H, che riceve le ulteriori soluzioni argentiche più deboli, e una quinta bottiglia H_{11} la quale riceve le acque di lavamento del cornetto stesso; cosicchè tutto l'argento possa essere ricuperato poi mediante evaporazione delle soluzioni. Aggiungeremo ancora a tal riguardo che, mentre l'inquartazione dell'oro si fa con argento puro nel caso che l'oro contenga anche del rame, nel caso invece in cui si abbia un oro che non contenga rame e soltanto argento, l'inquartazione vuol essere fatta con argento contenente circa 0.030 di rame. Quanto poi al rapporto nel quale deve impiegarsi il piombo nella coppellazione delle leghe d'oro e rame, e in quelle di oro, rame e argento, la pratica ha trovato necessarie le seguenti quantità:



Fig. 133.

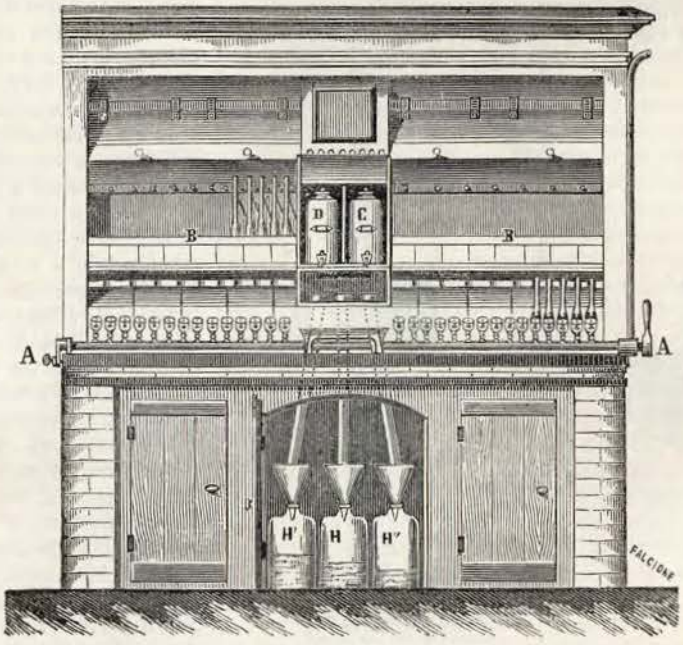


Fig. 134.

Titolo della lega	Rame per cento	Piombo da aggiungersi
1000	0	gr. 0.5
900	100	5
800	200	8
700	300	11
600	400	12
500	500	13
400	600	
300	700	17
200	800	
100	900	

Saggio dell'oro colla pietra del paragone.

Oltrecchè col metodo ora accennato, le leghe d'oro si possono direttamente saggiare, benchè in via assai approssimativa, anche colla pietra del paragone e coi *tocchelli* titolati. Si adottano perciò tante asticelle di ottone terminanti all'estremità con piccole verghette d'oro di titolo noto, sinteticamente fabbricate, e portanti i numeri 750, 708, 667, 625, 583, od anche i seguenti: 750, 730, 700, 650, 500, 400, 300. E se ne hanno di tre diverse costituzioni: gli uni, cioè, formati da leghe d'oro e rame; gli altri d'oro e argento; i terzi d'oro, argento e rame. Con tali tocchelli si fa sulla pietra una striscia, e vi si segna vicino quella della lega da analizzare; indi si versa su ciascuna di esse una goccia dell'acido detto *da tocchelli*, e che risulta formato di 98 parti di acido nitrico della densità 1.349 (37° dell'areometro Baumé) e 2 parti di acido cloridrico puro, della densità 1.173 (21° dell'areometro stesso); ed al miscuglio si aggiungono 25 parti di acqua. Operando i saggi con tale acido si dirà che una lega d'oro è *alla spada* (750) quando l'acido non la distrugga menomamente; invece si dirà ch'è al 650, al 500 °/₀, quando l'acido la farà impallidire nella stessa guisa che la traccia del relativo *tocchello*.

Nei saggi alla pietra del paragone devesi dal saggiatore tener conto di una operazione alla quale certi og-

getti d'oro sono soggettati perchè abbiano ad apparire più ricchi in oro. Tale operazione, che si dice *mettere a colore* il giojello, si eseguisce facendo riscaldare il giojello stesso in una soluzione formata di:

una parte di sal di cucina;
una parte di allume di rocca;
due parti di nitrato di potassio;

od anche formata in altro rapporto quale, ad es., 7 : 5 : 8. Con ciò avviene che l'allume, come solfato a reazione acida, scompone il sale di cucina e il nitro, liberandone un po' di acido cloridrico e nitrico: e questi costituiscono un'acqua regia, debole bensì, ma atta ancora a sottrarre al giojello una gran parte del rame che contiene e mettere a nudo l'oro in quantità relativamente sensibile. Per tale operazione, gli è chiaro che la superficie del giojello rimarrà assai ricca in oro, e quindi che esso potrebbe sulla pietra del paragone figurare tutto con un titolo assai elevato; e gli è per ciò che il saggiatore esperto dovrà, sia collo sfregamento, sia colla lima, esportarne le parti più superficiali e studiare il titolo reale anche della parte meno visibile.

Termineremo ora quanto riguarda i saggi dell'oro coll'esporre i processi coi quali si può conoscere la quantità d'oro che si trova in tutti i residui polverosi provenienti da lavori di oreficeria, compresi i frantumi di crogiuoli e di qualsiasi altro materiale contenente traccie d'oro, e che tutti insieme si denotano col termine generico di *cenere di oreficeria*.

Per far il saggio di tali materie (il cui valore commerciale può ascendere a 20 franchi il chilog.) si comincia col polverizzare minutamente la massa, indi se ne fa un campione medio prendendo qua e là un po' della materia, e si pratica il saggio docimastico col procedimento per via secca, operando su una quantità variabile dai gr. 20 ai gr. 50 a seconda della sua apparente ricchezza in oro. — Preparato il campione, lo si mescola con materie le quali determinino la fusione delle sostanze terrose e dei sali insolubili, vi si aggiunge poi alquanto litargirio o minio, e infine un po' di materie organiche onde favorire la riduzione del litargirio in piombo metallico destinato a trattenere l'argento e l'oro. — Un esempio del rapporto nel quale si opera cotale mescolanza è il seguente, considerando di agire su 25 gr. di ceneri:

Carbonato potassico commerciale . .	gr.	20
Litargirio	»	20
Tartaro greggio	»	2
Borato di soda	»	2
Cloruro di sodio	»	2

e se ne hanno molti altri ancora i quali variano a seconda delle proporzioni di ceneri. Così, per 50 gr. di cenere, si usano:

Cloruro di sodio	gr.	57	ovvero	25
Tartaro greggio	»	29	»	13
Nitro	»	6	»	—
Borace	»	10	»	14
Potassa	»	12	»	—
Litargirio	»	50	»	50

Riguardo poi all'uso di tali materie hannosi dei criterii particolari; e cioè, che la quantità di saggio deve esser tanto più elevata quanto più povere in oro saranno le ceneri: la proporzione del fondente (borace e nitro) sarà tanto maggiore quanto meno fusibili saranno le ceneri: e si userà il nitro di preferenza nelle ceneri contenenti ferro.

Codesto saggio si eseguisce pertanto entro crogiuolo di terra refrattaria: questo si carica solo per una metà; lo si porta al fornello sorvegliandone la temperatura in modo che i gas sviluppantisi non abbiano a rigettare il miscuglio, e infine si dà un buon colpo di fuoco fino a ottenerne la perfetta liquidità. Tolto il crogiuolo, e lasciatolo raffreddare, lo si rompe e si troverà sul fondo un bottone metallico di piombo racchiudente tutto l'oro e l'argento delle ceneri. Tal bottone si passerà alla coppellazione e poi alla determinazione dell'oro per *spartimento*. Ciò vale come *saggio delle ceneri*. Ora vedremo come si pratichi in gran scala l'utilizzazione di esse. Dapprima si polverizzano, poi si stacciano, si lavano con una coppa alla stessa guisa delle sabbie aurifere, onde separarne per differenza di densità i granuli d'oro, e si sottopone il residuo all'amalgamazione. Tale operazione si eseguisce mediante un mulino, il quale consta di un ampio vaso cilindrico A di ferraccio (fig. 135) sorretto da perni; esso è girevole intorno al proprio asse, ha l'interna superficie tutta scanalata e porta adagiato per tutta la sua lunghezza un piccolo cilindro B dentato; questo poi è siffattamente disposto che allorquando il vaso A ruota sul suo asse, esso rotola liberamente, passa coi suoi canali in quelli del vaso stesso e serve in certo modo di agitatore della massa da amalgamare.

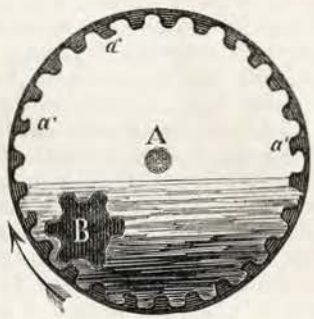


Fig. 185.

Il vaso si carica con 40-50 chilog. circa di materia, previamente ridotta a poltiglia con acqua, e ad essa si aggiungono 14 chilog. di mercurio, e chiuso quello ben bene, lo si fa rotare non molto rapidamente. In tal modo avviene l'amalgamazione, e dopo 12 ore circa si estraggono le ceneri e l'amalgama nello stesso modo che accennammo parlando della estrazione dell'argento dai minerali. — Al mulino di amalgamazione si portò in seguito una modificazione, allo scopo di ottenere, durante il rimescolamento, che una parte del mercurio venga sollevata per poi ricadere sulla massa, anzichè scorrere insieme in una sola direzione della rotazione. Si è pertanto cercato di trasformare alcuni dei denti o scanalature a a_1 a_{11} della superficie interna del vaso A in altrettante conche, di guisachè nella prima metà della rotazione essi vengano a riempirsi di mercurio (che per essere assai pesante si trova sempre al fondo) e nell'altra metà della rotazione lo lascino ricadere sulla massa. Il resto della disposizione è identica a quella del mulino già descritto.

Terminata l'amalgamazione, si mescolano le ceneri, ben asciugate prima, con variabili proporzioni di litargirio e scorie provenienti da anteriori fusioni; e se ne forma un miscuglio detto tecnicamente *schlich* e che si pone poi insieme a carbone vegetale entro un *forno a manica*. Durante l'azione del calore il litargirio è ridotto in piombo metallico, e questo a sua volta sciogliendo l'argento e l'oro ne forma una lega ternaria la quale, raffreddata e raccolta, è sottoposta a coppella-

zione. Un esempio delle proporzioni adottate fra siffatti componenti il miscuglio, è il seguente:

Ceneri	chil.	1250
Litargirio	»	1250
Scorie	»	2500
Polvere di carbone	»	80
Solfato di sodio	»	100
Ferraccio	»	50

e la natura di questo miscuglio è giustificata da ciò, che le scorie operano come fondente; il litargirio e il carbone danno per riduzione piombo metallico; il solfato di sodio e il carbone danno solfuro di sodio, il quale in presenza del ferro si trasforma in solfuro di ferro e piombo, mentre che una parte del solfato sodico serve ad impedire la volatilizzazione dei vapori della lega piombo-argentica.

Un altro argomento che si rattacca a quello della utilizzazione dei residui della lavorazione dell'oro, è quello dell'*affinamento* delle leghe d'oro, argento e rame, e specialmente quelle di argento e oro, quale è richiesto nella utilizzazione dell'oro e dell'argento di monete di vecchio conio o d'altro. Cotale operazione si eseguisce tanto per via secca quanto per via umida.

Affinamento per via secca. — Parecchi sono i metodi che si adottano a tal uopo. L'uno di essi consiste nel riscaldare dapprima la lega al color rosso, indi romperla in pezzi, fonderla in crogiuoli di grafite, e poi granularla mediante getto nell'acqua fredda. Ridotta in tale stato, la si introduce in altro crogiuolo di grafite, e la si mescola con 1/8 del suo peso di solfo onde trasformarla in solfuro di argento: il che, in termini tecnici, si dice operare la *cementazione*. Si riscalda tutta la massa e vi si aggiunge per piccole porzioni alquanto litargirio, fintantochè, ottenutane la fusione, si vegga separarsi argento metallico. Questo racchiude alquanto oro e piombo ed il residuo della massa fusa contiene il resto dell'oro unito a solfuro di argento e solfuro di piombo. Cotal residuo è di nuovo fuso in presenza di litargirio, e si ricupera così una seconda parte di argento contenente oro, finchè si ha da una parte tutto l'oro raccolto in piccolissima quantità di argento, e la massima parte dell'argento allo stato di solfuro. La lega auro-argentifera, ch'è relativamente ricca in oro, viene coppellata, poi sottoposta allo *spartimento* per via umida, cioè per soluzione nell'acido nitrico, onde sciogliendosi tutto l'argento ne rimanga libero l'oro. Quanto poi alla massima parte dell'argento che trovasi allo stato di solfuro insieme al piombo, lo si tratta con ferro entro crogiuolo di grafite; si forma così un solfuro di ferro, mentre l'argento si lega col piombo; e quello si libera da questo per coppellazione.

Un altro processo di *affinamento* si fonda sulla scomposizione che avviene fra il solfuro di antimonio e una lega d'oro, argento e rame: pel che si ingenerano solfuro di rame, solfuro d'argento, e antimoniuro d'oro. Fatta pertanto la fusione della mescolanza entro crogiuolo di grafite, e lasciata poi raffreddare, si trova sul fondo del crogiuolo un bottone di antimoniuro d'oro sottostante alla scoria dei solfuri di rame e d'argento. Si torrefà l'antimoniuro onde l'antimonio volatilizzi allo stato di ossido; e ne rimane l'oro, il quale poi viene purificato per fusione con borace e nitro. Quanto all'argento che trovasi allo stato di solfuro, si fa una mescolanza con litargirio, si fa fondere allo scopo di ottenere piombo argentifero, e questo poi viene coppellato.

Un terzo processo di *cementazione* è il seguente. Si lamina la lega battendola col martello, e la si granula; e i granuli si dispongono in strati alternati con una polvere, detta *polvere di cementazione*, e che è costituita di

4 parti di polvere di mattone
1 parte di sale di cucina
1 » solfato ferroso calcinato;

o costituita dei medesimi corpi in altra proporzione. Si fa fondere la lega con tal miscuglio, e si ottiene così la trasformazione dell'argento in cloruro, mentre l'oro rimane isolato sul fondo del crogiuolo. Il cloruro d'argento poi viene trattato con cloruro di sodio in presenza di mercurio, cioè si soggetta alla amalgamazione; e si ottiene cloruro di mercurio e amalgama d'argento. Questa viene distillata e lascia argento metallico.

Affinamento per via umida. — Usando del metodo per via umida si fa fondere la lega, poi si granula, e infine si tratta con acido nitrico a 22° del densimetro Baumé. In tal modo si forma nitrato d'argento e di rame, e resta l'oro allo stato di polvere nera; la quale viene vivificata per fusione con borace e nitro e successivamente lavata. Quanto all'argento, si concentra la soluzione nitrica fino a secchezza, indi la si calcina, ottenendo argento impuro il quale si espelle in presenza di piombo. Recentemente si è sostituito, per ragioni economiche, l'acido solforico all'acido nitrico. In tal caso avviene formazione di solfato di rame e d'argento con abbondante sviluppo di acido solforoso (che si raccoglie) e rimane l'oro libero, che deve però essere purificato. L'operazione viene eseguita in caldaje di ferraccio, avendo però cura di usare acido solforico concentrato e non diluito, onde quello non ne venga attaccato. La soluzione d'argento e rame viene versata in bacini di piombo e diluita, indi si immergono in essa alcune lastre di rame, le quali ne precipitano tutto l'argento. Questo è lavato bene, indi purificato con borace e nitro, e finalmente mescolato a piombo e coppellato. Il solfato di rame a sua volta si fa evaporare e cristallizzare.

Un altro processo, infine, il più recente, sembra incontrare il favore dei pratici: ed è quello pel quale si fa fondere la *lega auro-argentifera* con due o tre volte il proprio peso di zinco, indi la si fa colare nell'acqua per granularla. La si versa poi in tini di legno e la si tratta con acido solforico, il quale formando solfato di zinco lascia l'argento e l'oro sotto forma di polvere finissima. Questa si lava, si tratta con acido nitrico o solforico onde sciogliere l'argento, e si ha l'oro libero. La soluzione argentica viene poi svaporata e trattata come nel processo precedente.

V.

Saggio di leghe contenenti platino.

Termineremo l'argomento del saggio dei metalli preziosi accennando brevemente ai varii modi coi quali si può separare il platino dalle sue leghe, e quindi ai modi coi quali si conduce tecnicamente il saggio.

Il platino non si può determinare quantitativamente che allo stato di combinazione coll'ammoniaca sotto forma di cloroplatinato ammonico, od anche sotto quella di cloroplatinato potassico, ovvero allo stato di solfuro platinico. Ed ecco in qual modo:

Volendo precipitare il platino allo stato di sale doppio platino-ammoniaco, fa d'uopo averlo allo stato di soluzione nell'acqua regia, quindi allo stato di percloruro; e saturata la naturale acidità di questo sale, mediante ammoniaca, vi si aggiunge poi una soluzione di cloridrato di ammoniaca e un po' di alcool onde rendere maggiormente insolubile il nuovo composto che deve risultarne. Formasi perciò un deposito più o meno abbondante

di piccoli cristalli giallo-dorati, i quali col riposo si depongono al fondo del vaso. Si filtrano poi, si fanno essiccare, indi si introducono in un crogiuolo di platino e si riscaldano fortemente; in tal guisa volatilizzano tutti gli elementi del doppio sale, e rimane soltanto una massa spugnosa costituita di platino. Questa massa si lava con acido nitrico debole, indi con acqua distillata, e finalmente si fa essiccare e si pesa.

Usando invece della potassa come mezzo per formare il doppio sale di platino (cloroplatinato potassico), si fa la precipitazione come si disse per l'ammoniaca, e il precipitato, che è ancora di color giallo-oro, si lava, si fa seccare e si pesa. Resterebbe ora a sottoporlo a calcinazione; ma ciò non porterebbe ad ottenere la spugna di platino, pel fatto che il cloruro potassico formante parte del sale platinico non è volatile come il cloruro di ammonio; onde si usa scomporlo per mezzo di una corrente di gas idrogeno, il quale forma acido cloridrico col cloro del cloruro platinico, e lascia intatto il cloruro potassico. Compiutasi siffatta *riduzione*, si tratta il residuo con acqua: questa scioglie il cloruro potassico e lascia il platino allo stato metallico e che viene pesato.

Finalmente si dosa il platino allo stato di solfuro facendo gorgogliare una corrente di gas acido solfidrico in una soluzione di cloruro platinico, e il precipitato (solfuro) è raccolto, lavato, essiccato, e infine sottoposto a calcinazione. Con ciò si elimina tutto il solfo e resta il platino metallico che si pesa.

Tutti codesti metodi valgono naturalmente nell'esecuzione dei saggi per via umida. Ma si può operare direttamente anche per via secca, ed ecco in qual modo: Se si abbia una lega, ad es., di argento e platino, si trae profitto della insolubilità del platino nell'acido solforico concentrato. In tal caso però l'argento deve trovarsi col platino nel rapporto di 2: 1; diversamente bisognerebbe condurre la lega a questo titolo aggiungendo la necessaria quantità di argento. La lega di platino e argento viene pertanto laminata sottile, indi fatta bollire per qualche tempo in acido solforico a 66° e si ottiene solfato argentico solubile, e platino metallico libero. Se il platino poi si trova unito contemporaneamente ad argento e rame, in allora si passa alla coppellazione della lega in presenza di piombo; in tal modo si ha un *bottone* costituito di argento e platino che viene trattato coll'acido solforico.

Il caso più difficile è quello nel quale si abbia il platino in lega quaternaria, cioè con oro, argento e rame: allora si trae profitto della proprietà che ha il platino di sciogliersi in gran parte nell'acido nitrico quando si trovi in lega con date proporzioni d'argento, mentre l'oro vi rimane del tutto insolubile; e si opera nel modo seguente: Si istituisce dapprima un saggio approssimativo prendendo un decigramma di lega, ed altrettanto di oro puro, e vi si aggiunge un decigramma di argento fino, per farne l'*inquartazione*. La nuova lega che ne risulta si coppella, indi si tratta con acido solforico, il quale lascierà insolubili oro e platino: e questi a loro volta vengon inquartati con 2 parti di argento, indi trattati con acido nitrico; ottenendosi perciò solubili il platino e l'argento e insolubile l'oro. La soluzione di argento e platino viene poi evaporata fino a secchezza, indi trattata nel modo che si è già esposto addietro per le leghe *di argento e platino*. Fatto questo saggio approssimativo, si lavora con maggiore sicurezza. Anzitutto si coppella 1/2 grammo della lega colla quantità necessaria di piombo e si ha per differenza il rame: poi si agisce coi seguenti criterii: se il platino si trova nella lega in quantità inferiore ad 1/4 dell'oro, e l'argento della lega stessa è sufficiente per l'inquartazione, si lamina il bottone (privato del rame), lo si tratta con acido solforico per eliminare l'argento e si ottiene una massa costituita soltanto di oro e platino; e successivamente inquartando questa massa (cioè aggiungendovi nuovo argento) e trattandola finalmente con acido nitrico, si scioglie il platino e rimane insolubile l'oro. Se invece la lega primitiva non contiene l'argento in quantità sufficiente per dare al platino la proprietà di sciogliersi nell'acido nitrico, bisogna inquartarlo direttamente e operare come or ora si disse. Finalmente, se nella lega entrasse una quantità di platino maggiore di $^1/_4$ dell'oro, farà d'uopo aggiungere dell'oro ed ancora dell'argento se questo fosse insufficiente in relazione al platino; cosicchè si possa operarne l'inquartazione. In tal modo si ottiene il bottone metallico, il quale poi trattato con acido solforico e successivamente con acido nitrico si separa nei due componenti platino e oro.

Tali sono i principali criterii teorico-pratici che governano la *docimasia* dei metalli preziosi, e quanto alla scelta del metodo nei singoli casi, soltanto la pratica può preoccuparsene. Certo egli è pertanto che ben di rado se ne adotta uno esclusivamente, chè tutti si sussidiano fra loro, almeno quali mezzi di controllo. La pietra del paragone è il primo indirizzo pei saggi approssimativi; la coppellazione è l'operazione più importante per le soluzioni dei più complessi problemi, ed il più importante sussidio di ricerche: il saggio per via umida, infine, può essere considerato e come saggio di precisione, che può stare da sè, ed anche come un mezzo di studio delle varie fasi che si succedono nel saggio per via secca.

Bibliografia. — Sobrero, *Manuale di Chimica applicata alle arti* — De Luca, *Elementi di Chimica industriale* — Wagner, *Chimica industriale* — Chaudet, *L'art de l'essayeur* — Plattner, *Die Probirkunst mit dem Löthrohr.*

Prof. G. Monselise.

DRAGHE — Franc. *Dragues, Cure-môles, Dragueurs,* Ingl. *Dredging machines, Dredging engines.* Ted. *Baggermaschinen, Bagger.* Spag. *Dragas.*

Sin dai tempi più remoti l'uomo fu costretto a servirsi di speciali strumenti per scavare la terra, la sabbia, la melma e l'arena dal fondo dei golfi, dei laghi, dei fiumi e dei canali onde renderli adatti alla navigazione.

I primi strumenti di cui si valse erano naturalmente assai imperfetti e consistevano in borse di pelle d'animali, in rastrelli ed in cucchiai maneggiabili a mano, poco dissimili da quelli che si veggono ancora impiegati oggidì benchè assai raramente in certi lavori di secondaria importanza.

A questi strumenti tennero dietro le macchine a dragare, a cui si applicò dapprima la forza dell'uomo e dei bruti, poi quella dell'acqua e del vento ed infine in questi ultimi tempi la forza del vapore, e tanto si perfezionarono che si posseggono oggidì le potenti draghe con cui si potè effettuare quell'opera gigantesca che è il taglio dell'istmo di Suez e che permetteranno fra breve di compiere quell'altra maraviglia della scienza che sarà il taglio dell'istmo di Panama.

La prima macchina a dragare stata immaginata pare sia quella di cui Verantius dà la descrizione ed il disegno in una sua opera, oggidì assai rara, pubblicata nel 1501. Troviamo in seguito nel 1685 in un'opera di Cornelius Meyer il disegno di una draga che si avvicina assai agli apparecchi moderni, quantunque non sia ancora munita di secchie ma solo di rastrelli per effettuare lo scavo.

Le prime draghe a secchie, che sono descritte dal Belidor nella sua *Architettura idraulica*, non consistono

ancora che in catene munite di secchie avvolte sulla periferia di ruote a pale destinate a sostenerle ed a comunicar loro il movimento.

Queste draghe si perfezionarono bentosto ed alle ruote a pale troviamo qualche anno dopo sostituiti i due tamburi che si riscontrano in quasi tutte le moderne macchine a scavare.

Le draghe a vapore datano per così dire dall'epoca in cui venne scoperta la forza del vapore, poichè fu Watt stesso che in unione a Boulton ne costrusse la prima.

A partire da quell'epoca quasi tutti i costruttori si diedero a studiare e a costruire nuovi apparecchi a dragare. Dappertutto si domandavano e si ottenevano brevetti di privativa per nuovi sistemi di cavafanghi.

Ma esaminando attentamente i sistemi di draghe proposti, si scorge subito che in generale esse non presentano tra di loro quelle sostanziali differenze che si potrebbero supporre, e che anzi prescindendo dalle modalità di costruzione di alcune parti secondarie, esse si possono ridurre tutte a pochissimi tipi veramente caratteristici e ben distinti.

Di questi soltanto noi terremo parola dopo aver data una rapida rassegna agli apparecchi dragatori a mano.

Draghe a mano. — Le draghe a mano non si impiegano che in quei casi in cui il volume da scavarsi non è molto considerevole o che è impossibile di condurre al disopra di esso le macchine a dragare.

Si hanno diverse specie di draghe a mano: draghe per scavare la sabbia e l'arena, draghe per scavare il fango e la terra, ed infine draghe per scavare la torba.

Le prime consistono in pale di ferro traforate unite ad un braccio flessibile la cui lunghezza è dipendente dalla profondità a cui devesi fare lo scavo. Esse vengono manovrate da uomini, situati sopra barche o zatteroni raccomandati alla riva mediante funi o catene, i quali le introducono nella sabbia sino a che si siano completamente riempite e poscia le sollevano versando sul galleggiante il materiale estratto.

Quelle che si impiegano per scavare il fango constano in generale di un bastone di ferro di conveniente lunghezza che porta in vicinanza di un suo estremo una borsa di canapa con bordo metallico tagliente. Due uomini in una barca fanno discendere il bastone sino a che la borsa sia completamente piena di fango ed allora la estraggono e depongono nella barca il materiale sollevato.

Le draghe che si impiegano ad estrarre la torba allorquando non si vuole farla prima essiccare, dette *marre* (franc. *louchet*, ingl. *spade*, ted. *Spaten*, *Grabscheit*), hanno una grande varietà di forme, ma consistono quasi sempre di una cassa di ferro a spigoli taglienti, avente le facce bucherellate onde permettere lo sfogo dell'acqua, unita all'estremità di un braccio pure di ferro. Nel piano dell'apertura della cassa trovasi l'apparecchio tagliatore, che è un robusto coltello costituito da più lame di ferro poste le une di seguito alle altre e congiunte tra di loro a cerniera. Questo coltello unito a snodo alla cassa in un suo estremo può scorrere coll'altro estremo in un apposito glifo solidale colla cassa.

Allorquando vuolsi estrarre la torba si fa discendere la cassa sino a che essa ne abbia staccato un prisma eguale alla sua capacità. Facendo allora agire il tagliatore con apposito braccio, si taglia anche alla sua base il prisma di torba, e sollevando allora la cassa mediante gru od argani si innalza e si depone nel sito voluto.

Un'altra draga analoga, detta *marra a valvola*, consiste anch'essa in una cassa di ferro a spigoli taglienti, le cui pareti non sono più bucherellate. Essa porta superiormente una valvola, la quale si solleva dando sfogo prima all'aria e poi all'acqua allorquando si fa discendere la cassa nell'acqua e s'immerge nella torba. Allorchè si solleva la cassa la valvola si chiude ed il prisma di torba tagliato aderendo alle pareti della medesima si solleva ancor esso. Si porta allora la cassa al disopra del sito in cui vuolsi deporre il prisma di torba, si apre la valvola e questo è obbligato a cadere in forza del proprio peso.

Talvolta la torba si estrae addirittura sotto forma di formelle, ed a tal fine si impiega una cassa a più scompartimenti che comunicano tutti con una camera superiore destinata a stabilire la comunicazione tra ciascun scompartimento e l'aria esterna, allorchè vuolsi far cadere la torba.

Le draghe a mano sono ordinariamente affidate ad operai speciali detti *dragatori* (franc. *dragueurs*, ingl. *dredgers*).

Macchine a dragare. — L'apparecchio scavatore delle draghe più comuni si compone quasi sempre di due identiche catene di ferro senza fine a maglie articolate avvolte sopra due tamburi prismatici situati a differente altezza, le quali portano un determinato numero di secchie pure di ferro che effettuano lo scavo e sollevano il materiale scavato.

Il tamburo superiore, detto *tamburo di comando*, partecipa il movimento alla catena; quello inferiore raccomandato ad una trave in ferro detta *scala* o *trave di guida* (franc. *élinde*), alla quale si può assegnare una diversa inclinazione a seconda del bisogno, la dirige semplicemente.

Le secchie condotte dalla catena passando sotto il tamburo inferiore si riempiono di terra e di fango o di sabbia e sollevano il materiale estratto sino all'altezza del tamburo superiore, oltrepassato il quale, capovolgendosi, lo versano in apposita doccia.

Le due catene senza fine debbono avere una lunghezza alquanto maggiore del doppio della massima distanza tra i due rulli, poichè bisogna che i tratti discendenti delle medesime possano incurvarsi per fare strisciare le secchie sul terreno coll'obbligarle a estrarre la maggiore possibile quantità di materiale.

Varia è la posizione di tale apparecchio scavatore rispetto al bastimento sul quale è generalmente disposto, detto *bastimento a dragare* (franc. *bateau dragueur*, inglese *dredging-boat*, ted. *Baggerprahm*, *Baggerboot*, *Modderprahm*).

Alcuni bastimenti a dragare portano l'apparecchio escavatore o draga propriamente detta in corrispondenza del loro asse longitudinale, nel qual caso essi presentano spesso una cavità o pozzo nel loro mezzo; altri lo portano esternamente ai loro fianchi, ed in altri infine esso trovasi disposto ad un'estremità in direzione normale a quella del bastimento.

Il movimento sia alle catene ed alle travi di guida delle draghe come alle navi che le portano si partecipa oggidì quasi esclusivamente mediante la forza del vapore. Alcune draghe però, come per esempio quella di Pierquin, destinate a lavorare entro fiumi che hanno una rapida corrente, sono mosse dalla forza stessa del corso d'acqua, ed a tal fine sono munite di ruote pensili di conveniente dimensione e resistenza, le quali si mettono in movimento tenendo fissi i bastimenti con catene o gomene unite alle rive.

Abbiamo detto che la maggior parte delle draghe effettuano lo scavo mediante secchie guidate da catene senza fine. Però vennero pure immaginate altre draghe con cui lo scavo si fa in modo affatto diverso. —

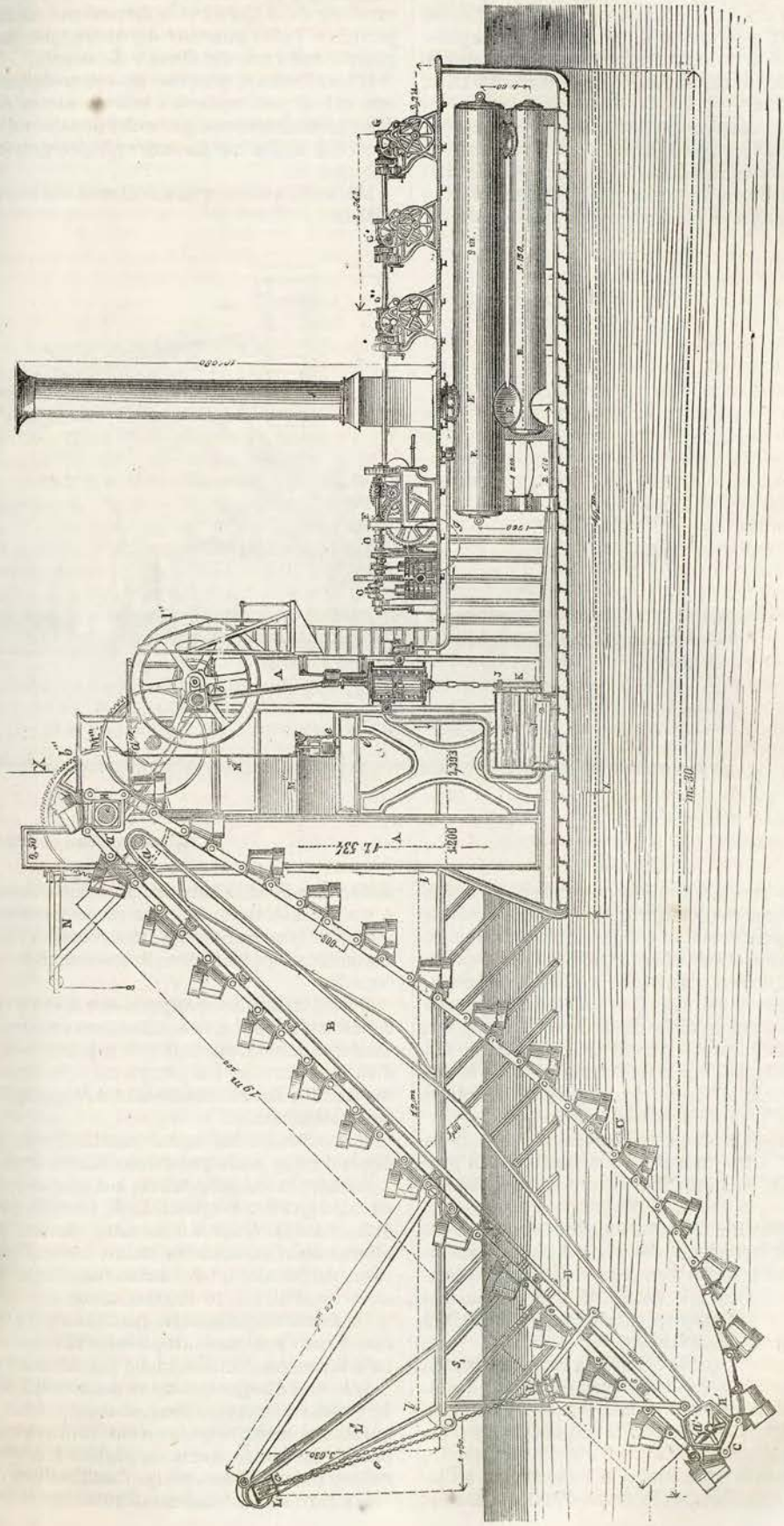


Fig. 136.

Schwartzkopff costruttore a Berlino propose nel 1856 un suo sistema di draga, la quale consiste in una tromba rotativa capace di aspirare le sostanze molli. L'aspirazione si produceva in un tubo terminante con una specie di becco destinato a rimuovere queste sostanze ed a facilitarne l'entrata.

Borne e Martin costrussero nel 1856 una draga che era una vera tromba capace di innalzare la melma, la quale veniva messa in azione da una ruota pensile disposta sul bastimento su cui stava tutto l'apparecchio.

Una draga dovuta a Cellard altro non è che un bastimento, il quale porta inferiormente diverse lame verticali d'acciajo ad esso fortemente unite, destinate a produrre l'allargamento del passaggio navigabile strisciando sul fondo del fiume o del canale.

L'ing. Thénard propose un apparecchio per dragare con cui si può utilizzare la forza stessa della corrente d'acqua deviando una parte dei filetti fluidi e dirigendoli contro il materiale da scavarsi per gettarlo contro le due sponde.

Ma tutti questi apparecchi non ebbero estese applicazioni.

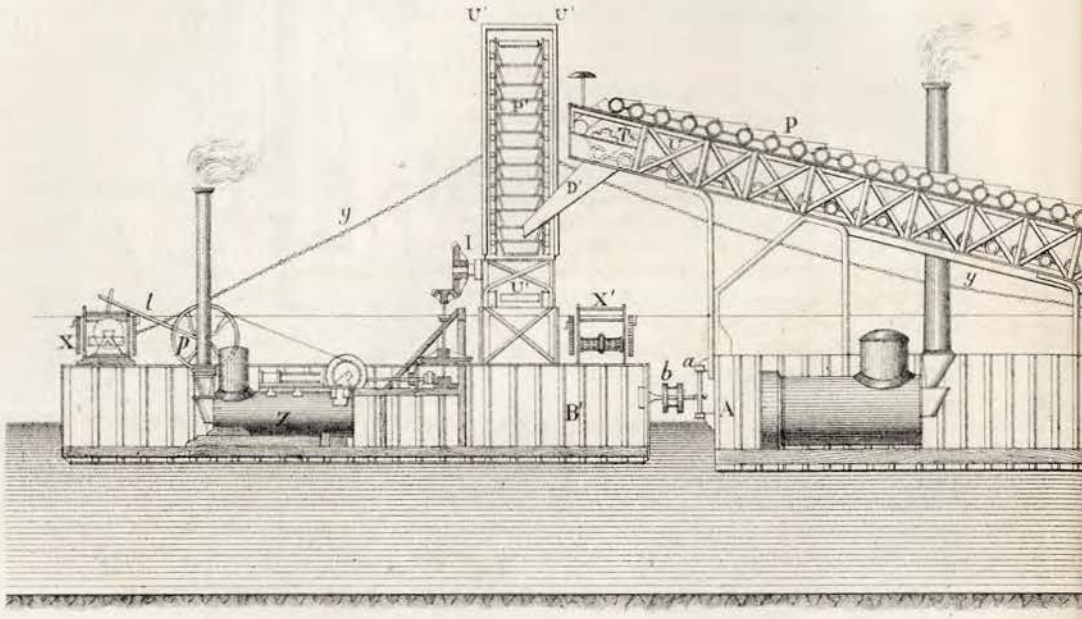


Fig. 141 — Draga di Brisse, rappresentata

Le draghe che prestarono i più importanti servizi e sono oggidì più generalmente impiegate sono quelle a secchie, tra le quali meritano di essere specialmente ricordate la draga Gouin con cui si effettuò gran parte degli importanti lavori del taglio dell'istmo di Suez, quella di Brisse che servì nei lavori di prosciugamento del lago Fucino, e infine quella di Couvreux che venne impiegata nelle importanti opere della sistemazione del Danubio e in quelle del taglio dell'istmo di Suez ed ottenne il gran premio all'Esposizione mondiale di Parigi del 1878.

Draga Gouin. — Questa draga trovasi rappresentata dalle fig. 136, 137 e 138 in sezione longitudinale, in proiezione orizzontale ed in sezione trasversale secondo la linea X X.

La scala a secchie B è disposta verso un'estremità del battello ed in corrispondenza del piano longitudinale di simmetria. Il bastimento per una determinata lunghezza *ll* a partire da tale estremità è diviso in due scompartimenti S_1 e S_2 da uno spazio longitudinale, nel quale trovasi appunto la scala B.

All'origine di questo spazio è disposta l'intelajatura A, destinata a sopportare la draga propriamente detta. Tale intelajatura, costituita da lamiere di ferro unite mediante chiodi ribaditi e rinforzata con nervature pure in ferro, appoggia sulla base inferiore del bastimento, ne attraversa la base superiore e si innalza sino all'altezza necessaria onde sostenere l'asse d'articolazione *a* della scala B ed il tamburo H della catena a secchie C. A questa intelajatura è pure raccomandata la macchina a vapore D compresa tra due robusti cavalletti in ferro, destinata a partecipare il movimento alla catena a secchie.

Questa macchina a vapore, che ha la forza di 25 c. v., è una macchina a due cilindri ad espansione fissa ed a condensazione. Essa piglia il vapore dalla caldaja mediante il tubo *g*. La pompa ad aria J, la pompa d'alimentazione K ed il condensatore J' appoggiano sul fondo del bastimento.

Il generatore del vapore è costituito da tre bollitori E disposti nella parte posteriore del bastimento.

Al disopra del generatore, sul ponte della nave, sono situati i quattro verricelli F, G, G' e G'' per la manovra della scala B. Questa è formata da due travi in ferro affatto identiche riunite tra di loro all'estremità inferiore dall'albero *a''* del rullo di guida, e nell'estremità superiore dall'albero d'articolazione *a*.

Le due travi della scala portano sulle loro facce superiori i sostegni *s* di tanti piccoli rulli destinati a sopportare il ramo ascendente della catena delle secchie.

L'albero d'articolazione *a* della scala è indipendente da quello *a'* del tamburo di comando della catena. Però questi due alberi *a* e *a'* sono sufficientemente vicini, perchè la catena possa appoggiare comodamente sui rulli di guida, qualunque sia l'inclinazione della scala.

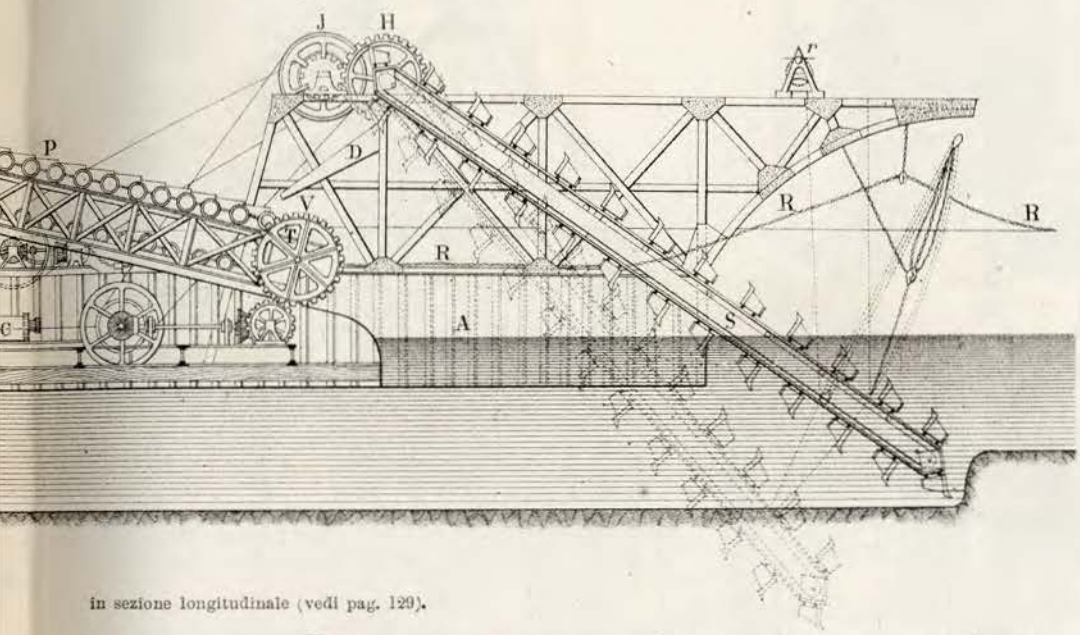
L'albero *a'* del tamburo di comando H riceve il movi-

mento dall'albero motore I della macchina a vapore per mezzo delle ruote dentate $b\,b$, $b'''\,b'''$ e $b''\,b''$ rispettivamente calettate sugli alberi I, a' ed a'''.

Il verricello di ghisa F è destinato a manovrare la scala a secchie, vale a dire a produrne l'innalzamento o l'abbassamento a seconda del bisogno. Esso vien posto in movimento da un'apposita macchina a vapore P che comunica pure il moto agli altri verricelli G, G' e G'' mediante l'albero di trasmissione O''.

Il verricello F partecipa il movimento alla scala a secchie mediante la catena c la quale congiunge il sostegno L, fissato al bastimento per mezzo del sopporto L'', al sostegno L' unito alla scala.

Le tre coppie di verricelli G, G' e G'', che, come abbiamo detto, ricevono il movimento della macchina a vapore P mediante l'albero di trasmissione O'', servono a produrre lo spostamento del battello sia nel senso trasversale come nel senso longitudinale ed a partecipare inoltre al medesimo quel movimento che i Francesi chiamano *mouvement de papillonage*, il quale altro non è che un movimento oscillatorio intorno ad un asse verticale che si imprime alla draga man mano che si avanza



in sezione longitudinale (vedi pag. 129).

affinchè essa possa scavare una zona di terreno di determinata larghezza.

Allo scopo di partecipare al battello questi diversi movimenti si uniscono od alla riva o ad un ancoraggio le estremità delle catene trasversali d e delle catene longitudinali d' e d'' raccomandate ai verricelli G, G' e G'' e si manovrano queste catene facendo rotare i verricelli ora per un verso ed ora per quello contrario a seconda del bisogno.

Le due doccie nelle quali le secchie versano il materiale scavato constano di una parte fissa M (fig. 138) e d'una parte mobile M' unita ad articolazione colla prima. Queste parti mobili, che sono equilibrate dal contrappeso e sospeso alle estremità delle catene e', si manovrano mediante i settori e'' comandati da viti senza fine fatte agire per mezzo delle manovelle e'''. Dando alla parte mobile della doccia una conveniente inclinazione si fa cadere il materiale scavato in essa versato dalle secchie nelle barche di trasporto.

Allo scopo di dirigere il materiale versato dalle secchie ora nell'una ed ora nell'altra delle due doccie a seconda del bisogno, nel sito in cui queste si intersecano è disposta la valvola di rotazione M'' manovrabile a mano, fatta in modo tale che allorquando si apre la luce d'ingresso di una delle due doccie si chiude quella dell'altra.

La lamina M''' (fig. 136) è semplicemente destinata ad impedire che il materiale versato dalle secchie possa imbrattare gli organi della macchina.

La gru N serve a mettere a sito le secchie ed a toglierle quando abbisognano di qualche riparazione.

Queste (fig. 139) sono fatte con lamiere di ferro piuttosto resistente. Il loro orlo è rinforzato da un cerchio c pure di ferro onde possano produrre lo scavo senza deteriorarsi troppo presto ed il loro fondo è bucherellato allo scopo di permettere lo sfogo dell'acqua. Le secchie sono tenute unite agli anelli a della catena mediante i ferri f, f' congiunti alle secchie ed agli anelli con chiodi ribaditi.

Draga Couvreux. — La draga od escavatore Couvreux è situata sopra un carro C (fig. 140) da strada ferrata a due assi ed a sei ruote.

Le due coppie di ruote R e R' sono solidali coi rispettivi assi, le due ruote R'' invece si possono smontare onde permettere al carro di percorrere i binarii a calibro normale.

Una macchina a vapore N della potenza di 4 cavalli-vapore disposta sul carro trasmette a questo il movimento per mezzo di un ingranaggio piano che imbocca colla ruota dentata r calettata sopra un asse delle ruote.

Il vapore si genera nella caldaja tubolare G disposta sopra un fianco del carro, la quale provvede pure il vapore alla macchina M della forza di 20 cavalli-vapore che partecipa il movimento alla draga.

Questo motore mediante ruote dentate partecipa il movimento all'albero orizzontale B sul quale sono calet-

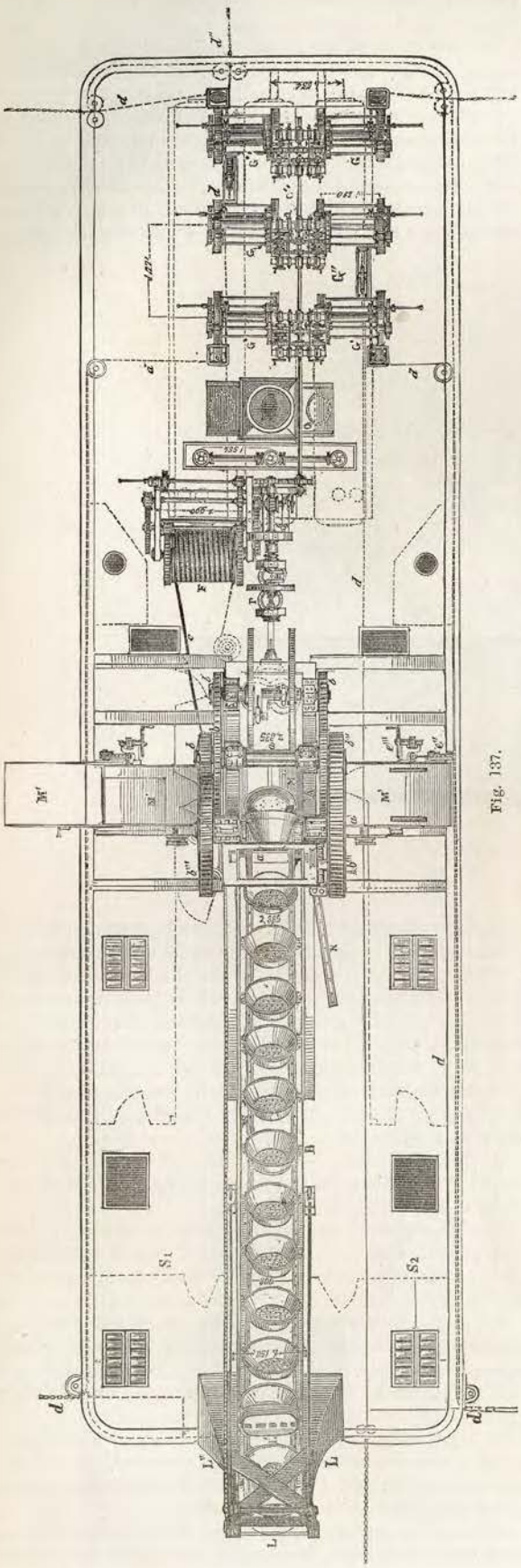


Fig. 137.

tati i due tamburi D che comandano le catene di Galle E a cui sono unite le secchie escavatrici S.

Le due catene sono guidate nel loro movimento sia dal tamburo folle F situato all'estremità inferiore delle due travi in ferro T che costituiscono la scala della draga come dai rulli *c* uniti alle travi stesse e dalle ruote *o* sospese al carro.

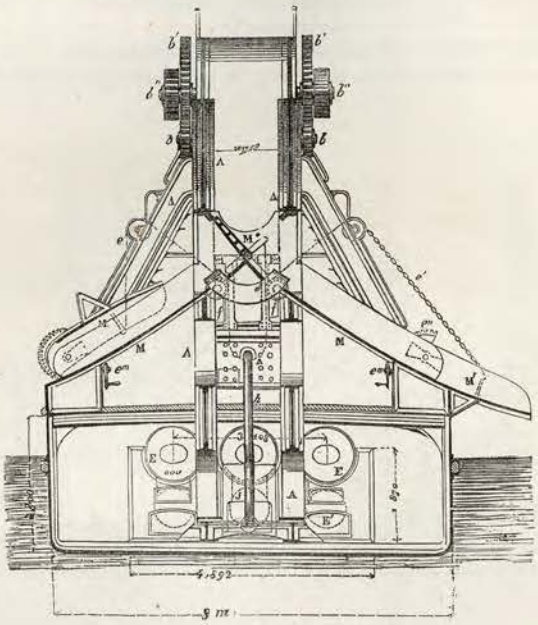


Fig. 138.

Questa scala raccomandata alle mensole Q entro le quali può scorrere, si può far rotare intorno ai sostegni di queste mensole per mezzo della catena I sostenuta dalla capra H.

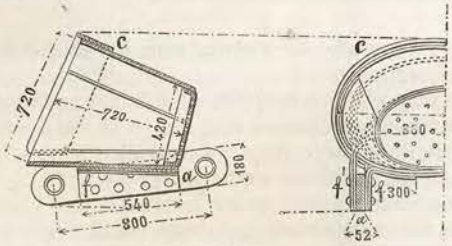


Fig. 139.

Le secchie S differiscono da quelle che abbiamo descritte parlando della draga Gouin in questo, che il loro fondo non è fisso ma può girare liberamente intorno a una cerniera.

Tale fondo mobile allorquando le secchie strisciando sul terreno scavano il materiale, sta chiuso e permette a queste di riempirsi; ma quando esse sollevandosi giungono sino sopra al tamburo superiore, si apre automaticamente e le secchie versano nella doccia L le materie scavate, da dove esse scorrono nei carri di trasporto P.

Alla doccia L si dà la necessaria inclinazione a seconda dei casi per mezzo della catena I'.

Allorquando occorre di sistemare tanto la riva come la trincea di una strada a mezza costa si munisce l'apparecchio di una seconda draga T' E' analoga alla prima, che si fa agire mediante la stessa macchina a vapore.

Questa ha la velocità di 80 colpi completi di stantuffo al minuto e produce in ciascun minuto lo sterro di

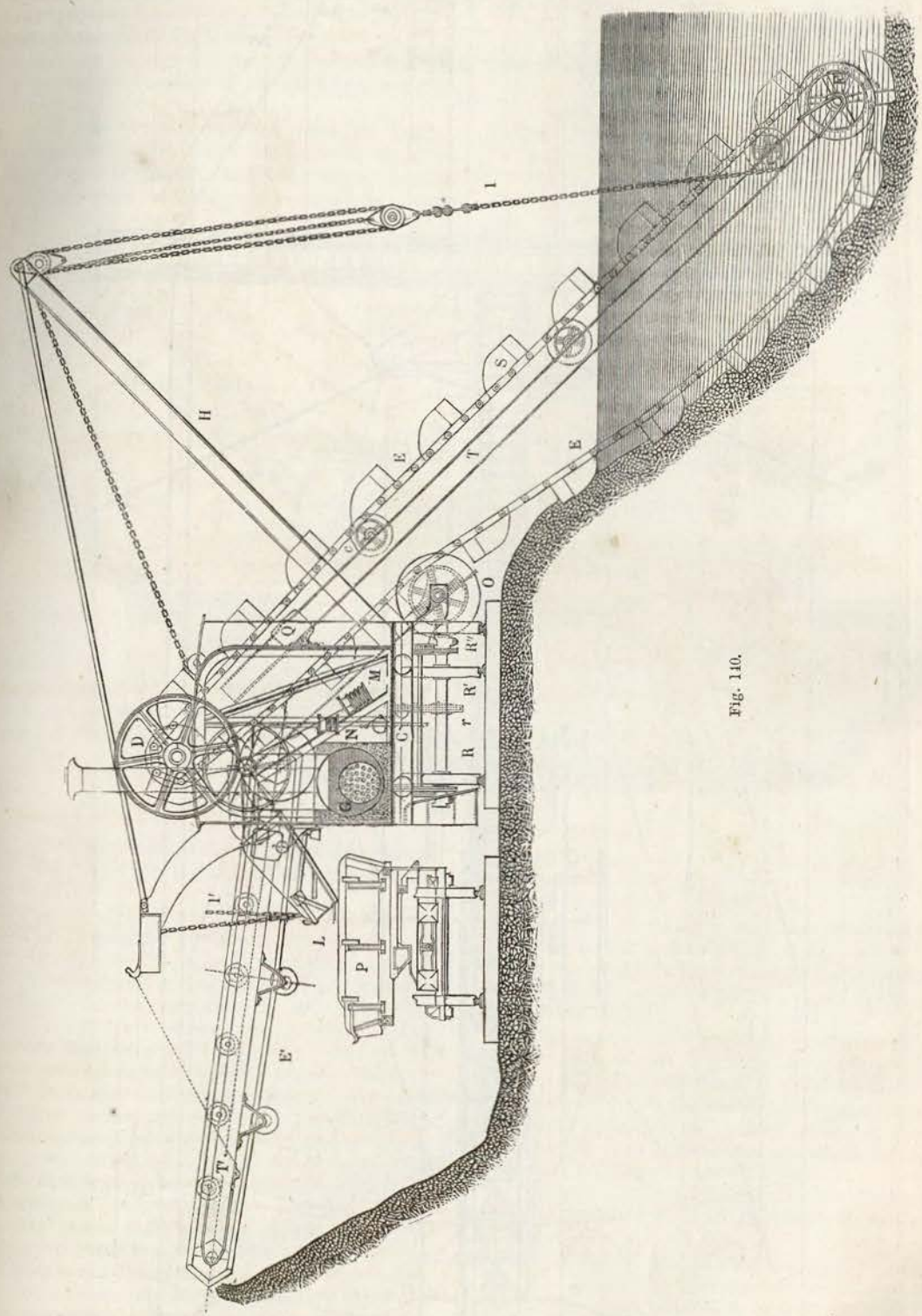


Fig. 110.

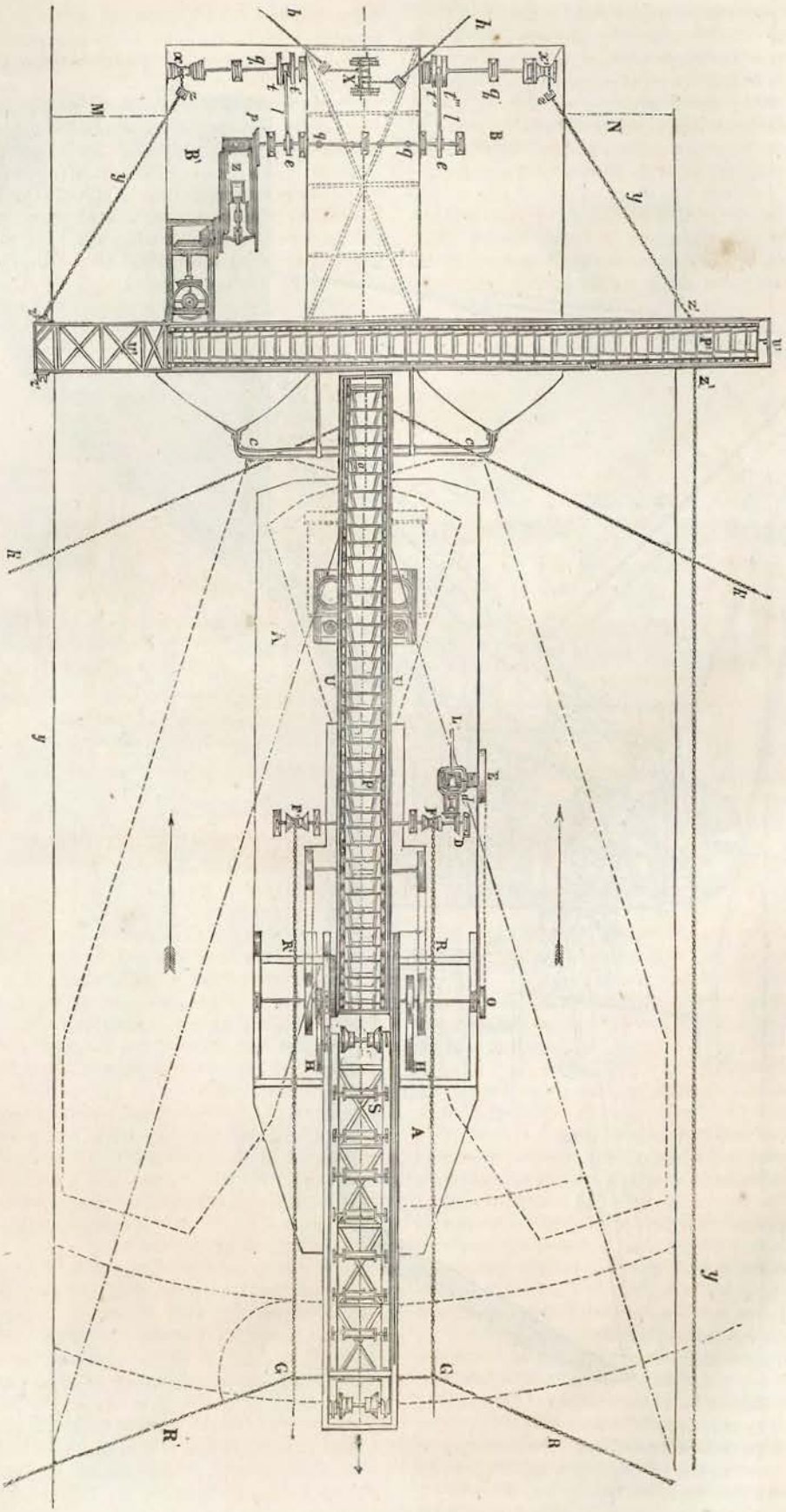


Fig. 142.

30 secchi della capacità di circa 170 d. c. ciascuno, il che equivale a dire che il cavafango per ogni giorno di 10 ore di lavoro estrae circa 3060 mc. di materia.

Ma siccome la draga non può lavorare 10 ore continue dovendosi interrompere il lavoro e far camminare il carro sul binario man mano che si ottiene lo scavo di una determinata zona di terreno, si deve ritenere che essa sia capace di produrre lo sterro di 2.000 mc. al giorno.

Il costo di ciascun mc. di materiale scavato è naturalmente diverso da sito a sito, variando da un luogo ad un altro il prezzo del materiale e della mano d'opera. Sia per questa ragione come anche perchè tale costo dipende pure dalla natura del materiale estratto e dal numero dei giorni all'anno in cui viene utilizzata la macchina, noi non possiamo assegnare ad esso un valore attendibile.

Piuttosto diremo quali siano gli elementi di cui occorre tener conto per determinare con esattezza tale valore in ciascun caso speciale.

Questi elementi sono i seguenti:

1° Interesse del capitale impiegato nella macchina e relativa quota d'ammortizzazione;

2° Quota di riparazione;

3° Costo del carbone, dell'olio, del grasso, della stoppa e dell'acqua d'alimentazione;

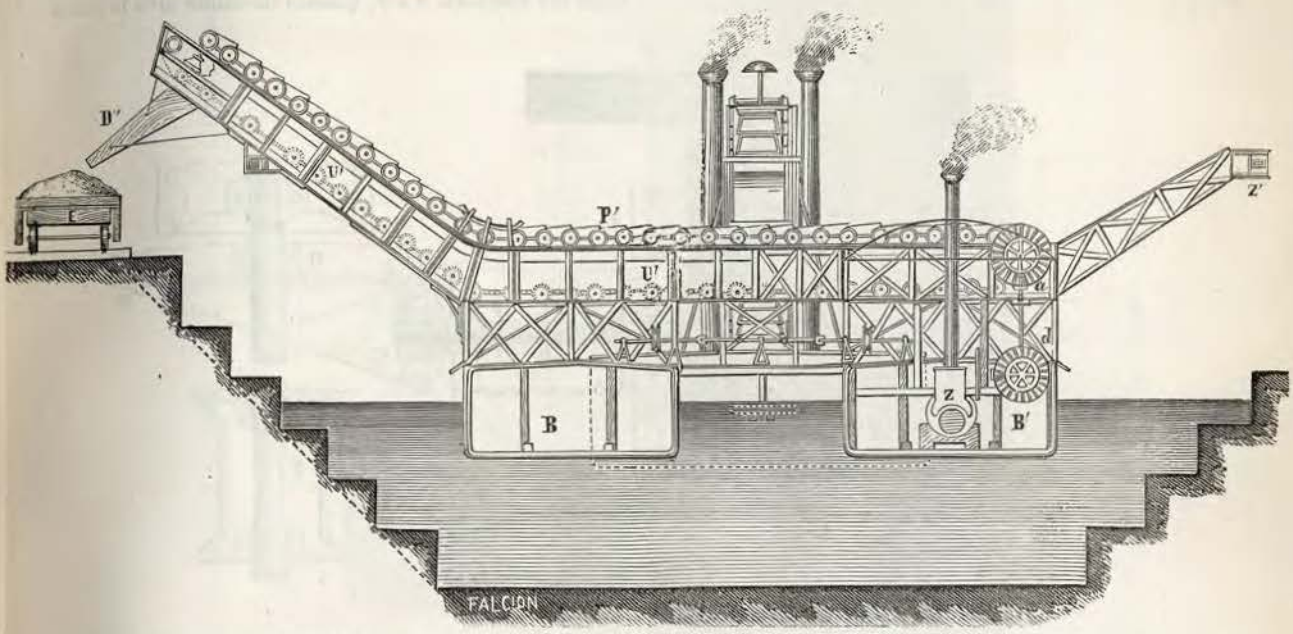


Fig. 143.

4° Stipendio del macchinista e del fuochista addetti alle macchine a vapore e di due manuali occorrenti per le manovre;

5° Costo del materiale e stipendio a N. 10 manovali occorrenti per l'impianto e la manutenzione della strada.

Draga di Brisse. — La draga di Brisse, rappresentata in sezione longitudinale, in projezione orizzontale ed in sezione trasversale secondo la linea M N rispettivamente dalle figure 141 (vedi pag. 124 e 125), 142 e 143, differisce essenzialmente delle due draghe che abbiamo descritto in questo, che le sue secchie mentre scavano il materiale non si muovono esclusivamente in un piano verticale come fanno quelle delle due draghe di cui abbiamo tenuto parola, ma sollecitate dal basso all'alto da una forza e orizzontalmente da un'altra, si muovono invece diagonalmente ora da sinistra a destra ed ora da destra a sinistra.

Essa consta di due parti principali tra di loro dipendenti, della draga propriamente detta la quale effettua lo scavo e solleva sin sulla doccia il materiale scavato, e dell'apparecchio scaricatore il quale ricevendo il materiale da questa doccia lo trasporta in un'altra che lo versa direttamente nei carri di trasporto.

La prima è disposta sul bastimento A e il secondo in parte su questo bastimento ed in parte sulle due barche gemelle B e B' tra di loro collegate.

Il bastimento A è unito alle barche B, B' mediante il perno verticale *a* il quale attraversa l'occhio di un anello solidale col carrello *b* che può scorrere nel binario *c* costituito da due robusti regoli di ferro.

Il carrello *b* è formato da 8 rotelle scanalate disposte orizzontalmente e mantenute tra di loro a distanza invariabile da una intelajatura. Mediante un apposito congegno si può fissare questo carrello in una sua posizione qualunque sul binario.

La scala a secchie S è analoga a quella della draga Gouin che già abbiamo descritta. La catena continua a cui sono unite le secchie riceve il movimento dal tamburo superiore che è comandato dalla macchina a vapore C della potenza di 40 cavalli-vapore. Per dare alla scala del cavafango l'inclinazione conveniente si manovra il verricello *r* a forza d'uomo.

Allorquando si effettua lo scavo si fa agire la catena continua a secchie e si partecipa inoltre un movimento oscillatorio al bastimento A intorno al perno *a*.

A tal fine si uniscono alle rive le estremità delle due catene R e R' e si imprime un moto rotatorio ora per un verso ed ora pel verso contrario ai verricelli F e F' solidali tra di loro, che comandano dette catene, le quali sono disposte per modo sui due verricelli che allorquando l'una si avvolge l'altra si sviluppa, per il che basta che l'una sia tangente al rullo in un punto della generatrice superiore e l'altra in un punto della generatrice inferiore.

Il movimento ai due verricelli F e F' è comunicato dalla macchina a vapore C mediante una doppia trasmissione con cingoli e puleggie. Onde far sì che i due verricelli rotino a volontà ora per un verso ed ora pel verso contrario, sul bastimento A è disposto uno speciale congegno che si può manovrare con tutta facilità per mezzo della leva L. Tale congegno è rappresentato in modo assai chiaro dalla fig. 144.

La puleggia condotta E la quale riceve il movimento dalla puleggia conduttrice O è calettata sopra l'albero N il quale attraversa i due rocchetti d e d' sostenuti dai due sopporti p e p'. Questi due rocchetti imboccano con un altro rocchetto C', il quale per mezzo del rocchetto C comanda la ruota D calettata sull'albero dei verricelli F e F'.

Quando la leva occupa la posizione rappresentata dalla figura i due rocchetti d e d' sono folli sul loro asse e non possono partecipare al rocchetto C' il movimento dell'albero N. Quando invece si trasporta a destra od a sinistra la leva L facendola rotare intorno al fulcro l si rende solidale coll'albero ora il rocchetto d ed ora il rocchetto d' e si trasmette il movimento ai verricelli F e F' ora in un verso ed ora pel verso contrario. A tal fine tale leva è unita in un suo estremo al manicotto n il quale è fissato mediante una bietta sull'albero N per modo che esso è obbligato a girare coll'albero ma si può far scorrere sul medesimo facendo oscillare la leva L. Questo manicotto, che è munito di apposite intaccature le quali si adattano esattamente con altre praticate sulle facce dei rocchetti d e d', quando mediante leva L viene

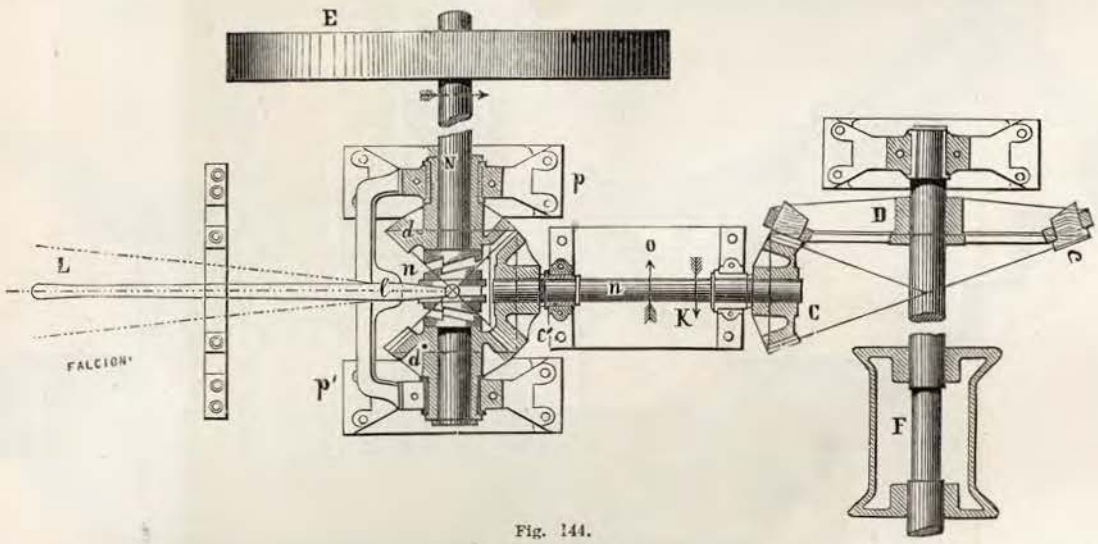


Fig. 144.

spinto contro uno dei due rocchetti si rende con esso solidale e comunica al medesimo il movimento di rotazione dell'albero N.

Il materiale scavato dalle secchie S e versato nella doccia D (fig. 128 e 141) cade in appositi carri costituenti una catena senza fine P che circolano sulla trave tubolare a traliccio U, la qual catena riceve pure il movimento dalla macchina a vapore C. Questi carri depongono il materiale nella doccia D', dalla quale esso cade in altri carri costituenti un'altra catena continua P' posta in movimento dalla locomobile Z della forza di 10 cavalli-vapore. Da questi carri il materiale vien trasportato nella doccia D'' (fig. 143) da cui si versa nei veicoli E di trasporto.

Il complesso della draga deve pure ricevere un movimento di traslazione, ed a tal fine sulle due barche B e B' trovasi disposto un apposito meccanismo col quale si possono manovrare le catene y che si fissano alle rive nei loro estremi. Tale meccanismo che riceve il movimento dalla locomobile Z è costituito dall'albero orizzontale q sul quale sono calettati i due eccentrici $e\,e$ che comandano le due aste $l\,l$, dai due alberi q_1 e q_1' su cui sono rispettivamente calettate le ruote dentate $t\,t'$ e $t''\,t'''$, e dai verricelli x e x' sui quali si avvolgono le catene y guidate dai rulli z'.

Volendo trasmettere il movimento di traslazione alla draga, mediante la locomobile Z si fa rotare l'albero q e questo per mezzo delle due aste l le quali agiscono a volontà o sui rocchetti t e t'' ovvero sui rocchetti t' e t''' imprime un movimento rotatorio ora per un verso ed ora pel verso contrario ai due alberi q_1 e q_1' facendo ora avvolgere le catene y sui verricelli $x\,x'$ ed ora svilupparle dai medesimi secondochè si vuol fare andare la draga avanti od indietro. Nel frattempo mediante i due verricelli X ed X' manovrabili a mano si comandano le catene h ed h' pure fissate nei loro estremi alle rive, onde il movimento partecipato alla draga sia per quanto si può regolare.

Le secchie della draga hanno la capacità di 150 litri l'una e si muovono con una velocità tale che durante un minuto primo se ne possono riempiere circa 17. Il cavafango potrà adunque scavare in ciascun giorno di 10 ore di lavoro continuo circa 1500 mc. di materia. Tenendo conto degli intervalli di riposo occorrenti per trasportare la draga da un sito ad un altro si può ritenere che in ciascun giorno di 10 ore di lavoro essa produca circa 1500 mc. di sterro.

Gli elementi di cui occorre tener conto onde determinare il costo della materia scavata e versata nei veicoli di trasporto sono i seguenti:

1° Interesse del capitale impiegato nella macchina e relativa quota d'ammortizzazione;

2° Quota di riparazione;

3° Costo del carbone, dell'olio, del grasso e della stoppa occorrenti alla macchina a vapore fissa ed alla locomobile che hanno complessivamente la potenza di 50 cavalli-vapore;

4° Paga ad un capo-meccanico, ad un capo-fuochista, ed a 4 fuochisti addetti alla macchina a vapore ed alla

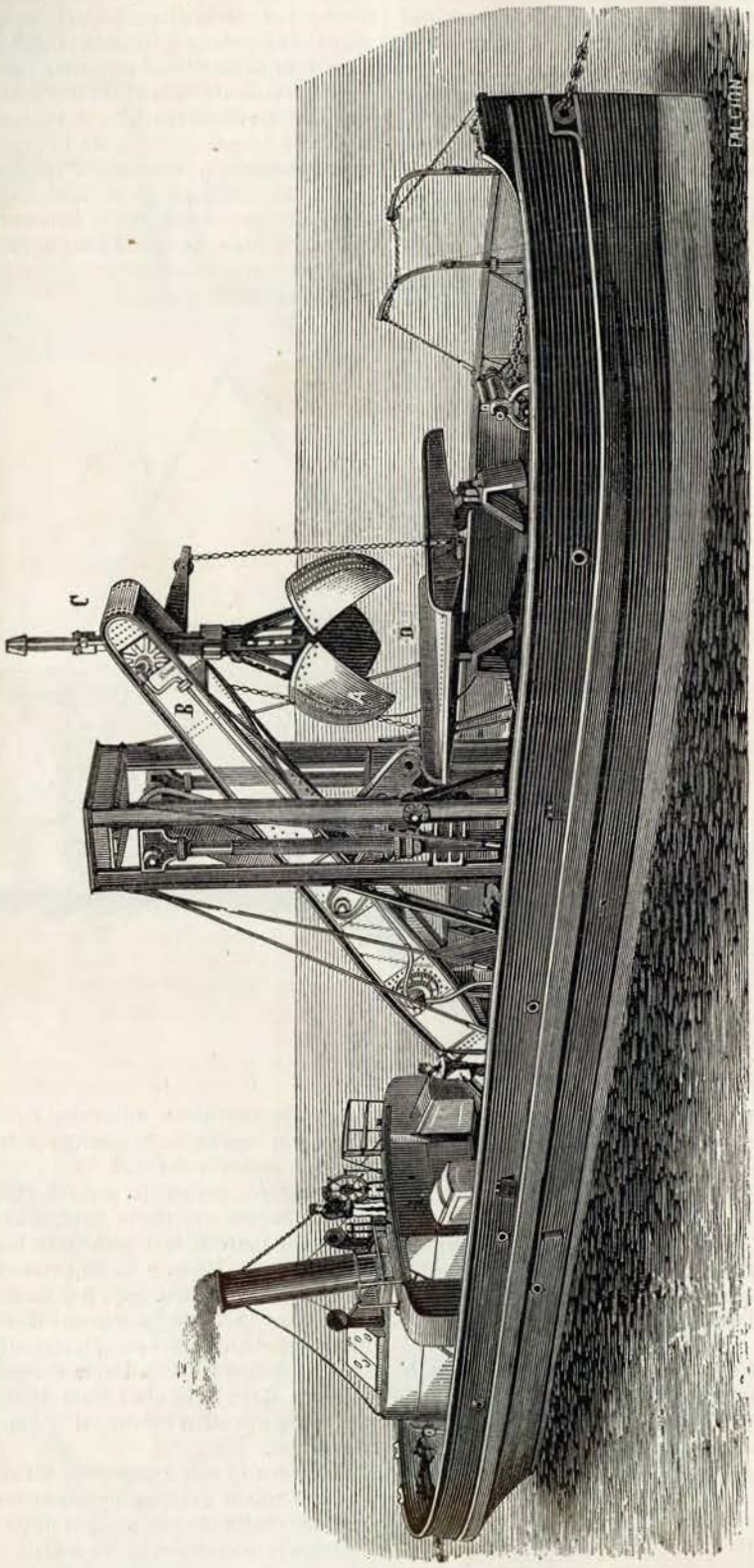


Fig 145.

locomobile, ad un operaio che manovra la leva L, a due operai addetti ai tamburi F e F', a due operai che debbono mettere sotto le catene dei carrelli, a tre manovali pel comando dei verricelli X e X', a quattro uomini a terra per gli ormeggi, e a tre altri pel nettamento dei carrelli.

Draga di Bruce e Batho. — Tra le draghe speciali senza secchie proposte in questi ultimi tempi merita di essere ricordata quella di Bruce e Batho, stata impiegata dal Governo inglese in importanti lavori nell'India.

Essa trovasi rappresentata in prospettiva dalla fig. 145. La draga propriamente detta consiste in tre gusci sferici d'acciajo uniti a snodo con robuste braccia all'apparecchio C. Questo, collegato mediante un giunto universale al bilanciere B, consta di un cilindro idraulico e relativo stantuffo la cui asta è congiunta nel suo estremo con una testa a croce scorrevole in apposito glifo. Alla stessa testa a croce sono uniti mediante aste i tre gusci sferici per modo che allorquando lo stantuffo s'innalza questi si scostano e quando si abbassa s'avvicinano tra loro sino a costituire un unico recipiente sferico.

Il movimento allo stantuffo motore si partecipa mediante acqua assoggettata a conveniente pressione con una tromba premente posta in azione da macchine a vapore situate sul bastimento. L'acqua sotto pressione si porta dalla tromba al cilindro motore attraversando i perni dell'anello del giunto universale e del cilindro; ed operando ora nella camera superiore ed ora nella camera inferiore del cilindro motore chiude ed apre alternativamente lo scavatore.

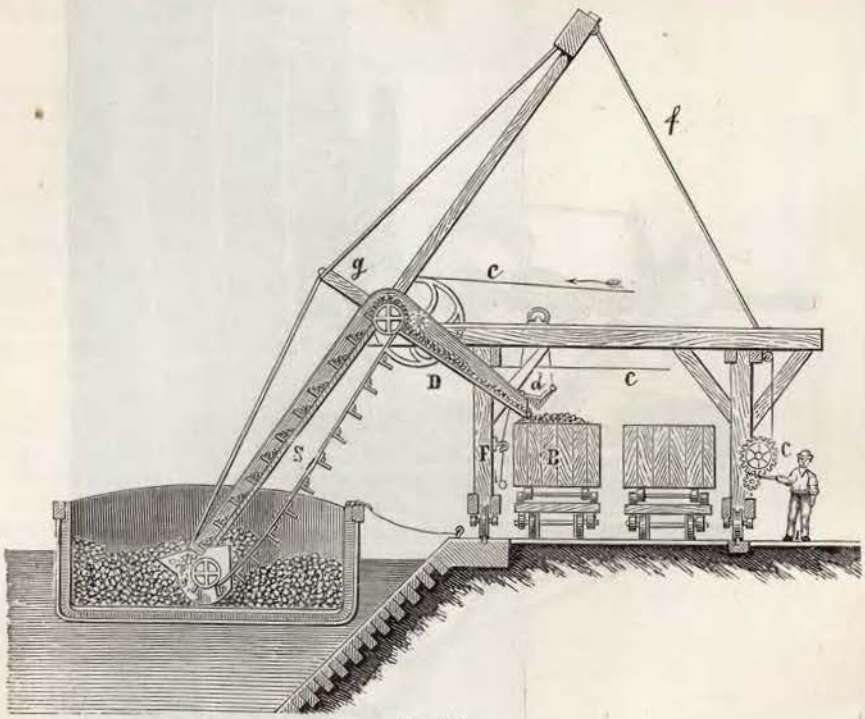


Fig. 145.

Il bilanciere B il quale deve condurre la draga A dal fondo del fiume o del mare al livello di scarico, ha il suo perno di rotazione all'estremità di una leva oscillante comandanta da apposita asta.

Esso è inoltre munito nella sua estremità posteriore di un contrappeso in ghisa che fa equilibrio al peso dell'apparecchio C e dello scavatore vuoto.

Il sollevamento ed abbassamento del bilanciere si produce mediante appositi arieti idraulici a semplice effetto disposti lateralmente.

I detriti scavati e sollevati vengono scaricati sopra la doccia a cerniera D automaticamente manovrata mediante catene attaccate al bilanciere B. Dalla doccia essi si versano in seguito nelle barche o pontoni.

Alla draga di Bruce e Batho è poco dissimile, almeno come principio, quella dei fratelli Priestman, nella quale lo scavatore è costituito da un rastrello a denti circolari che si innalza e si abbassa, si apre e si chiude manovrandolo mediante catene poste in movimento da una macchina a vapore.

Apparecchi di trasporto del materiale scavato. — Varii sono i mezzi con cui si effettua il trasporto del materiale scavato e sollevato dalle draghe, o con veicoli o con barche dette pontoni o con altri speciali apparecchi a seconda dei casi.

I pontoni impiegati pel trasporto dello sterro del grande bacino del porto Said erano colossali barche di ferro del peso di 360 tonnellate munite di un'elice del peso di 225 chilog. e di una macchina a vapore della forza di 60 cavalli-vapore per manovrarla. Queste barche divise in 7 compartimenti di forma conica a fondo mobile si riempivano completamente del materiale versato nella doccia dalla draga, si conducevano poscia sino al mare, dove aprendo i fondi di questi scompartimenti mediante apposite catene, si abbandonava il materiale alle acque.

Ma talvolta non è possibile, tal'altra non è comodo o conveniente il gettare lo sterro nel mare, ed allora si depone o sulle sponde o sopra apposite dighe.

Quando la draga si trova a distanza non molto considerevole dal sito di deposito e questo ha un'altezza di livello inferiore a quella della draga, si scarica lo sterro facendolo camminare in una doccia o canale appoggiato sul bastimento della draga e sul sito di deposito, ed oc-

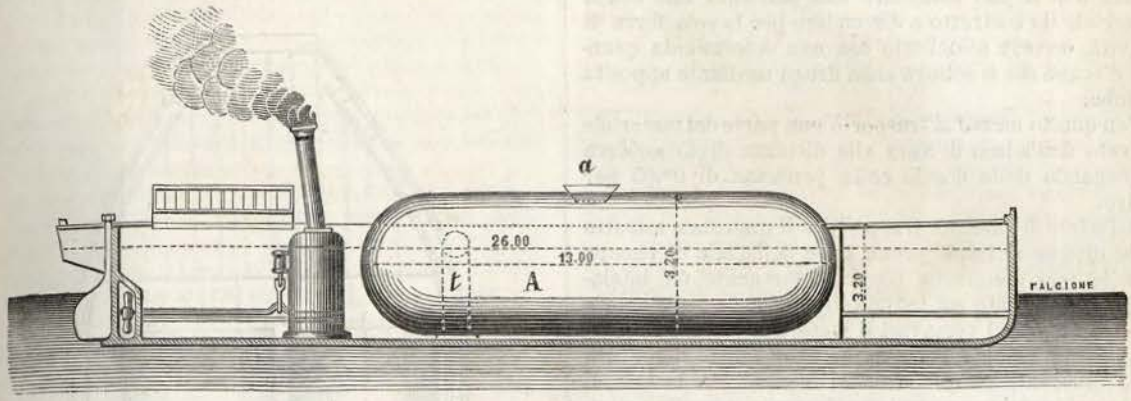


Fig. 149.

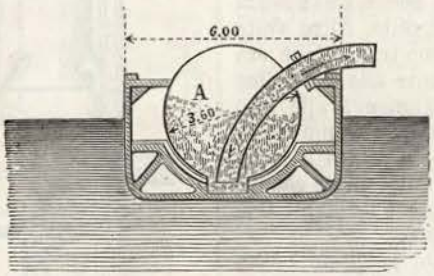


Fig. 150.

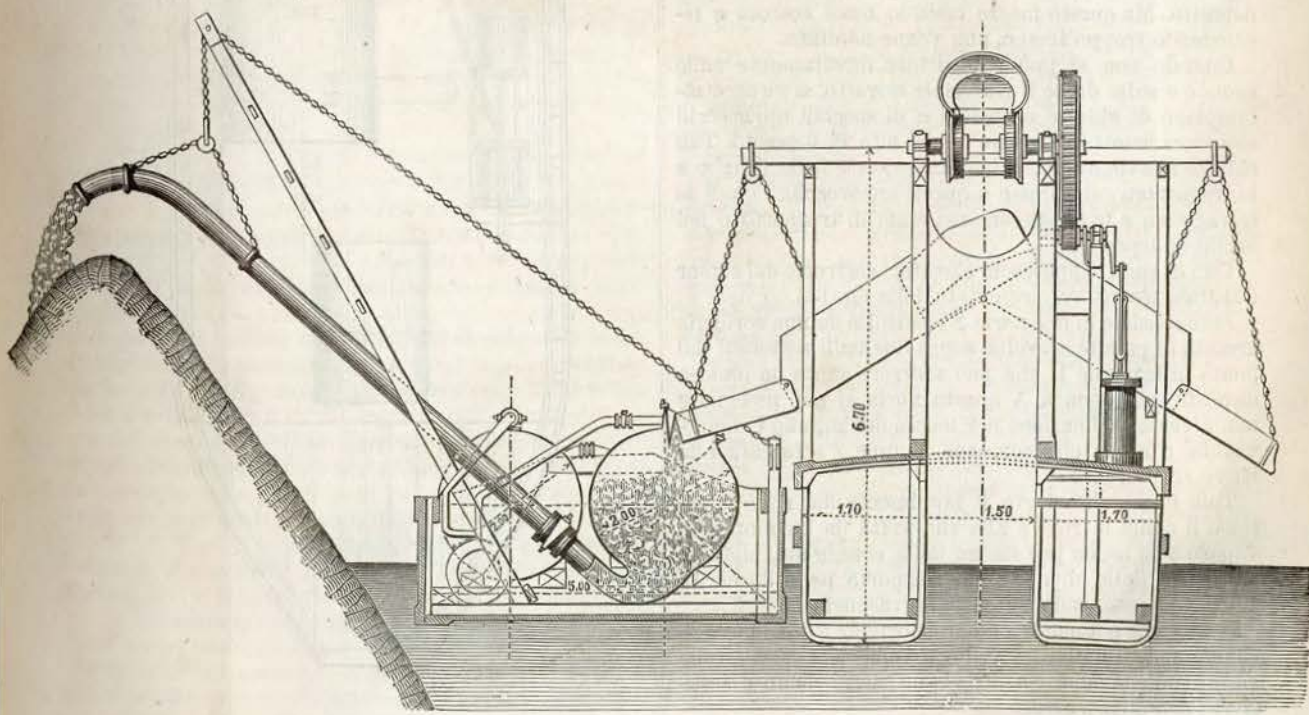


Fig. 151.

correndo anche sopra sostegni intermedii. Se a questa doccia non si può assegnare una pendenza tale che il materiale sia costretto a discendere per la sola forza di gravità, occorre scioglierlo con una determinata quantità d'acqua che si solleva sulla draga mediante apposita tromba.

Con questo mezzo si trasportò una parte del materiale scavato dall'istmo di Suez alla distanza di 45 m. circa impiegando delle doccie colla pendenza di $0^{m}.05$ per metro.

All'istmo di Suez per trasportare il materiale estratto dalle draghe si impiegarono pure delle tele di canape e delle tele metalliche continue sostenute da intelajature appoggiate sui battelli dragatori da una parte e sulle dighe su cui versavasi il materiale dall'altra, principalmente quando l'altezza di livello delle dighe era poco differente da quella delle draghe. Ma le tele di canape si logoravano assai rapidamente, e quelle metalliche costituite da tante lastre unite tra di loro a cerniera nel senso della loro lunghezza, sotto il carico del materiale di trasporto spesso formavano dei seni in cui questo materiale veniva crivellato a causa delle vibrazioni partecipate alla tela e si accumulava senza mai poter raggiungere il sito di deposito. Altre volte quando lo sterro che tali tele dovevano trasportare era argilla compatta, esso aderiva talmente alle medesime che non si distaccava allorquando giungeva alle loro estremità o al disopra del luogo di deposito, ma continuava ad accompagnare per un certo tratto il ramo inferiore delle tele cadendo poscia nel sottostante canale. Per queste ragioni il sistema di trasporto mediante tele continue venne ben presto abbandonato.

Un altro mezzo di trasporto stato proposto consisteva nell'impiegare tante draghe poste le une vicine alle altre per modo che il materiale scavato dall'una venisse versato nelle secchie di quella consecutiva, la quale lo portava nelle secchie di un'altra, e così di seguito sino a che l'ultima lo deponeva nel bacino di deposito. Ma questo mezzo essendo assai costoso e richiedendo troppo tempo, non venne adottato.

Quando non si può trasportare direttamente sulle sponde o sulle dighe il materiale estratto, si ricorre all'impiego di chiatte o cassoni e di speciali apparecchi elevatori fissati in prossimità del sito di deposito. Tali chiatte ricevono il materiale dalle doccie delle draghe e lo trasportano sin presso a questi apparecchi, i quali lo estraggono e lo depongono nei carri di trasporto o nei bacini di deposito.

Uno di questi apparecchi elevatori costrutto dal signor Chrétien trovasi rappresentato dalla fig. 146.

Esso consiste in una noria S costituita da una coreggia armata di palette avvolta sopra due rulli sostenuti dal ponte in legname P che può scorrere sopra un binario disposto sulla sponda. A questa noria si può assegnare una diversa inclinazione per mezzo dell'argano C manovrabile a mano che comanda la fune *f* attaccata alla trave armata *g*.

Tale noria, che riceve il movimento dal rullo superiore il quale lo riceve alla sua volta da un motore a vapore o ad acqua per mezzo della coreggia *c*, piglia il materiale dalle chiatte e lo trasporta nella doccia D, dalla quale esso cade nei carri di trasporto B.

La doccia è munita di uno sportello *d* col quale si chiude onde il materiale sollevato non cada sulla strada allorquando si deve condur via un carro pieno e sostituirlo con altro vuoto.

Un altro apparecchio elevatore denominato *scaricatore galleggiante a doccia cilindrica* (fr. *débarquement*

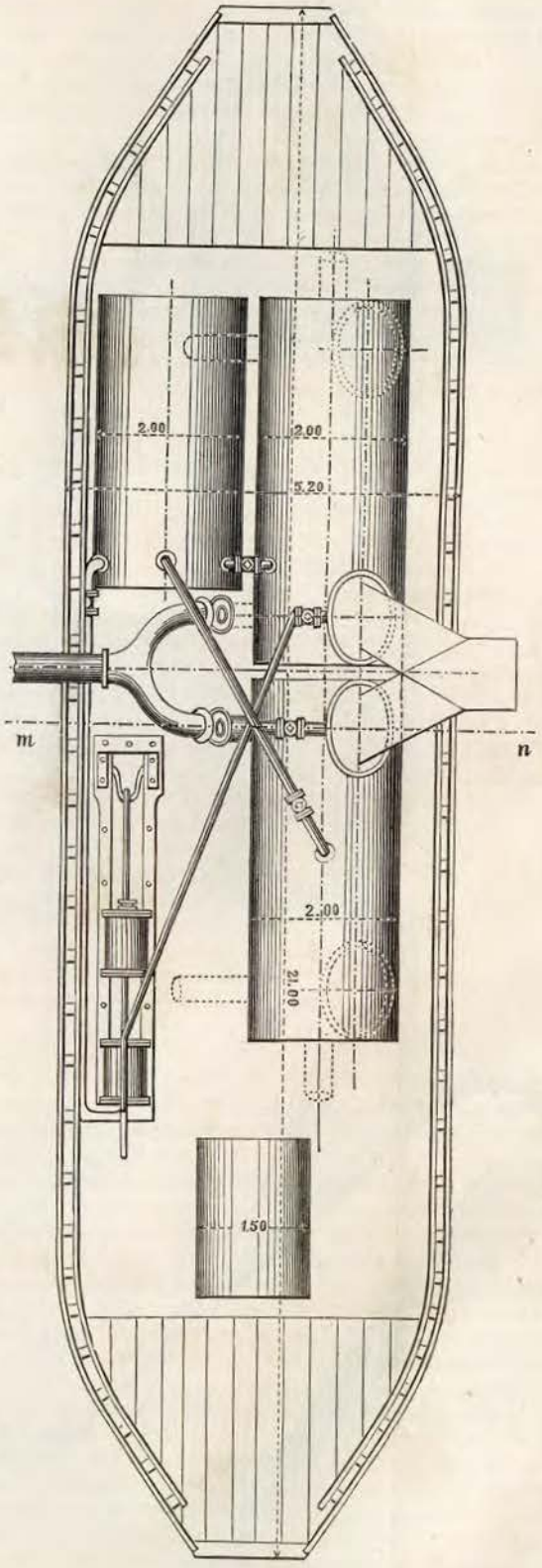


Fig. 152.

flottant) trovasi rappresentato in sezione longitudinale secondo la linea M N e in elevazione dalle figure 147 e 148. Esso è disposto sopra due battelli in ferro A e A' fortemente uniti tra di loro e discosti l'uno dall'altro per modo da dar passaggio alle chiatte P che trasportano il materiale scavato dalle draghe. L'unione tra i due battelli è stata ottenuta mediante robuste travi in ferro sulle quali è disposta la piattaforma che sostiene l'apparecchio elevatore.

Questo è costituito da una scala a secchie S simile a quella delle draghe, la quale è posta in movimento dalla locomobile L della forza di 18 cavalli-vapore mediante la coreggia *a* e la catena *b*. Le secchie pigliano il materiale dalle chiatte e lo portano in una cassa situata alla sommità dell'apparecchio.

Un'altra locomobile a vapore L' avente la forza di 20 cavalli-vapore fa agire una tromba aspirante e premente T la quale solleva in detta cassa il volume d'acqua di circa 350 mc. all'ora. Questa cassa comunica colla doccia D la quale arriva sino al sito di deposito formata con tubi d'acciaio del diametro di 0m.45 uniti tra di loro e sostenuta da tante funi raccomandate alla biga B.

Lo sterro sciolto dall'acqua sfugge dalla cassa per mezzo della doccia D accuratamente levigata nel suo interno avente la pendenza di 0m.04 per m. e si versa nel luogo prestabilito.

L'altezza della cassa sul livello dell'acqua essendo di 9 m., tale doccia alla distanza di 50 m. dalla draga estrica il materiale all'altezza di 7 m. sullo stesso livello.

La catena *c* fissata in un suo estremo all'intelajatura della draga e comandata nell'altro dal verricello V serve ad assegnare alla scala delle secchie la necessaria inclinazione a seconda dei casi.

Tra gli apparecchi con cui si può effettuare il trasporto del materiale estratto dalle draghe meritano ancora di essere ricordati il portatore Duckham e il portatore Vasset, i quali diedero dei soddisfacenti risultati nella pratica.

Il primo rappresentato dalle fig. 149 e 150 consta di un piccolo battello a vapore il quale porta la caldaja A della capacità di 1000 mc. circa, nella quale si introduce lo sterro da trasportarsi facendolo entrare dalla tramoggia *a*.

Allorquando la caldaja A è completamente piena, si chiude ermeticamente e si dirige il portatore sin presso al sito di deposito, ove si svuota aprendo un apposito condotto *t* e introducendo nella caldaja una conveniente quantità d'aria compressa per mezzo di un apposito compressore disposto o sul bastimento o sulla riva a seconda dei casi.

Il portatore Vasset, rappresentato in sezione trasversale secondo la linea *m n* ed in projezione orizzontale dalle fig. 151 e 152, è poco dissimile da quello di Duckham ed opera allo stesso modo.

Bibliografia. — Tra le opere che trattano delle draghe meritano di essere specialmente ricordate le seguenti:

Spon's, *Dictionary of Engineering*, edited by Oliver Byrne — Oppermann, *Portefeuille économique des machines* — Armengaud, *Publication industrielle des machines, outils et appareils* — *Giornale del Genio Civile* — De Rotrou et A. Brisse, *Desséchement du lac Fucino* — Castor, *Recuil de machines à draguer et appareils élévatoires* — *Engineering*, Journal edited by William H. Mair and James Dredge — *La Revue industrielle.* — Debauve, *Exécution des travaux.* — *Engineer.*

Ing. P. Verole.

DROGHE — Franc. *Drogues*. Ingl. *Drugs, spices*. Ted. *Spezereien*. Spagn. *Drogas*.

Col nome generico di *Droghe* si comprende una numerosa serie di sostanze, per la massima parte di origine vegetale, ed in numero molto minore di natura animale, le quali vengono consumate come principii alimentari o farmaceutici, ovvero sono capaci di avere qualche applicazione industriale.

Entrano diffatti a far parte delle droghe i frutti, i semi, le scorze, le radici di molte piante, ed anche piante intere, per la massima parte esotiche, ed alcune anche nostrali; le gomme, le resine, alcuni legni; parecchie secrezioni ed altri prodotti animali, e diverse sostanze che se ne possono ricavare con manipolazioni.

Da questo fatto ha origine la loro divisione in *semplici* e *composte*, divisione però più empirica che scientifica; si comprendono tra le prime quelle adoperate allo stato naturale o poco meno, tra le seconde quelle la cui preparazione ha richiesto un maggior numero di ingredienti e di manipolazioni.

Siccome poi per la massima parte provengono da regioni non europee, e più specialmente dalle colonie dell'Asia, dell'Africa e dell'America, alle droghe si è dato pure il nome volgare di *Generi coloniali*.

Dalla grandissima varietà ora accennata, che le droghe possono avere nell'origine, nella natura, nelle proprietà e nelle applicazioni, nasce appunto la difficoltà di darne una definizione complessiva.

Noteremo anzitutto, che se si volesse compiere la storia delle droghe, comprendendo sotto questo nome tutte le sostanze che anche in altri tempi furono definite come tali, la definizione che ne abbiamo dato sarebbe assolutamente incompleta, poichè altre volte si diede questo nome anche a molte sostanze d'origine minerale.

In tesi generale si può dire che il numero delle sostanze caratterizzate al presente col nome di droghe è assai più ristretto di quello che vi corrispondeva or sono cinquant'anni ed anche meglio un secolo fa; e questo fatto si può ritenere in gran parte prodotto dallo svilupparsi e progredire della chimica. Questa scienza dando i mezzi di aumentare di molto la produzione di certe sostanze, le fece sparire dal novero delle droghe, facendole passare in quello dei prodotti chimici, ai quali la scienza stessa all'aumentata produzione contrappone subito svariatissime applicazioni.

A questa categoria si devono ascrivere tutte le sostanze di origine minerale, altre volte conosciute come droghe, e così i prodotti arsenicali (arsenico bianco, realgar, ecc.), alcuni composti mercuriali, i vetrioli di ferro e di rame, gli olii minerali, ecc.; cui vanno aggiunti anche alcuni composti d'origine organica, come l'acido tartarico ed i tartrati.

Per altri corpi l'azione delle scienze chimiche, in via di continuo progresso, fu di natura diversa. Così, ad esempio, la scorza della china-china era in principio conosciuta soltanto in questo stato naturale, e come tale veniva classificata tra le droghe medicinali; ma ormai essendosene potuti ricavare i principii di natura alcaloidea, molto più attivi del semplice estratto della scorza, questa va piuttosto considerata come materia prima di un'industria estesissima.

Similmente l'*oppio* ci rappresenta la materia prima per l'estrazione di principii farmaceutici importantissimi.

Certe droghe, altra volta molto usate, vennero per contro scemate assolutamente d'importanza dall'azione invadente della chimica.

Le sostanze coloranti artificiali derivate dall'anilina, naftalina, antracene, ecc., presero il posto di molte so-

stanze tintoriali d'origine vegetale; alcune anzi si poterono preparare addirittura artificialmente, come l'*alizarina*, rendendo pressochè inutile la coltivazione della robbia, che prima aveva un posto importantissimo fra le droghe industriali.

Finalmente, la scienza chimica applicata alla terapeutica, somministrandole principii attivi e di azione sicura, fece sparire tutta quella serie di droghe strane, come escrementi di serpenti, denti di pesce, conchiglie interne di lumache, ecc. nei tempi passati adoperate dall'empirismo per supposte proprietà benefiche, dimostrate in seguito assolutamente illusorie.

Malgrado tutti questi fatti, il numero delle sostanze di cui anche oggigiorno è più o meno vivo ed esteso il commercio, e sono tuttora conosciute sotto il nome di droghe, è ancora assai grande.

La loro conoscenza complessiva ed esatta è quindi tutt'altro che facile, esigendo cognizioni svariate ed estese a varii rami di scienza; se quindi si pensa che molte di esse sono continuamente usate nell'economia domestica, o come sostanze farmaceutiche, è da rimpiangersi che sia troppo poco guarentita la capacità di chi deve esercitare questo commercio. E questo tanto più ora che, coll'estendersi continuo dei bisogni e della consumazione di molte qualità di droghe, non potendo sempre crescere proporzionatamente la produzione, soventi molte di esse sono oggetto di svariatissime sofisticazioni; per modo che il commerciante, non solo dovrebbe conoscere le virtù specifiche ed i caratteri delle merci allo stato genuino, ma dovrebbe anche sapere avvertire queste contraffazioni, oltre a quelle alterazioni, che senza essere state occasionate da frode deliberata, ma soltanto accidentali, possono, producendosi in queste sostanze, alterarne profondamente i caratteri e le proprietà.

Per lo meno è da desiderarsi che, nei casi in cui vi sia sospetto di una simile alterazione, il commerciante prima di vendere questa merce ricorra al sussidio dell'esame pratico di un laboratorio scientifico, il cui numero per impulso del Governo e dei Municipii va ogni giorno aumentando, e la cui contribuzione al guarentimento della pubblica igiene è ormai reso indiscutibile.

Il commercio delle droghe ha sempre attirato potentemente l'attenzione ed i capitali dei popoli trafficanti. Negli antichi tempi i Fenici e le loro colonie del Mediterraneo ne ebbero il monopolio. Sottentrata a Cartagine Roma, questa faceva venire dall'Asia e dall'Africa gran copia di aromi, incensi, unguenti che adoperava nelle sepolture, nel lusso della persona, delle case e della tavola. Nel Medio Evo il commercio di queste sostanze che arrivavano dal Levante, era esclusivamente nelle mani delle città marittime d'Italia: Genova, Venezia, Pisa. Ma colla scoperta del passaggio alle Indie pel Capo di Buona Speranza, e dell'America, il monopolio di simile commercio passò alle nazioni occidentali, Portogallo, Spagna, Olanda.

Gli Olandesi specialmente dalle loro colonie delle Molucche, dalle isole della Sonda, ecc. ricavarono inaudite ricchezze. Finalmente l'Inghilterra dopo il regno di Elisabetta ed il Protettorato di Cromwell entrò gigante nell'arringo commerciale, e massime dopo l'impianto della *Compagnia delle Indie* si sovrappose agli stessi Olandesi anche nel traffico delle droghe.

Alcune piazze primeggiano come depositi di drogherie, vanno notate: Marsiglia e Parigi per la Francia, Londra per l'Inghilterra, Amsterdam per l'Olanda, Anversa pel Belgio, Costantinopoli, Alessandria e Smirne pel Levante, Livorno e Genova per l'Italia, Trieste per l'Austria-Ungheria, Amburgo e Brema per la Germania.

Rammentati questi fatti generali più importanti, noteremo che nel presente articolo, tenendoci nei limiti concessi dalla natura di quest'opera, benchè lo spazio concessoci non ci permetta di parlare che di un ristretto numero di droghe, tuttavia guarderemo di dare un cenno di tutte le più importanti, naturalmente fermandoci alquanto più su quelle di uso più comune.

Alcune di esse però, o a cagione della loro grande importanza commerciale ed industriale, o per essere materie prime di alcune industrie, sono trattate nell'opera presente in articoli appositi, ovvero se ne fa cenno in quelli relativi alle industrie cui esse servono. Di tali droghe, per evitare inutili ripetizioni, non terremo parola, e tra queste vanno ricordati: lo zucchero, le gomme, le resine, i balsami, le fecole, la trementina, le vernici, le sostanze tintoriali e quelle adoperate in profumeria.

Le sostanze, di cui dobbiamo intrattenerci, possono distinguersi assai facilmente, dietro la loro applicazione principale, in tre diverse categorie, e cioè: droghe che servono all'alimentazione od *alimentari*, droghe *farmaceutiche*, e droghe *industriali*, o che per meglio dire non trovano posto tra le prime due.

Questa divisione non è certamente assoluta, una droga alimentare potendo talvolta venir adoperata in farmacia: di ciò naturalmente si farà cenno, ma una data sostanza verrà ascritta a quella categoria, secondo il titolo della quale essa trova le sue maggiori applicazioni.

Nella seguente esposizione non ci terremo all'ordine alfabetico, ma piuttosto a quello della decrescente importanza, derivando questo criterio per quanto sarà possibile dalla più o meno estesa consumazione; criterio che naturalmente non dovrà esser preso in termine assoluto.

Droghe alimentari.

Caffè.

Daremo principio a questa rivista delle droghe principali, cominciando a parlare del *Caffè*, come quella che di tutte le droghe adoperate nell'economia domestica e che a giusto titolo possiamo chiamare alimentari è, fatta astrazione dello zucchero, la più diffusa ed estesamente adoperata, e per conseguenza di maggiore importanza commerciale ed economica.

La droga di questo nome nota a tutti, è il seme di una pianta della famiglia delle *Rubiacee*, e precisamente della *Coffea arabica*.

Questa pianta originaria dell'Abissinia, e più specialmente delle sue provincie meridionali, era sconosciuta ai popoli dell'antichità. Il suo prodotto però era già noto in Persia fino dal IX secolo; in Arabia si introdusse verso la metà del XV, e di là passò in Egitto, in Turchia ed altri paesi mussulmani. Finalmente nel secolo XVII si incominciò a conoscere il caffè in Europa; i primi a portarvelo furono i Veneziani, che coi Genovesi ebbero per qualche tempo l'esclusiva privativa dell' introduzione sui mercati europei, finchè verso la metà dello stesso secolo gli Olandesi vi fecero validissima concorrenza, incominciando anche a coltivarlo nelle loro colonie orientali (Giava).

Nella prima metà del secolo susseguente si trasportarono le prime piante da caffè alle Antille, dove presto la sua coltivazione si diffuse su vasta scala, propagandosi in altre regioni d'America, e specialmente al Brasile.

Al giorno d'oggi il consumo del caffè facendosi sempre più esteso, se ne moltiplicarono e migliorarono le colti-

ENCICLOPEDIA ARTI E INDUSTRIE

Volume Terzo

ARTICOLO **DRAGHE**

dell'ing. P. VEROLI

SOCIETÀ PER LI INGEGNERI E PER LI INDUSTRIALI TORINO

Fig. 147

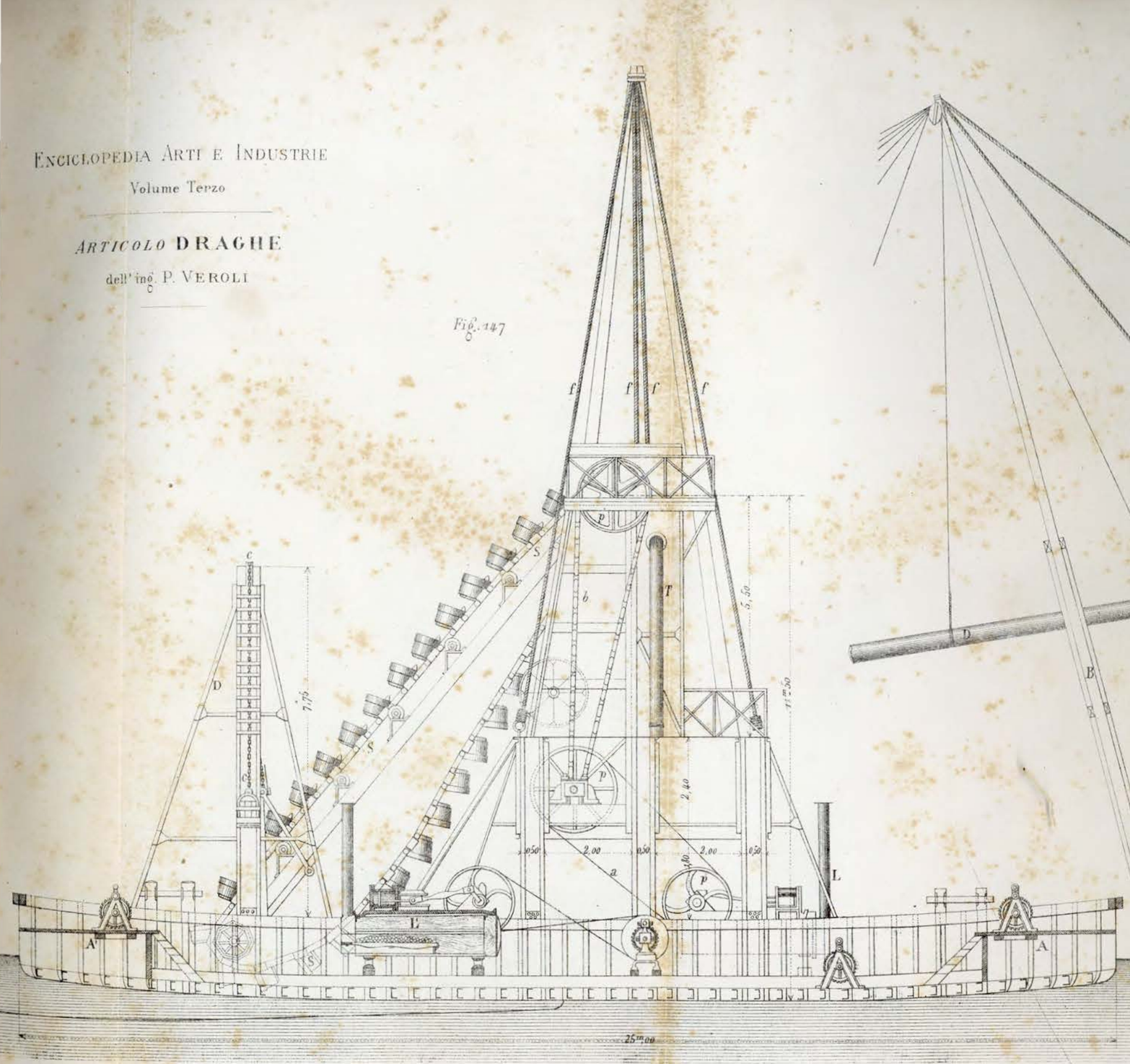
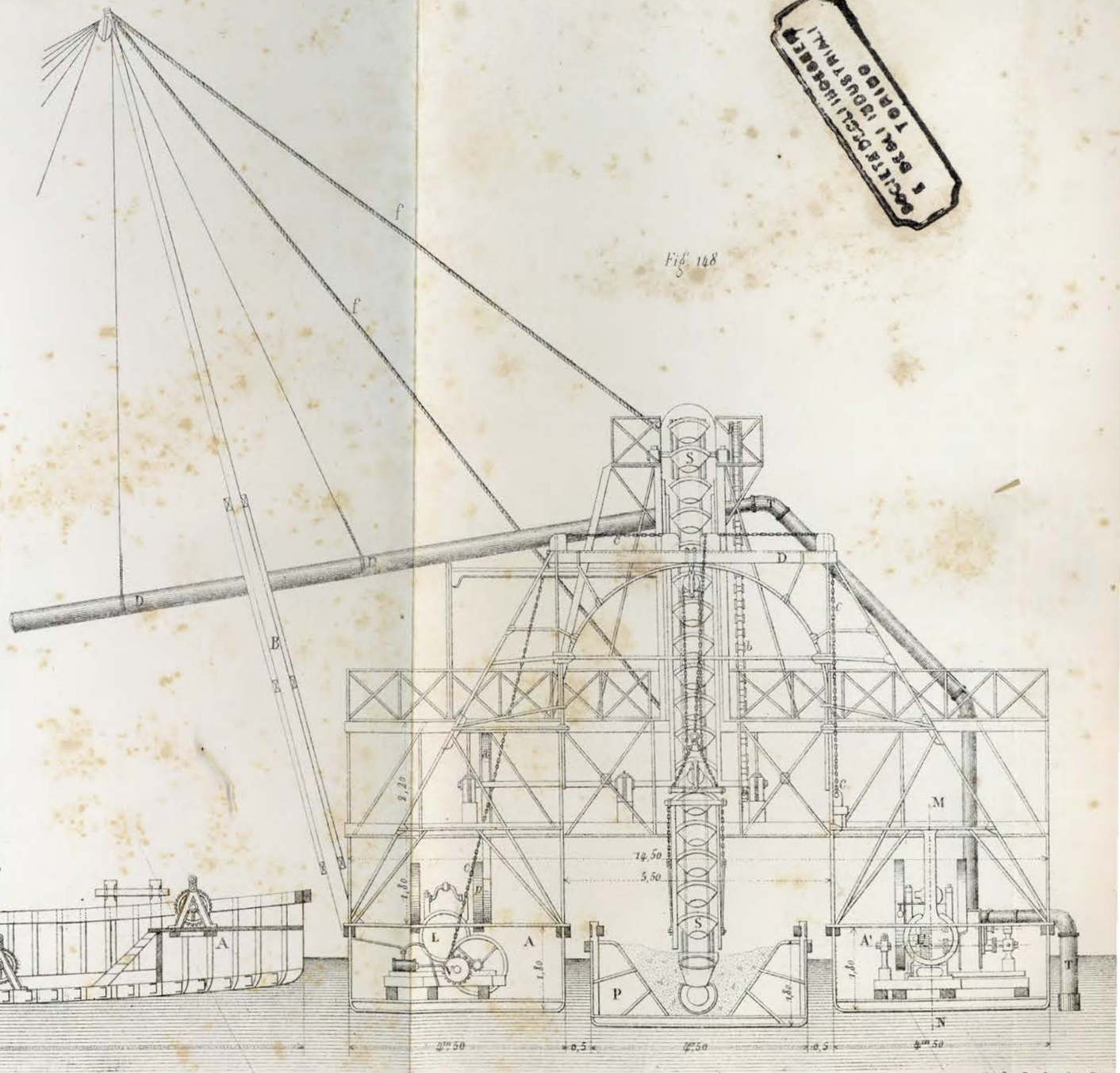


Fig. 148



Lit. Camilla e Bertolero, Torino

vazioni nelle molte località dove questa pianta ha potuto attecchire.

La produzione annua del caffè può valutarsi da 400 a 500 milioni di chilogrammi, di cui circa una metà provengono dal Brasile, ed in seguito come più produttive: Giava, Sumatra, Ceylan, e quindi in proporzioni molto minori, S. Domingo, La Guayra, Porto-Rico, Cuba, Moka, le Antille francesi, inglesi ed olandesi, e varie regioni dell'Africa.

Le località ove si fa maggior consumo di caffè sono: il Belgio, l'Olanda, la Svizzera e gli Stati Uniti d'America; vengono quindi la Germania, la Francia, l'Austria e l'Italia.

Nell'Inghilterra ed in Russia essendo molto più invalso l'uso del tè, il consumo di caffè è molto minore.



Fig. 153.

La pianta del caffè è a foglie sempre verdi, e può arrivare ad un'altezza di circa 10 metri (fig. 153). La fioritura avviene in primavera, e può anche riprodursi tre volte in un anno alla distanza di circa un mese una dall'altra. I frutti sono bacche prima verdi, poi bianchiccie, che passando pel giallo arrivano quando sono completamente mature al rosso-bruno; hanno l'aspetto e la grossezza presso a poco di una ciliegia. I frutti sono maturi circa quattro mesi dopo la fioritura, e contengono entro alla polpa di apparenza polverulenta e viscosa due semi o grani che costituiscono il caffè commerciale. Le dimensioni, la forma e l'aspetto esteriore dei semi variano assai a seconda della provenienza del caffè, e con esse varia pure moltissimo l'aroma, e conseguentemente il pregio.

In generale si può dire che i semi sono ovali, ed hanno una lunghezza che varia da 1/2 ad 1 centim., larghezza da 3-6 mm., e spessore da 3-4 mm. La loro forma è piano-convessa, e la superficie piana, che nel frutto stava di fronte all'altro seme, è segnata da un solco più o meno profondo a seconda della qualità.

Il seme è poi quasi sempre contornato da una pellicola molto sottile ed aderente.

Diremo qui brevemente delle qualità più importanti.

I caffè in riguardo alla loro provenienza si possono dividere in tre grandi categorie: caffè dell'Asia, caffè dell'Africa, e caffè dell'America.

Appartengono alla prima serie:

1° Il *Caffè Moka* o *d'Arabia*, che di tutte le qualità è la più pregiata. Ha grani piccoli arrotondati, ed ovali, ed un colore verde-giallo pallido. Il suo aroma è molto marcato, e ciò specialmente perchè è il più ricco di sostanza grassa che gode della proprietà di trattenere l'essenza.

2° Il *Caffè di Giava* con semi più grandi e più allungati del precedente, ma di colore variabile a seconda delle sue sotto-varietà, alcune delle quali, come il *Giava bruno*, assai stimate.

3° Il *Caffè Manilla* con grani di media grossezza di colore verde languido o giallo sbiadito, pure assai pregiato.

Ai caffè asiatici si possono aggiungere quelli di Sumatra, di Ceylan e del Malabar, tutti però inferiori ai precedenti.

Fra i caffè africani noteremo:

1° *Caffè dell'Abissinia* e dell'*Isola Borbone*, che rassomigliano assai per la forma e le qualità al Moka.

2° Il *Caffè Gabon* raccolto su varii punti della costa orientale dell'Africa; qualità buona in sè, ma generalmente male lavorata e quindi poco stimata.

3° Il *Caffè Marrone*, che è una specie particolare di caffè (*Coffea mauritania*) che cresce spontaneamente nell'Isola Borbone. I suoi semi sono allungati alle punte, ed una di esse è alquanto curvata a corno. È di sapore amaro ed è creduto un tantino emetico.

Dei caffè americani possiamo citare:

1° I *Caffè del Brasile*, a grani irregolari, arrotondati, di media grossezza e di tinta verde-giallastra.

Le qualità migliori vengono da Santos e Campinas, le inferiori da Bahia e Ceora.

2° I *Caffè Caraccas o La Guayra*, a grani piccoli, di colore verde-azzurrognolo, generalmente migliori del *Caffè Brasile*.

3° I *Caffè Costa-Rica* che si avvicinano a quelli di Giava.

Dai caffè americani vanno distinti quelli che provengono dalle Antille e cioè:

1° Il *Caffè Cuba od Avana*, a grani piccoli semisferici, ed alquanto irregolari; il solco è profondo ed il margine ripiegato e come ravvolto su se stesso. Il colore varia dal verdastro al giallognolo ed al grigio-rossiccio.

2° Il *Caffè Martinica*, rinomato per l'aroma aggradevole, ha il grano più grande ed allungato del Moka, ed una forma piuttosto tozza, essendo lievemente compresso agli apici; il solco è largo, ed il colore verde od azzurro-cinereo.

3° Il *Caffè S. Domingo o Haiti*, con grani più grandi e più lunghi del precedente, cogli apici assottigliati, di colore giallastro o verde-chiaro. Ha sapore forte ma alquanto acido.

4° Il *Caffè Porto-Rico* ha grani di media grossezza, tozzi all'estremità, e di colore verde-azzurrognolo.

5° Il *Caffè Giamaica*, molto stimato per la sua fragranza ed il sapore forte; è in grani di media grossezza, alquanto allungati, irregolari e schiacciati, di colore verde-chiaro od azzurrognolo.

I caffè, oltre che dalla loro provenienza, si dividono pel colore in verdi, azzurri, gialli, bruni, bianchi, ecc., ed inoltre in qualità: superiore, fina, fina mezzana, ordinaria, buona ordinaria, molto ordinaria, basso ordinaria, mercantili buone, buone mezzane, belle, ecc.; ovvero in I, II, III, ecc. categorie.

Classificazione che è tutt'altro che precisa ed esatta.

Nel raccogliere il caffè, e nel prepararlo per il commercio si seguono diversi metodi.

In Abissinia, ad esempio, si lasciano maturare le bacche finchè disseccate cadano da sè, allora screpolano e ne escono i semi; si hanno così delle perdite, i grani però non soffrono danno da questo metodo di raccolta.

Nell'America meridionale e specialmente al Brasile si ammucchiano le bacche e si lasciano a sè finchè colla fermentazione e putrefazione scompaja la polpa. Questo metodo è cattivissimo, perchè i prodotti della fermentazione penetrano nei grani e ne alterano il sapore.

Al Brasile si segue pure un altro metodo, e cioè si lasciano i frutti nell'acqua finchè la polpa si sperda per una fermentazione più lenta; in questo caso il lungo soggiorno nell'acqua toglie ai semi gran parte dei principii più aromatici.

Il metodo usato alle Antille è quello dei *caffè lavati*. Le bacche raccolte prima che diventino di color cupo, sono pigiate fra cilindri di legno, rivestiti di una lamina di rame bucherata che agisce come una raspa. I grani staccati cadono in apposito serbatojo sotto corrente d'acqua.

Dopo un giorno si tolgono dall'acqua e si seccano prima all'aria e poi in stufa ad una temperatura non eccedente i 25 gradi, finchè la tinta diventi verde-languido. Quando sono secchi si mettono sotto un molino a mole verticali di legno, se ne stacca così la pellicola che poi si separa colla vagliatura.

Questo metodo è certamente da preferirsi ai precedenti.

Il migliore di tutti è il processo arabo, che evita i danni che derivano dall'azione dell'acqua e dalla fermentazione. In questo procedimento le bacche sono fatte seccare in lievi strati all'aria ed al sole, od anche coll'azione di ventilatori; quando sono secche si passa alla triturazione e decorticazione.

Al Brasile si calcola che in media 100 chil. di ciliegie ne forniscono 15 di caffè lavorato.

La struttura dei grani del caffè, come pure l'esame dei suoi componenti, furono l'oggetto di numerosi ed accurati studii per parte di molti scienziati; la ristrettezza dello spazio non ci permette di dilungarci sopra questo argomento tuttavia, stante la speciale importanza di questa droga, daremo una brève scorsa alle cose principali a questo riguardo.

L'inviluppo del caffè offre una struttura molto caratteristica, essendo specialmente costituito da cellule allungate ed aderenti che formano uno strato semplice, e portanti delle marche oblique sulla loro superficie: queste cellule sono posate sopra una membrana fissa che ha una struttura fibrosa indistinta. L'interno del seme è formato da cellule angolose, contenenti notevole quantità di principii albuminoidi, le quali sono così intimamente saldate da rompersi piuttosto che venir separate ed isolate le une dalle altre; nel loro interno contengono una notevole quantità di olio volatile.

Queste cellule sono attraversate da numerosi canaletti che le mettono in comunicazione tra loro. È per queste vie che l'acqua penetrando facilmente nell'interno del seme, può, senza alterarne la forma, esportarne i principii più pregevoli; questo è un fatto da tenere in conto per la conservazione ed il trasporto del caffè, ricordando ancora che entro a questi meati si possono addensare i prodotti della putrefazione eventuale della bacca e del seme.

Il caffè infatti va custodito in magazzini perfettamente asciutti, ariosi, e difesi dall'azione della luce diretta, perchè correrebbe pericolo di alterarsi nella tinta. A cagione appunto della costituzione sua caratteristica ora accennata, deve pure tenersi lontano da qualunque merce di odore speciale, che verrebbe assorbito e trattenuto dal caffè medesimo.

A cagione della loro struttura particolare i grani del caffè sono secchi e duri, anche dopo di essere stati sommersi nell'acqua, proprietà che serve a distinguerli da altre sostanze che possono venirgli commiste. Siccome l'operazione della tostatura non ne altera radicalmente la struttura, i tessuti malgrado in parte carbonizzati conservano i loro caratteri distintivi, e così precisamente rimane una particolare durezza nei granelli del caffè tostato e macinato, che permette di distinguere questi frammenti da quelli di cicoria.

La costituzione chimica del caffè fu oggetto di importanti studii.

Fra i suoi componenti vanno notati: l'albumina, la gomma, olio volatile ed olio grasso, della resina, un principio amaro e sovrattutto un alcaloide speciale, la *caffeina*, ed un acido organico particolare che è l'acido *caffetannico*.

L'analisi fatta da Payen sopra i semi non abbrustoliti del caffè Moka diede i seguenti risultati:

Cellulosio	34.0
Acqua	12.0
Materia grassa	da 10 a 13.0
Glucosio, destrina ed un acido organico	15.5
Legumina e caseina	10.0
Altre sostanze azotate	3.0
Caffeina allo stato libero	0.8
Caffetannato di caffeina e di potassio	da 3.5 a 5.0
Olio essenziale vischioso insolubile nell'acqua	0.001
Olio aromatico talvolta più leggiero e talvolta più pesante dell'acqua	0.002
Ceneri	6.7

Il caffè per essere adoperato deve subire previamente l'operazione della tostatura, per la quale succedono parecchie importanti modificazioni nell'aspetto, struttura e costituzione chimica.

Anzitutto il colore passa ad una tinta che può variare dal castagno al bruno mallo di noce, fino al nero, a seconda della temperatura a cui i grani furono sottoposti.

Noteremo a questo proposito che secondo Personne la temperatura cui va fatta la torrefazione è di 275° per il caffè Porto-Rico o verde, e di 250°-255° per il caffè Giava o giallo.

Oltre al cambiamento di colore, i grani diminuiscono notevolmente di peso nella proporzione dal 15 al 25 per cento; per contro aumentano di volume, aumento che secondo Bibra sarebbe del 50 al 58 per cento, se precedentemente lavati, e sottoposti a temperatura piuttosto forte, e secondo Payen soltanto del 30 per cento.

Oltre a queste si hanno modificazioni nella composizione chimica.

Difatti per l'azione del calore si sviluppano molte sostanze volatili, di cui parte si svolgono e parte restano racchiuse nei pori del caffè, e ciò ancora diversamente a seconda del grado di calore a cui il caffè fu sottoposto.

Così Bibra abbrustolendo il caffè in una storta, potè raccogliere i seguenti prodotti:

1° Un olio volatile che si trova già nel caffè crudo, o non alterato o pochissimo dal calore.
2° Un olio volatile possedente l'odore del caffè tostato.
3° Un olio empireumatico.
4° Una materia di natura grassa.

5° Un acido che riconobbe per acido acetico.
6° Tenue quantità di caffeina ed un corpo aromatico.
7° Sostanze umiche, ed uno o più composti aventi la qualità di ridurre facilmente i sali d'oro e d'argento.

Secondo Rochleder si sarebbe trovata della *pirocatechina* nei prodotti dell'abbrustolimento del caffè, fatto però negato da altri.

Personne vi scoperse della *metilammina*, che credeva generata dalla decomposizione pirogenica della caffeina, ma che più probabilmente deriva dall'acido caffetannico.

La proporzione dei prodotti empireumatici (*idrocarburi*), che hanno odore spiacevole, è tanto maggiore, quanto più la tostatura fu spinta innanzi, cominciando dalla perdita in peso del 18 per 100, fino a quella del 25 e 30. In generale si può dire che per l'azione del calore il caffè riceve la proprietà di cedere più facilmente i suoi componenti.

Così ad esempio Bibra trattando con etere del caffè Moka e del caffè Giava tostati ne ottenne da 8.8 a 9.3 per 100 di materia grassa, mentre dagli stessi caffè crudi non potè ricavarne che da 4 a 5 per cento.

È poco probabile che queste sostanze si siano formate per l'azione del calore, e quindi più presumibile che questo non abbia fatto che disaggregare le cellule del caffè, rendendole più permeabili ai solventi.

Durante l'abbrustolimento si forma pure una sostanza amara di colore bruno, che pare derivi principalmente dalla decomposizione dello zucchero; difatti questo, che nel caffè crudo varia da 5.7 a 7.8 per cento, nel caffè abbrustolito scende ad 1.1 od anche scompare affatto.

Riguardo all'olio essenziale, che è quello che dà al caffè il suo aroma, malgrado della sua volatilità, rimane ancora in quantità notevole nel caffè tostato, mercè dell'olio grasso che gode della proprietà di scioglierlo e di trattenerlo tra i meati del seme.

La caffeina, che è il principio che dà al caffè la sua azione eccitante, diminuisce anche per l'azione del calore. Nel caffè crudo può salire ad 1.45 per cento; in quello tostato non se ne trova generalmente che 0.50 a 0.60.

A questo proposito noteremo che una tazza di caffè preparata con 16 gr. circa di caffè torrefatto contiene gr. 0.3 a 0.12 di caffeina, quantità corrispondente a 5 o 6 grammi di tè, che, come vedremo in seguito, contiene la stessa sostanza. L'azoto contenuto nel caffè tostato varia da 2 a 3 per cento.

Quanto all'infusione o decozione di caffè coll'acqua si può notare che questa ne esporta quantità variabili di sostanza a seconda della temperatura dell'abbrustolimento, e cioè dal 12 al 23 ed anche al 37 per 100.

L'estratto acquoso di caffè abbrustolito fornisce circa il 16 per 100 di ceneri, che posseggono presso a poco la composizione di quelle del caffè crudo. Nella decozione di caffè tostato non si trova nè albumina nè legumina.

Ricorderemo ancora che le acque dolci estraggono maggior copia di sostanze solubili dal caffè abbrustolito, di quello che facciano le acque crude.

È da notarsi che la polvere di caffè tostato gode della proprietà di assorbire i gas come fa quella di carbone, quindi dovendola conservare, la si terrà in vasi ben chiusi, non solo perchè non perda l'aroma, ma anche perchè non assorba gas infetti.

A cagione del grande consumo che si fa di caffè, non potendo sempre bastare le già grandi quantità di droga che si producono, in commercio si trovano molti surrogati, nonchè numerose contraffazioni della droga e dei surrogati stessi. Le falsificazioni che si fanno subire a questa droga si possono dividere in due classi, secondo che sono fatte sul caffè crudo, o su quello tostato e macinato.

I caffè crudi sono talvolta adulterati mediante colorazioni artificiali, allo scopo di far passare qualità inferiori per altre più pregiate. Si agitano a questo scopo entro sacchi colla materia colorante ridotta in finissima polvere.

Le sostanze più adoperate sono l'endaco, l'azzurro di Berlino, il cromato di piombo e la curcuma. Sbattendo con acqua i caffè colorati artificialmente, la sostanza colorante si stacca e fa posatura, si può quindi raccoglierla e sottoporla ad esame analitico.

L'endaco si può sciogliere nel cloroformio; esso viene decolorato o colorato in giallo dall'acido nitrico, dal cloro, dai sali riducenti come il solfato ferroso e dagli alcali, la soluzione alcalina addizionata di acido solforico o cloridrico riprende il colore azzurro. Il bleu di Berlino fatto bollire con soda o potassa forma un liquido giallognolo con deposito di idrato ferrico, e la soluzione filtrata inacidita con acido cloridrico precipita in azzurro per l'aggiunta di cloruro ferrico. Il cromato di piombo, solubile in giallo negli alcali, insolubile nell'acido acetico, decomposto facendolo bollire con carbonato alcalino, darà da una parte un residuo bianco di carbonato di piombo, facilmente riconoscibile all'annerimento coll'idrogeno solforato, dall'altra una soluzione gialla che acidificata con acido acetico precipiterà in giallo coi sali di piombo solubili. La curcuma si scioglierà in giallo nell'acqua, una cartolina intrisa in questa soluzione, si tingerà in bruno quando si bagni con acido borico, e quindi in grigio verdognolo per l'aggiunta di un alcali.

Qualche autore dice che per dare al caffè un colore migliore, e per arrotondarlo maggiormente lo si fa girare entro barili con pallottole di piombo. Resta allora aderente ai semi una pattina di piombo, che sciolta nell'acido nitrico diluito darà le reazioni dei sali di piombo.

Ma oltre a queste il caffè crudo subisce altre sofisticazioni.

Così si arrivò a fare con pasta di farina di leguminose, polvere di cicoria, residui di caffè rotto polverizzati, dei granelli di caffè artificiali dando loro la forma con stampi.

Ricordiamo a questo proposito un caffè artefatto di questo genere, esaminato non è molto alla Stazione Agraria di Torino, denominato *Caffè San Quillos*. Esso conteneva per la massima parte sostanze amidacee; messo nell'acqua fredda si riduceva in poltiglia, e la soluzione di jodio colorava intensamente in azzurro l'acqua in cui si era disfatto. Conteneva pochissima caffeina, e non aveva quasi odore.

Essendosi esaminato di confronto un campione di caffè genuino, si trovò che questo conteneva su 100 parti 4.07 di ceneri e 14.35 di sostanze grasse, mentre quello artificiale aveva soltanto 2.48 di ceneri e 5.36 di sostanze grasse.

Ricorderemo ancora che nei caffè crudi si trovano spesso mescolate delle pietruzze, specialmente in quelli di Ceylan e di Haiti; bisognerà, mercè un attento esame, riconoscere la loro presenza nella merce. Qualche volta si trovarono pure mescolati dei semi di ricino a quelli di caffè.

Soventi succede che nel tragitto per mare i caffè restano *avariati* dall'acqua marina; prendono allora un cattivo odore di ammuffito e come saponoso; contengono inoltre dei cloruri facilmente svelabili mediante il nitrato d'argento nelle ceneri, e nel caffè stesso lasciato in digestione nell'acqua.

Molto più numerose sono però le sofisticazioni che si praticano sul caffè torrefatto e polverizzato.

Notiamo anzitutto che i caffè torrefatti e polverizzati del commercio, anche quando sono puri, sono sempre ottenuti da qualità scadenti e da residui e quindi molto inferiori in aroma a quelli ottenuti da caffè comperati crudi.

Per adulterare il caffè torrefatto si adoperano comunemente la radice di cicoria, le barbabietole, le carote, fave, fagioli, ceci, piselli, orzo, segala, frumento, ghiande, e la stessa feccia del caffè ricuperata dopo l'infusione ed essiccata.

Di tutti i mezzi che possono servire a scoprire queste sofisticazioni, il principale è senza dubbio l'esame microscopico.

Difatti mediante il microscopio si possono riconoscere nella polvere ancora inalterati e soltanto divisi gli elementi anatomici del caffè ovvero delle altre sostanze,

Generalmente nei caffè falsificati predomineranno i granuli d'amido, scarsissimi nel caffè vero, i quali per ogni specie di sostanze hanno ancora forme caratteristiche.

La presenza della cicoria sarà facilmente svelata dalle sue cellule rotonde, facilmente separabili e disgiunte, e particolarmente da frammenti di vasi punteggiati e latticiferi.

La polvere di caffè vero conterrà invece le cellule allungate e punteggiate della scorza, già menzionate, di più un tessuto cellulare compatto ripieno di goccioline di grasso o di olio essenziale.

Il più delle volte tutti questi elementi si troveranno mescolati nella polvere.

Possono anche utilmente servire a distinguere le polveri vere dalle false i seguenti caratteri esterni. Una polvere di caffè che conservi facilmente la forma della carta in cui è racchiuso, e che stretto fra le dita si prenda in massa, è generalmente falsificato e più specialmente con cicoria. Sarà pure quasi sempre falsificata una polvere, quando, gettandone un pizzico sull'acqua, una parte cade al fondo mentre l'altra resta a galla. La polvere di caffè vero resta a galla e non si imbeve di acqua così facilmente.

Sarà pure indizio di falsificazione, se gettando della polvere di caffè nell'acqua fredda questa si colora prontamente; per lo meno conterrà dello zucchero caramelizzato, che soventi vi si incorpora per far passare per buone qualità scadenti.

Inoltre, come abbiamo già notato in principio, i grani di caffè vero tostati e macinati si mantengono duri e secchi anche soggiornando nell'acqua; se divenissero molli e facilmente disgregabili si avrebbe un sicuro indizio di falsificazione, specialmente con cicoria.

Si può finalmente ricorrere a parecchi saggi chimici. Anzitutto converrà cercare la caffeina.

Volendo dosarla, si farà l'infuso esaurendo replicatamente la polvere con acqua, nella soluzione concentrata si precipiteranno le altre sostanze con acetato basico di piombo; nel liquido filtrato si separa l'eccesso di piombo mediante l'idrogeno solforato, si evapora a secchezza, si riprende con alcool ad 84° e si lascia cristallizzare; i cristalli di caffeina si ridisciolgono in un poco d'acqua, e quindi si pesano dopo di aver evaporato a secchezza.

Si ricorderà che dai caffè non adulterati si deve poter ricavare da 0.8 ad 1 per 100 di caffeina. Questa poi si può riconoscere alla seguente reazione. Si scalda con un poco di acido nitrico ovvero acido cloridrico e clorato potassico, si evapora a secco e quindi si bagna la massa con qualche goccia di ammoniaca. La caffeina è svelata da una intensa colorazione rossa, essendosi prima mutata in alossana e quindi in purpurato d'ammonio o *muresside*, composti della serie urica, alla quale la caffeina va connessa per la sua costituzione chimica.

Si può pure avere qualche indizio dalla densità degli infusi; questi si preparano facendo bollire per mezz'ora una parte di caffè con 10 d'acqua, e filtrando. Si ottennero così le seguenti cifre:

Caffè Moka	1008.0 acqua distill. 1000
Caffè Costarica	1009.5
Caffè di cicoria	1019.1 a 1023.2
Caffè di cereali, orzo, ecc.	1021.6
Caffè di grano turco . .	1021.5
Caffè di piselli	1007.3
Caffè di fagioli	1008.4

Dall'esame di queste cifre si vede che questo carattere non potrà servire nel caso di adulterazione con leguminose.

Le sostanze amidacee saranno generalmente svelate dalla colorazione azzurra, o per lo meno bruno-oliva intensa che danno colla soluzione di jodio.

Si possono pure esaurire le varie polveri con etere, e precisamente una parte con 10 di etere, agitare in vaso chiuso e filtrare. In seguito si evaporano volumi eguali delle soluzioni eteree provenienti dai varii campioni, e si pesa il residuo di materie grasse e resinose.

Per 100 parti delle seguenti sostanze si ottenne:

	Materie grasse
Fagioli torrefatti	1.81
Grano turco	5.15
Cicoria del Yorkshire	6.83
Caffè Moka	15.93

Si ha anche un indizio della sofisticazione, cercando la quantità dello zucchero fermentabile contenuto nelle polveri; lo si determina in funzione dell'alcool che si può ricavare sottoponendo le infusioni a fermentazione e poi distillando.

Dalle radici di cicoria, carote e barbabietole tostate si potè ricavare da 6.20 a 7.52 per 100 di alcool, dal caffè vero tostato 0.0 ad 1.14.

Anche l'analisi delle ceneri può dare utili indizi. Il caffè dà una cenere che non contiene più di 0.50 per cento, ed anche meno, di silice; quella di cicoria ne ha da 3.81 a 10.52, quella di macerone fino ad 11.26.

Le ceneri del grano turco contengono fino a 44 per cento di acido fosforico, quelle di caffè solo il 10. Quella di lupini contiene da 17 a 18 per 100 di soda, che quasi non si trova in quella di caffè. Le ceneri delle barbabietole hanno da 8 a 29 per 100 di cloro, quelle di caffè molto meno.

Finalmente si può ricorrere alla determinazione quantitativa dell'azoto. La cicoria tostata ne ha da 1.42 ad 1.74 per 100, nel caffè tostato può giungere a 2.75; se quindi se ne trova meno del 2 per 100, si può essere sicuri di adulterazione con cicoria od altre radici. Le mescolanze con sostanze terrose, generalmente assai rare, saranno riconoscibili al notevole aumento nella proporzione delle ceneri.

Qualora si supponesse che il caffè tostato fosse stato adulterato con posatura di caffè già esausto, se ne farà l'estratto acquoso, e quindi si peserà il residuo dopo la evaporazione fino a peso costante. Il caffè genuino tostato, a seconda dei risultati di Payen, deve dare un residuo corrispondente a circa il 37 per 100 del suo peso.

Abbiamo già fatto menzione, che il caffè ha parecchi surrogati, posti direttamente in commercio come tali; quello più in uso è il così detto *Caffè-Cicoria;* però si adoperano anche altre sostanze vegetali torrefatte, le

quali per il loro contenuto di caramele, destrina e prodotti aromatici ricordano un poco l'infuso di caffè.

Il *Caffè-Cicoria* è ricavato dalla radice della *Cichorium intybus*, che si coltiva specialmente in Francia, Germania ed Inghilterra.

Il *Caffè-Cicoria* viene pur esso spesse volte falsificato con ghiande torrefatte, torba, lignite, segatura di legno, ecc.

Termineremo queste note sul caffè con alcuni cenni intorno alle principali norme per la preparazione della bibita, e sulla sua azione sull'organismo. Le cose che verremo riferendo, si intendono rivolte ad un caffè di buona qualità, che non sia avariato nè adulterato; quanto poi a dare la preferenza ad una qualità piuttosto che ad un'altra, ovvero ad usare dei miscugli, come soventi si pratica, non diremo nulla, dipendendo assolutamente dal gusto del consumatore.

Le operazioni distinte che occorrono alla preparazione del caffè sono tre: l'*abbrustitura*, la *polverizzazione* e l'*infusione*.

Il Cadet stima utile attenersi alle seguenti norme per ottenere una bibita di grato sapore;

1° Scegliere caffè non ammuffito e che non abbia subìta alcuna alterazione; 2° dividere la quantità da torrefare in due parti eguali; 3° torrefare la prima parte fino a che abbia il colore delle mandorle secche, o della crosta del pane; 4° torrefare la seconda fino al colore bruno-marrone; 5° mescolare le due parti e macinarle assieme; 6° non preparare la bevanda che quando si vuol prendere; 7° valersi nel farla di un vaso d'argento o di porcellana o majolica.

Adoperare poi acqua ben pura, non troppo ricca di sali; tuffare la polvere nell'acqua ben calda, lasciar prendere il primo bollore, chiudere il vaso e lasciar deporre.

Ma anche più importanti sono le norme che a questo proposito diede il prof. Clementi, e che riassumeremo brevemente, da quanto a questo proposito è riferito nell'*Enciclopedia* del Selmi. Il prof. Clementi mira soprattutto ad ottenere una bevanda di grato aroma e di gusto squisto, piuttosto che ad avere tutti i principii estrattivi che si possono ricavare dal caffè mediante la infusione. Le sue norme si possono dividere in tre parti riguardanti appunto le tre operazioni accennate.

Abbrustitura. — L'abbrustitojo migliore è quello cilindrico, che si può girare su di un asse mediante un manico; internamente deve avere inoltre due alette che servono a meglio agitare la massa. Tra il fuoco di carbone e quello di legna si dia la preferenza a questa che può dare un fuoco più vivace specialmente in fine della operazione.

Il cilindro non va riempito che ad un terzo, quindi si mette sul fuoco che va lento in principio, e si dovrà girare continuamente e scuotere di tratto in tratto. Dopo 8 o 10 minuti incomincia a svilupparsi un odore sgradevole. A metà dell'operazione, che in tutto dura da 25 a 30 minuti, viene fuori dallo sportello una specie di buccia indicante che l'arrostimento progredisce. Allora conviene operare con molta accuratezza, il caffè ingiallisce, cresce di volume, e si sviluppa fumo che ha odore grato di caffè bruciato, ed inoltre incomincia lo scoppiettìo dei granelli. Si agita di tratto in tratto l'abbrustitojo, si apre lestamente, e si esamina lo stato dei grani.

Negli ultimi 4 o 5 minuti, cioè dal comparire di questi fenomeni al punto in cui si ritrae dal fuoco e si versa, il colore passa al castagno pieno però non scuro, ed i grani prendono un aspetto morbido ed oleoso raggiungendo quasi il loro massimo volume. Si raggiunge così il giusto momento di versare il caffè fuori dell'abbrustitojo, e ad indicarne il giusto punto serve molto l'olfatto, perchè allora il caffè deve avere odore di caffè macinato.

Così l'operazione non è peranco finita, ma conviene versare il caffè in un vaso di legno che si possa chiudere, od in un foglio di carta spessa e non bibula, di cui si fa un cartoccio, che si apre di tratto in tratto agitando la massa. In questo modo si prolunga l'azione del calore, e per essa il colore si fa più scuro, ed i grani diventano perfettamente oleosi, acquistando il massimo volume. Il caffè così non perde nulla del suo aroma, come succederebbe se si fosse spinta troppo avanti l'operazione della abbrustitura, e poi, come generalmente si opera, si spandesse il caffè molto caldo sopra un piatto od una carta.

L'agitazione del caffè nel vaso o nella carta è indispensabile perchè l'azione del calore non si concentri troppo nell'interno della massa. Finalmente si versa fuori del vaso e si dirada. Seguendo attentamente queste norme si può riuscire ad ottenere il caffè coi suoi principii amaro ed aromatico nelle più giuste proporzioni perchè la bevanda riesca sapida, gradita e profumata.

Conducendo l'operazione in questo modo, si ha anche il vantaggio di una maggior rendita, che può salire all'81 per 100 del caffè crudo, mentre volgarmente non se ne ottiene che il 75 per cento.

Ricorderemo che a Torino si costruirono speciali cilindri tostatori pel caffè, rivestiti internamente alla distanza circa di 2 mill. dal ferro da una tela metallica. In questo modo il caffè conserva maggior fragranza, il calore del ferro non altera l'aroma, e non l'abbrucia.

Polverizzazione. — Per ridurre il caffè tostato in polvere, il prof. Clementi dà la preferenza ai macinini comuni, o *mulinelli da caffè*, escludendo assolutamente il metodo arabo del pestamento. Questo metodo, usato pure dai nostri droghieri, ha lo svantaggio di un grande sperdimento di olio essenziale sopra le pareti del mortajo e dello staccio.

Se si vorrà in seguito preparare la bibita per infusione, converrà che i grani siano ridotti in polvisculo assai tenue; ma se la si vuol fare per filtrazione, o come dicesi comunemente a macchina, gioverà che la polvere sia in granelli alquanto grossetti al tatto.

È poi assolutamente opportuno, per non dire indispensabile, di macinare il caffè soltanto quando si ha da preparare la bibita, perchè se il caffè tostato si può conservare intiero assai buono anche per qualche settimana, quando sia ben chiuso entro a vasi metallici, per contro la polvere non si può conservare inalterata neanche un giorno.

Preparazione della bibita. — Per ottenere dal caffè tostato e macinato la bevanda, il prof. Clementi dà la preferenza agli apparecchi a spostamento.

L'apparecchio più comune, che è pure il più vantaggioso, consta di due parti mobili che si possono adattare l'una sull'altra, entrambe munite di manico od impugnatura. Esse sono generalmente di metallo, e il più comunemente di latta, o di metallo bianco, ma se ne trovano anche di porcellana.

La parte inferiore che è il *recipiente* deve essere circa di 1/3 maggiore di quella superiore che è il *filtro*, inoltre vuol esser munita di un beccuccio per versare la bevanda.

Sono parti addizionali un piccolo *disco* provveduto di manico, e la *calotta*, ambedue bucherati, e finalmente il *coperchio*.

Si mette sul fondo del filtro la polvere nella proporzione da 1/3 a 1/2 del suo volume, e si comprime leggermente col disco. Si ritira questo, e si versa acqua calda

nella proporzione circa di 1/3 della bibita totale, e fino a che venga a lambire la calotta.

A questo modo il caffè si imbeve d'acqua e si rigonfia, e ne scola un liquido di colore nero in massa, e che sugli orli appare giallo, di odore balsamico, penetrante ed esilarante.

Non si potrebbe però bere tale e quale perchè troppo concentrato, ma soltanto diluito con molto latte.

Finito il primo stillicidio si leva la calotta, e si agita la melma con un cucchiajo, si comprime leggermente col disco che si lascia, e quindi si versa altr'acqua.

La quantità da versarsi non si può precisare ma può essere per lo meno eguale alla prima. Si farà meglio aggiungendone finchè il liquido che cola diventa di color paglierino, fermandosi a questo punto, perchè allora l'acqua che passa non contiene più principii saporiti ed aromatici, ma soltanto estrattivi e spiacevoli al gusto.

L'acqua da adoperarsi dovrà essere pura per quanto si può, come già si è osservato, e calda fino quasi alla ebollizione.

Stando a quanto dice il prof. Clementi, operando con un simile apparecchio, capace di contenere circa 600 grammi di polvere di caffè, che è presso a poco la metà di quanto si può avere tostando 1 chil. e mezzo di buon caffè Porto-Rico, si possono ottenere circa 7 litri di caffè di prima qualità squisitissimo e soave.

Ma vi si possono ancora aggiungere altri 3 litri d'acqua, riuscendo così ad un caffè pure assai buono, e finalmente aggiungendo ancora 1 litro d'acqua per ogni 4 di caffè di seconda qualità, si ottiene un caffè di terza categoria, pure non disprezzabile, raggiungendo una rendita di 5 tazze per ogni 30 grammi di polvere. Pagando il caffè verde in ragione di L. 4.50 il chilo, si avrà la bibita di prima qualità a cent. 3.5 per tazza, compresa la spesa della legna e della macinatura. Il caffè preparato in questo modo si può conservare entro a bottiglie per lungo tempo; quando si vorrà prendere, non si avrà che a scaldarlo in vasi metallici ben puliti, fino a che canti, come si suol dire, ma che non bolla.

Il prof. Liebig trattando della preparazione del caffè, partì da un punto di vista alquanto diverso da quello del prof. Clementi; e cioè piuttosto di ottenere una bibita molto profumata ed eccitante, averne una molto ricca di sostanza alimentare ed estrattiva, ed a questo scopo diede delle norme alquanto diverse.

Fece notare anzitutto che col metodo della filtrazione o spostamento non si ricavano generalmente che 11 a 15 per cento di parti solubili invece di 20 a 21.

Similmente col metodo per *infusione*, cioè versando l'acqua bollente sul caffè in polvere, e lasciando in digestione per circa 10 minuti si riesce pure ad una bibita aromatica, ma povera di principii estrattivi. Più ricca di queste sostanze riesce invece col metodo *per ebullizione*, in uso presso gli Orientali, cioè stemperando il caffè nell'acqua fredda, e scaldando poi fino all'ebullizione, che si lascia durare pochi secondi.

Dietro queste considerazioni, il prof. Liebig diede la preferenza ad un metodo misto tra l'*ebullizione* e l'*infusione*. Divide perciò la polvere da adoperare in due porzioni, una di 2/3, l'altra di 1/3 della massa totale.

Fa quindi bollire la prima nell'acqua per qualche minuto, quindi aggiunge la seconda nella caffettiera che toglie dal fuoco, e lascia coperta in riposo per 5 o 6 minuti.

Operando così, la prima porzione darebbe al liquido gran parte dei principii estrattivi, mentre la seconda servirebbe più specialmente a darle la fragranza.

Si può conchiudere, che chi vorrà ottenere una bibita aromatica ed eccitante darà la preferenza al primo metodo, ed al secondo chi, anche sacrificando alquanto alla gradevolezza, vorrà ricavarne un maggior utile dietetico.

Quanto alle macchinette per preparare il caffè col metodo per spostamento, oramai quasi universale, può benissimo servire quella descritta parlando del metodo del prof. Clementi, ed infatti è molto usata. Vi si danno pure altre forme.

Una di quelle usate assai e che alla forma pratica unisce anche una certa eleganza è la seguente.



Fig. 154.

Essa consta di un pallone A di vetro, sostenuto da un braccio ad anello D, che è portato da un verga metallica F infitta nel piedestallo G (fig. 154). Questo braccio può essere innalzato ed abbassato, e fermato mediante una vite di pressione E. Volendo preparare la bibita si versa nel pallone A la quantità d'acqua necessaria, quindi gli si sovrappone il pallone B che finisce in un turacciolo C, ed in H porta un feltro, sul quale si versa il caffè macinato togliendo il coperchio M. Sotto del feltro vi è un imbuto assai largo che si protende in un collo molto lungo, che, attraversando il turacciolo C, quando l'apparecchio è montato, come nella figura, viene a toccare quasi il fondo del pallone A.

Preparato così l'apparecchio, si accende la lampada O a spirito, collocata sotto il pallone A, e si scalda l'acqua finchè venga a bollire. Per l'azione della pressione del vapore che si addensa nella parte superiore di esso, l'acqua vien spinta dal pallone A in quello superiore, dove attraversa tutta la massa del caffè imbevendola. Formatasi così l'infusione, si spegne la lampada, ed allora diminuendo in A la pressione, il liquido vi ritorna, ma obbligato come è ad attraversare il feltro, passa perfettamente limpido. Quando tutto il liquido è ritornato nel pallone A si toglie quello superiore mettendo in sua vece un sifone, mediante il quale si riesce a versare la bibita mediante la pressione del vapore, che naturalmente si ottiene riaccendendo la lampada.

Potremmo citarne ancora parecchie altre, ma nelle parti essenziali si riducono tutte ad uno dei due tipi descritti, e quindi crediamo inutile di soffermarvici più a lungo.

Ricorderemo, prima di finire questi cenni sul caffè, le cose più importanti riguardo alla sua azione fisiologica.

Sui fenomeni immediati vi è alquanta discrepanza tra quelli che si occuparono di questa materia; così alcuni vogliono che rallenti le pulsazioni, ed anche la digestione; per altri invece accelera le prime rendendo soltanto più regolare la seconda. Quello che è generalmente

ammesso, e che si può quindi ritenere per certo, è che può ajutare potentemente a sostenere il digiuno; non perchè nutrisca direttamente, ma perchè si oppone alla denutrizione.

Questo fatto venne constatato da distinti medici ed igienisti, che dimostrarono come mediante l'uso del caffè si possano sopportare grandi fatiche, anche sostentandosi con scarsi alimenti.

Il Gasparin, ad esempio, fece importanti osservazioni in proposito sugli operai delle miniere di Charleroi. Questi operai, malgrado soggetti a notevoli fatiche, si mantengono tuttavia sani e robusti usando del caffè e nutrendosi giornalmente con una quantità di cibi, nei quali la quantità di azoto contenuta è di circa 14.8 gr.; mentre normalmente la razione quotidiana di una persona adulta esige da 20 a 26 grammi di azoto.

Si può aggiungere che preso in dosi discrete, aumenta la quantità di urina, mentre diminuisce quella dell'acido carbonico e dell'urea e quindi in generale si può dire che diminuisce le decomposizioni organiche.

Si ritiene però generalmente che abbia un'azione riscaldante, per cui si aumentano i moti organici e la traspirazione, danneggiando però il sistema nervoso ed il muscolare, ingenerando in chi ne abusa una specie di tremollo convulso.

Diminuisce il sonno, rende più agili e disposti a camminare ed al lavoro, rischiara la mente, ravviva la fantasia, e rende la parola più chiara e più pronta.

Ma per contro abusandone riesce snervante, e rende più impressionabili alle azioni morbifiche. Può anche produrre fenomeni più gravi; brividi al lato sinistro del petto; fatica alla regione dell'epigastrio; freddo alla parte posteriore del capo; spasimi violenti allo stomaco; forte palpitazione; irritabilità e malinconia nel malato.

Gli igienisti in generale sconsigliano il caffè ai bambini ed alle donne, ed almeno lo debbono usare con molta parsimonia. Per contro gli uomini adulti, purchè non ne abusino, possono averne vantaggio per le forze muscolari negli operai, e per le intellettuali negli studiosi.

Quindi non se ne abusi mai, ma si prenda pure in dose moderata, che così potrà riuscire utile e benefico, rianimando le forze ed opponendosi alle decomposizioni dell'economia animale.

È poi specialmente utile nelle regioni calde agendo talvolta come febbrifugo.

Il caffè giova pure in terapeutica nella glucosoria, nelle convalescenze di malattie acute, nelle febbri intermittenti quando manchino i febbrifughi, nello scorbuto e talora nella albuminuria.

Tè.

Il *tè*, droga ampiamente conosciuta, perchè serve a fare la bevanda dello stesso nome, e che presso alcune nazioni, come ad esempio in Russia ed in Inghilterra, è più comunemente usata del caffè, consta delle foglie di alcune specie o varietà di *Cameliacee*, e precisamente della *Thea viridis*, *Thea bohea*, e *Thea stricta*, che secondo Simson si possono considerare come varietà di una stessa pianta, cioè della *Thea cinensis*.

Questa pianta cresce spontaneamente ed è coltivata su vasta scala fino da tempo remotissimo nella Cina e nel Giappone, ed al giorno d'oggi lo è pure con buon successo nelle Indie, a Giava, nell'isola di Ceylan ed al Brasile. In generale si può anzi dire che la pianta del tè può crescere e prosperare in tutte le località che si estendono fino al 40° grado di latitudine sia nord che sud; nella Cina però lo si coltiva ancora efficacemente in alcune provincie che raggiungono il 45° grado. Le località cinesi dove il tè fa miglior prova, sono le provincie di Kian-nang, Tschekiang e Fokien.

La pianta da tè è un arbusto che può raggiungere due metri d'altezza; le foglie di colore verde lucente hanno qualche somiglianza con quelle del ciliegio (fig. 155). Sono lanceolate, seghettate al margine, appuntite all'apice, e munite di breve picciolo. Le foglioline più tenere sono coperte di velluto setaceo.



Fig. 155.

A seconda dell'età della pianta si possono fare da 2 a 3 raccolte all'anno. La prima si compie in febbrajo e marzo quando comincia la germogliazione: costituisce la qualità più pregiata, o *tè imperiale*, che quasi esclusivamente si consuma in Cina dagli abitanti più ricchi; è formato da foglioline tenerissime e vellutate.

La seconda raccolta si fa in aprile, se ne sceverano le foglie più avanzate dalle più recenti, e con queste si forma il tè imperiale del commercio.

Una terza raccolta si fa in giugno e luglio, e questa fornisce le qualità più scadenti.

Si può ritenere in media che ogni arbusto può dare annualmente un chilogramma di prodotto, e questo si può calcolare per l'intera Cina a 1100 milioni di chilogr.

Commercialmente, oltre che dalla loro provenienza si distinguono due qualità di tè, e cioè il *verde* ed il *nero*. Entrambi però derivano dalla stessa pianta, e si diversificano nel colore ed alquanto nelle loro proprietà a cagione della diversa preparazione subita.

Secondo alcuni il tè verde sarebbe sempre colorito artificialmente, come del resto vedremo praticarsi su larga scala quando parleremo delle sue falsificazioni.

Per preparare il *tè verde* si appassiscono anzitutto le foglie distendendole sopra graticci di bambù e mediante il vapore d'acqua bollente, poscia si mettono a seccare superficialmente al sole. In seguito si fanno leggermente torrefare per 4 o 5 minuti entro vasi di ferro agitandole continuamente, e quindi si versano sopra tavoli adatti dove rotolandole colle mani si fanno accartocciare finchè si riducono a piccole pallottole. Queste due operazioni si ripetono più volte per lo spazio di un'ora e mezza a due ore, finchè il tè sia perfettamente asciutto. Finalmente si separano le pallottoline a seconda del colore, della loro grossezza e se sono più o meno accartocciate e se ne costituiscono così le qualità commerciali.

Per preparare il *tè nero* si lasciano le foglie appena raccolte in mucchio per 10 o 12 giorni, quindi si agitano per farle rammorbidire, ed allora se ne esala un odore fragrante.

Dopo ciò si procede all'arrotolamento sopra tavolo di legno, come pel tè verde, e quest'operazione si alterna più volte colla torrefazione; si finisce però col lasciarle seccare lentamente sopra un fuoco di bragia.

Durante l'ammucchiamento succede un principio di fermentazione, per cui se ne svolge un olio essenziale che gli comunica il suo grato aroma: il cambiamento di colore da verde a bruno nero sembra che succeda per l'azione dell'ossigeno dell'aria che vi induce alcune alterazioni chimiche.

Tra le qualità di tè verde si possono notare:

Il *tè imperiale* o *fiori di tè*, di colore verde vivace, non arrotolato, ma soltanto piegato, costituito da foglie tenerissime, e dotato di odore balsamico.

Il *tè Hyson* o *Hayson*, detto anche *Gobee*, che è dei più pregiati fra i tè verdi, è formato da fogliette lunghe e strette di colore verde-azzurrognolo. Dà un infuso giallognolo di odore molto aromatico.

Il *tè perla*, costituito pure da foglie tenerissime, di colore grigio-argentino; nel farne l'infuso le foglie si stendono meno di quelle del precedente, e si ottiene di colore alquanto più cupo.

Il *tè Tchulan* o *chulan*, rassomigliante al *tè hayson*, solamente ha un aroma più soave, essendo stato profumato artificialmente coi fiori dell'*Olea fragrans* o *Canhoa* dei Cinesi.

Il *tè polvere di cannone*, ravvolto in pallottoline molto piccole, del resto assai somigliante al tè perla.

Tra le qualità di *tè nero* potremo registrare come principali le seguenti:

Il *pecco*, costituito da foglioline tenerissime di colore nero-bruno, e con lanuggine biancastra. Ha odore forte ricordante quello delle viole mammole, forma un infuso di tinta arancio-bruna, molto fragrante, e meno amaro di quello del *tè hayson*.

Il *Souchong*, che è una delle migliori varietà, ha colore brunastro tendente alquanto al violetto. L'infuso è limpido, aromatico e di sapore dolcigno.

Il *tè Bohea* o *tè Bony*, molto in uso in Inghilterra, proviene dal distretto di Fokien, e si presenta in foglie grosse ben disseccate e di colore nerastro.

Le diverse qualità di tè, ma più specialmente le verdi, sono dai Cinesi profumate artificialmente lasciandole a contatto con fiori aromatici, come quelli del *Chlorantus incospicuus*, dell'*Olea fragrans*, del *Jasminus sambac*, della *Gardenia florida*, ovvero anche con delle foglie odorose come quelle della *Camelia sassangua*, dell'*Angranalium fragrans*, ecc.

Riguardo alla provenienza, le migliori qualità arrivano dalla Cina, e già abbiamo accennate le sue provincie che dànno i migliori prodotti.

Il mercato cinese più importante per l'esportazione del tè in Europa è Canton.

Una buona qualità di tè nero viene dall'isola di Riunione.

Il Giappone produce tè di buona qualità, ma che ha poca estensione nel commercio mondiale.

In Cina si ripone il tè in casse di legno foderate con lamina di piombo, o stagnola, ed anche con carta e foglie di tè, ed hanno un peso che varia da 300-380 libbre; se ne esportano però anche delle minori, e pari ad 1/4, 1/8, od 1/16 delle precedenti.

Le qualità più fine si mettono in cassettine o scatole di latta, colorite esternamente, avvolte in carta, assicurate con fibre grossolane, e poi racchiuse a dozzine in casse foderate con pelli di vitello.

Dai buongustai si apprezza sovra tutti il tè della carovana o tè russo, che non essendo stato trasportato per mare, non ha potuto subire l'azione dell'aria marina, che si ritiene ne faccia deperire l'aroma. Questa qualità arriva in gran copia sul mercato di Nowgorod.

L'esteso consumo che si fa di questa droga, ed il suo prezzo abbastanza elevato, sono incentivo alle svariate sofisticazioni cui va soggetta.

Malgrado che il Governo cinese vigili attentamente nelle provincie dove cresce il tè, che le sue foglie non siano mescolate con altre, tuttavia dagli stessi Cinesi si producono molte falsificazioni, specialmente nei paesi verso il mare, dopo che la merce ha subito la visita degli ispettori imperiali. Hanno poi cura di far consumare dagli Europei le qualità sofisticate.

Altre alterazioni sono fatte subire al tè in Europa, e specialmente in Inghilterra.

Già abbiamo notato come la colorazione del tè verde si possa ritenere quasi sempre come artificiale; però si dovrà aver riguardo se mediante questa operazione si introdussero sostanze nocive.

Per ottenere il vivo colore verde, al fine di corrispondere alle esigenze della moda, in Cina si usa colorire le foglie del tè con una mescolanza di polveri finissime di gesso o caolino, di curcuma e di endaco.

Per circa 10 chilogrammi di tè si adoperano un cucchiajo di gesso o caolino, uno di curcuma e due di endaco; tale mescolanza si impasta col tè prima dell'ultima disseccazione.

Queste sostanze però non alterandone l'aroma, e non essendo nocive, poco importa se il tè subì o no simile operazione. Si potranno tuttavia scoprire l'endaco e la curcuma operando coi metodi già indicati per svelarne la presenza nei caffè falsificati.

Si dovrà invece osservare se vennero adoperate altre sostanze per la colorazione artificiale, alcune di esse essendo assolutamente nocive, come i sali di rame, il bleu di Prussia, ed il cromato di piombo.

I primi si riconosceranno trattando con ammoniaca il tè sospetto; quando ciò fosse, il liquido si colorerà in azzurro.

Per cercare le altre due sostanze si spremono alcuni grammi di tè in una tela immersa nell'acqua; qualora si formi un sedimento lo si tratterà cogli stessi metodi indicati parlando della ricerca delle medesime sostanze nel caffè.

Il tè nero è soventi colorato col legno di campeccio: in questo caso, inumidito e soffregato su carta la colorerà: adoperando carta bagnata con soluzione di cloruro di stagno si otterranno delle macchie violacee caratteristiche.

Più importanti specialmente dal lato commerciale anche più che da quello igienico, sono le sofisticazioni che si fanno mescolando altre foglie a quelle vere del tè.

Quelle più adoperate per questo scopo sono quelle del pruno selvatico (*Prunus spinosa*), del frassino, del sambuco, del biancospino, del salice, del pioppo, dell'olmo ed altre ancora. Facendo inumidire le foglie finchè si distendano, si potrà dalla loro forma riconoscere quelle straniere.

Può anche servire a questo scopo l'osservazione fatta, che l'infuso di tè vero dà un abbondante precipitato col solfato di chinina, e pochissimo quello del tè falsificato con altre foglie.

Qualora poi si vendessero assolutamente foglie di altre piante per quelle del tè, come pare si sia fatto con quelle dell'*Epilobium angustifolium*, potrà servire a distinguerle la seguente reazione.

Le foglie del tè contengono un principio speciale, la *teina*, identica colla *caffeina* del caffè. Trattando o le foglie o l'infuso coll'acido nitrico, quindi evaporando a secchezza la soluzione nitrica, si potrà ottenere, bagnando il residuo con qualche goccia di ammoniaca, la stessa colorazione rossa di purpurato d'ammonio o muresside,

che, come si è visto, si ottiene colla caffeina del caffè. Questa reazione non si riprodurrà con foglie straniere.

Per aumentare il peso del tè sono soventi mescolate alle foglie, sia dai Cinesi, sia dagli Europei, altre sostanze, come: *sabbia ferruginosa, grafite, steatite, carbonati di calce e di magnesia*, ecc., sostanze però che mediante l'osservazione microscopica, o coi reattivi si possono facilmente scoprire.

Si trovano pure abbastanza frequentemente in commercio dei tè, specialmente in Inghilterra, formati con foglie che hanno già servito, e ve ne sono dei verdi e dei neri.

Questi tè sono colorati artificialmente, e sono arrotolati meno regolarmente: di più, per dar loro il sapore astringente ed il lucido si trattano con solfato di ferro e gomma. La colorazione artificiale si riconoscerà coi metodi già accennati; di più, coll'analisi determinando la proporzione dei principali principii immediati, si potrà avere un sicuro indizio di una simile sofisticazione.

Il tannino sarà molto scarso, e la sua dose da 30-40 scenderà a circa 0.70 per cento; invece crescerà il legnoso e sarà di 72-92 per cento invece di 46-44, e così pure crescerà la proporzione della gomma da 11-20 invece di 6-6,3 per cento.

Una frode singolare è quella praticata dai Cinesi, conosciuta col nome di *lie-tche* o tè falso, che è costituito da polvere di foglie di tè impastata con farina di riso, gesso, sabbia e gomma a foggia di pallottoline, che poi si frammischiano alle qualità inferiori.

Noteremo ancora come da alcuni vuolsi che si siano trovati frammisti al tè degli escrementi di filugello.

Il tè contiene parecchi principii immediati, tra i quali hanno importanza speciale la teina o caffeina, sostanza di indole alcaloidea già menzionata; un olio essenziale che gli dà la fragranza sua propria; una sostanza astringente analoga al tannino; finalmente della legumina o caseina vegetale.

La quantità di teina, che di tutte queste sostanze è la più importante per la sua azione sull'organismo, varia secondo Mülder da 0.43 a 0.65 per cento. Stenhouse ne ha trovato anche di più da 0.70 a 2.13; sembra che essa si trovi nelle foglie allo stato di tannato.

Noteremo a proposito della costituzione chimica, che il tè è ricco in azoto, contenendone, quando è seccato a 100° gradi, da 6.10 a 6.50 per cento, di questi circa 4.40 a 4.60 passano nell'infuso.

Il tè non falsificato lascia un residuo di ceneri che varia tra 4.73 e 6.50 per 100; in queste ceneri, a differenza di quelle di altre foglie, si trova una notevole proporzione di ferro e di manganese.

L'azione fisiologica del tè, quando se ne beve l'infuso, dipende principalmente dalle proporzioni contenutevi di teina, di olio essenziale, di principio astringente, e dei componenti inorganici.

In generale si può dire che il tè influisce sul sistema nervoso; preso in quantità moderata rende più attive le funzioni cerebrali, accelera il corso dei pensieri, e produce un eccitamento mentale aggradevole. Abusandone, toglie il sonno, reca inquietudine, e può produrre ansietà, tremiti, attac hi spasmodici, ecc.: per esso aumentano i battiti del cuore, la escrezione dell'urea, la perspirazione della pelle, ed il moto peristaltico degli intestini.

L'infuso di tè, come a tutti è noto, costituisce una bevanda gradita, lievemente eccitante e sudorifera. Essa è in uso presso i popoli dell'estremo Oriente, i Cinesi ed i Giapponesi dalla più remota antichita: in Europa sembra non si sia introdotta che sul principio del secolo decimosettimo; ed è specialmente usata, come già abbiamo notato, presso gli Inglesi ed i Russi.

Chiuderemo queste note sul tè, rammentando le norme più importanti per ottenere la bevanda nelle migliori condizioni, perchè, malgrado sia operazione semplicissima, tuttavia esige alcune speciali cautele nel fare la infusione, perchè riesca aromatica, e priva di gusti secondarii e cattivi.

Tralascieremo di parlare delle qualità di tè da preferirsi, già avendo annoverate le migliori, e su questo influendo molto il gusto dei consumatori, e dove se ne fa un grande uso, soventi anche la moda.

Prima condizione per ottenere una buona bevanda è di adoperare acqua ben calda, e sarà tanto migliore quanto più pura: si dovrà naturalmente badare a farla bollire in recipienti di estrema pulitezza perchè non ne prenda dei gusti cattivi.

Per riscaldare l'acqua servono benissimo quelli a bilico, di pakfong o metallo bianco, così comuni nelle case dove si fa uso continuo di tè: mediante una fiamma ad alcool sottostante si possono scaldare direttamente anche in una sala, riunendo la semplicità e la pulizia accoppiate ad una certa eleganza. La sua dimensione dovrà essere da due a tre volte grande quanto la *tejera* o vaso in cui si compie l'infuso.

Quando l'acqua è ben bollente si sciaquerà anzitutto la tejera, e ciò a fine di riscaldarla anticipatamente.

Versata via quest'acqua, si metterà nel vaso il tè nella proporzione voluta, e quindi tant'acqua bollente da riempirlo fino a metà circa, badando che le foglie rimangano sommerse. Si mette il coperchio, e si lascia infondere per 6 od 8 minuti, e quindi si aggiunge altra acqua calda quanta ne occorre per riempire le tazze: si ricopre e si lascia ancora per un pajo di minuti e quindi si distribuisce. Prima di versare la bevanda, si adatterà al bocchino della cocoma una specie di piccola schiumarola di metallo (argento o pakfong) che serve a trattenere i bricioli di foglie che potrebbero venir trascinati.

Quanto alla proporzione si può dire che 8 grammi bastano per due tazze, ossia una cucchiajata da caffè per ogni tazza. Non si dovrà però crescere la quantità di tè proporzionalmente al numero delle tazze. Dodici grammi basteranno per quattro, e trenta per dodici tazze.

Queste proporzioni sono particolarmente opportune pel caso più frequente, in cui si mescola il tè nero col verde. Adoperando solo tè nero bisognerà aumentare alquanto la dose col cucchiajo, essendo esso un po' più leggiero del verde: naturalmente si farà l'opposto usando solo tè verde.

Condizione essenziale per avere una buona infusione è adunque di adoperare acqua ben bollente, naturalmente fatta astrazione dalla qualità della droga; questa precauzione ha anche uno scopo economico, perchè osservandola si può ottenere un infuso egualmente aromatico con una minor dose di tè.

In generale, versato metà il contenuto della tejera, aggiungendo altr'acqua bollente si può avere una seconda infusione non inferiore in bontà alla precedente.

L'infuso appena formato va versato e bevuto; prolungando il contatto colla foglia per un tempo maggiore dell'accennato, incomincierà a prendere un sapore disgustoso per una maggiore dissoluzione dei principii tannici e mucilaginosi, che riescono di detrimento all'aroma. In quanto ai vasi per fare l'infuso, sono da preferirsi le tejere di argento, di argentone o di bronzo a quelle di porcellana, perchè si osservò che nei recipienti metallici l'infusione riesce più aromatica.

Cacao.

Si distinguono con questo nome nel commercio delle droghe i semi del *Theobroma cacao*, pianta della famiglia delle *Bitneriacee*, che costituisce un grande albero originario dell'America meridionale e centrale, delle Indie orientali, e delle regioni tropicali dell'Asia e dell'Africa.

Gli Europei lo conobbero per la prima volta nel Messico al tempo di Ferdinando Cortez, e conservarono le denominazioni messicane così per l'albero come per il frutto, e per il suo principale prodotto industriale, che, come a tutti è noto, è il cioccolatte.

L'uso però non se ne diffuse così prontamente in Europa, rimanendo limitato fino al 1700 alla sola penisola iberica; di là poi a quell'epoca l'usanza passò in Italia e nelle altre regioni europee.

Il cacao oltre che al Messico è coltivato nel Guatimala, i cui frutti sono forse i più pregiati, così pure alla Costa-Rica, nel Nicaragua, Colombia ed altre località dell'America tropicale.

Molte piantagioni di cacao si trovano al Caracas; e così pure a Giava, dove fu introdotto dagli Olandesi, il suo prodotto però non è tanto stimato, mentre per contro lo è molto quello delle Filippine.

La raccolta del cacao si fa due volte all'anno. Nel Brasile il primo raccolto succede in gennajo e febbrajo, ed il secondo in giugno e luglio. Nel Messico il raccolto principale si fa in marzo ed aprile, il secondario in ottobre.

Il frutto è di forma che sta fra quelle del cocomero e del mellone (fig. 156), lungo 10-12 centimetri e grosso 5-7; la corteccia fresca è verde-chiara, secca è aranciata; la polpa è bianco-rossiccia e nel suo interno contiene i semi.

Ogni frutto racchiude da 50 a 60 semi che hanno l'apparenza di grosse mandorle, o piuttosto di fave ovali e piatte, ricoperte da una buccia striata e densa.

L'interno del seme è costituito da una materia farinosa e grassa di color bruno, che talvolta tende anche al violaceo, di sapore amarognolo e di grato odore.

I principali componenti del seme del cacao sono: una materia grassa che costituisce il così detto *burro di cacao*, l'amido, la cellulosa, sostanze albuminoidi, ed oltre all'acqua ed ai principii minerali, ed alcuni altri di secondaria importanza, un alcaloide particolare detto *Theobromina*, che per la sua natura e costituzione chimica si avvicina alla caffeina.

La sua proporzione varia da 1.5 a 2 per cento. I granuli d'amido contenuti nelle cellule del cacao sono di forma perfettamente sferica, e di un diametro circa 20 volte minore di quello dei granuli della fecola di patate, ed in generale facilmente distinguibili da quelli di altre sostanze amidacee, quando si sottopongano all'esame microscopico. L'amido di cacao è facilmente colorato in azzurro scuro da una soluzione eterea di jodio; dietro questo carattere e dalla forma riesce quindi facile riconoscere se nelle polveri o paste di cacao, ed anche nel cioccolatte si mescolarono fecole di altra provenienza.

La quantità di materie grasse ossia di *burro di cacao* contenuta nei semi si può ritenere che varia da 48 a 55 per cento; questa sostanza grassa è costituita da stearina, oleina e forse anche da palmitina; la prima tuttavia predomina in tale proporzione da potersi adoperare per una facile e rapida estrazione dell'acido stearico. I semi del cacao si distinguono in commercio oltre che dalla loro provenienza, in due qualità speciali, ossia: *cacao interrati*, e *cacao non interrati*.

I primi furono sottoposti ad un principio di fermentazione tenendoli ammucchiati appena estratti dal frutto per 4 o 5 giorni in cesti ben coperti, ovvero in fosse ricoperte con sabbia. In forza di questo principio di fermentazione, che fa sviluppare un notevole grado di calore, è tolta ai semi non solo la forza germinativa, ma anche il sapore acerbo-amaro caratteristico.

Questi semi, quantunque non contengano tanto burro quanto quelli non interrati, sono tuttavia più pregiati per la fabbricazione del cioccolatte. Essi hanno l'epidermide di color bruno, senza lucentezza e poco aderente al mandorlo.

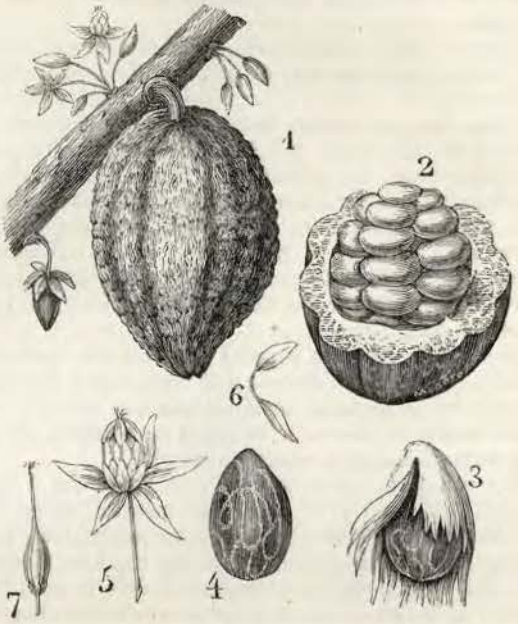


Fig. 156.

I semi non interrati, che vengono seccati appena estratti dal frutto o al sole o mediante calore artificiale, hanno l'epidermide più rossa, non polverosa ed aderente. Riguardo alla provenienza, le qualità più stimate sono quelle del Caracas, Guatimala e Nicaragua.

Un buon cacao non deve avere sapore amaro, e neppure altri sapori secondarii; deve esser ricco di sostanza grassa. In generale si stimano di più le fave grandi e piatte, ed aventi l'interno di color violaceo.

Il consumo annuo di cacao che si fa in Europa corrisponde a circa 16 milioni di chilogrammi, e vi arriva, qualunque ne sia la provenienza, o in fave od in pasta, però quest'ultima forma è poco usata perchè dà largo campo alle sofisticazioni.

L'adulterazione a cui può andare soggetta la polvere o pasta di cacao, è specialmente quella per cui ad una certa quantità di vera polvere di cacao si mescola in maggiore o minor proporzione della fecola o farina di cereali.

Come già si è visto, il microscopio può servire a riconoscere queste farine introdotte ad arte. Oltre a ciò, siccome in questo caso risulta necessariamente diminuita la proporzione delle sostanze grasse, estraendole col mezzo dell'etere e pesandole, si potrà avere un criterio atto a svelare la frode, quando si ricordi che un buon cacao deve contenere da 48 a 50 per cento di materie grasse.

Questa droga trova la sua principale applicazione nella fabbricazione del cioccolatte; non ci intratterremo qui su tale argomento, essendo già stato svolto a parte all'articolo Cioccolatte di questa *Enciclopedia*.

Ricorderemo come dai semi del cacao si estrae la sostanza grassa di cui è così ricco, e che in commercio porta il nome di *burro di cacao*.

Il burro di cacao si estrae dai semi decorticati, battendoli in un mortajo di ferro leggiermente riscaldato. Ottenuta così una poltiglia, vi si aggiunge il decimo del suo peso di acqua, quindi si sottopone il tutto ad una spremitura che si deve fare alla temperatura presso a poco dell'acqua bollente: il burro cola fuso assieme all'acqua.

Questa sostanza grassa è semitrasparente, giallognola quando è preparata di fresco, e si decolora col tempo; ha odore e sapore aggradevoli, ed è solubile nell'alcoole, nell'etere e nell'essenza di trementina specialmente a caldo.

Il suo punto di fusione è tra 24° e 25° c.; non si solidifica però che a 23°.

Il burro di cacao è soventi adulterato con cera, sego, midollo di bue, altri grassi animali ed anche con olio di mandorle. Il punto di fusione può servire come criterio per svelare queste adulterazioni; esso si innalzerà quando siano stati introdotti i grassi animali o la cera, si abbasserà se venne aggiunto olio di mandorle. Venne pure proposto come metodo di indagine di osservare se il burro si scioglie più o meno completamente nell'etere freddo, l'incompleta dissoluzione indicando che venne mescolato con sostanze grasse straniere.

Noteremo ancora, come dai semi del cacao si ricava una sostanza colorante rossa.

Pepe.

Questa droga, così comune quale condimento delle vivande, è il frutto di un arbusto rampicante originario del Malabar, e cioè del *Piper nigrum* (Piperacee). Oltre che in detta località, è pure estesamente coltivato nelle isole Malesi, nel Siam, nella Cocincina, a Sumatra, Borneo, alla Guiana, alle Antille, nell'Africa ed altre località.

Le piantagioni del pepe hanno qualche somiglianza coi nostri vigneti: le piante si fanno arrampicare sopra altre di facile sviluppo, come *Mangifere* ed *Eritree*. Dopo il 3° anno la pianta comincia a fruttificare, e dà poi i suoi prodotti per circa 15 anni; il raccolto si fa due volte all'anno quando le bacche si son fatte rosse: si può calcolare in media che 1000 piante danno all'anno circa 200 chilogrammi di pepe.

Della droga si distinguono essenzialmente due qualità, dette *pepe nero* e *pepe bianco*. Esse sono tuttavia il frutto della medesima pianta, e soltanto si differenziano per essere il primo raccolto avanti alla completa maturità, ed il secondo invece formato da frutti perfettamente maturi e decorticati.

Il *pepe nero* consta di grani sferici, di 3-5 mm. di diametro, colla superficie rugosa, di colore grigio-nero o nero. Entro alla scorza vi è il seme, corneo esteriormente, ed interiormente farinoso, di colore giallognolo e vuoto nel centro.

Il *pepe bianco* ha dimensioni come il precedente, o tutto al più leggermente più grosso, è esteriormente di colore bianco o bianco-giallastro, internamente come il nero.

Del pepe nero vi sono varie qualità, distinte specialmente dalla maggiore o minor compattezza. Più pregiato è il così detto *Shot pepper* degli Inglesi, o *Zware pepper* degli Olandesi, che è il più duro, più nero e più aromatico.

Viene quindi il medio, di color bruno-grigiastro, e poi il pepe leggiero, più friabile e più chiaro degli altri due. Fra tutte le provenienze, quello più stimato ci arriva dal Malabar.

Del pepe bianco i più stimati sono quelli di Tellicherry e di Penang.

Bisogna però notare che si fabbrica artificialmente del pepe bianco, specialmente in Inghilterra, decorticando il pepe nero, dopo di averlo trattato con acqua salata. Si fa pur passare talvolta come pepe bianco, del pepe nero decolorato col cloro.

Qualità essenziali del pepe sono la compattezza, l'odore intenso ed il forte sapore, condizioni cui va accompagnata la facile sommergibilità nell'acqua.

I suoi componenti principali che ne determinano le proprietà sono, oltre alla fibra legnosa ed all'amido, la *piperina* alcaloide speciale, una gomma-resina acre, olio grasso ed un olio volatile che ne costituisce l'aroma. Noteremo che il jodio può colorare nella solita tinta azzurra anche i grani di amido del pepe, però con una certa difficoltà, essendo avvolti da una specie di membrana di cellulosa.

Stante l'importanza di questa droga, numerose sono le sue sofisticazioni e adulterazioni.

Così ad esempio soventi si mescolano al pepe anche in grani, dei semi di lino e di canapa, dei piselli, del sagù, del riso, dei frammenti e polvere di pepe, del legno pesto, del gesso, ecc.; sostanze che o col semplice esame ad occhio nudo, o coll'ajuto del microscopio si possono assai facilmente riconoscere.

Si fabbrica pure del pepe artificiale con farina di pannelli di lino, argilla e pepe di Cajenna agglomerati ed arrotondati, e se ne foggiano pure con pasta di semi di senapa. Si trovarono pure dei grani di pepe ricoperti con gomma e cerussa per renderli bianchi e più pesanti; mediante l'acido solfidrico si può facilmente riconoscere questa frode. Più facili e più frequenti sono le adulterazioni del *pepe rotto*, che si ottengono mediante i residui della fabbricazione della fecola, con cicoria torrefatta, con farina di fagioli, tinte con curcuma o simili.

Le più numerose mescolanze si fanno sul pepe in polvere, sofisticato specialmente con farina di pannelli di canapa o di faggiola (*faine*), ed in generale mediante polveri di altri semi, sostanze amidacee e terrose. Tutte queste sofisticazioni si potranno più o meno agevolmente riconoscere coll'uso del microscopio e colle reazioni chimiche. Si noti che il pepe artificiale formato in grani, come si disse più sopra, quando venga immerso nell'acqua si disaggregherà, cosa che non succede col pepe vero.

Riguardo al pepe in polvere si può notare che quello falsificato galleggia sull'acqua per un tempo maggiore che quello genuino, inoltre è più facilmente e più intensamente colorato in azzurro dal jodio.

Siccome però l'uso del pepe è continuo ed estesissimo, e che una tale droga non solo serve a condire le vivande nell'atto di prepararle, ma trova ancora posto sulla tavola, siccome poi molto più frequenti sono le adulterazioni del pepe in polvere che quelle del pepe intiero, è oggi ormai uso comunemente invalso di tenere sulle mense dei piccoli macinini da pepe, coi quali facilmente lo si polverizza nell'atto stesso di servirsene. Quest'uso trova la sua spiegazione non solo nella ragione predetta, e cioè di avere una maggiore garanzia contro le sofisticazioni, ma in un'altra pure importante, e cioè che il pepe intiero conserva molto più lungamente la sua fragranza di quello polverizzato, e quindi mediante l'uso dei macinini da pepe, ora volgarissimi, se ne può godere tutto l'aroma.

A proposito dell'uso del pepe nell'alimentazione diremo che esso è adoperato non solo per rendere più sa-

porite le vivande, ma anche più digeribili, specialmente quelle molto acquose e flatulenti; conviene però astenersene qualora lo stomaco si trovi in istato di eccitazione. Il pepe venne anche somministrato in piccole dosi come rimedio eccitante, nelle febbri intermittenti ed altre malattie; stante però le sue proprietà eminentemente calefacienti, andrà somministrato con riguardo.

Il pepe entra in varii preparati farmaceutici, come la teriaca, il mitridate, ecc., che però al giorno d'oggi vanno in disuso.

Il pepe va conservato in luoghi asciutti, per preservarlo dall'azione deteriorante dell'umidità: in quanto al danno che possono fargli gli insetti è nullo, avendo, grazie alla piperina ed ai suoi principii aromatici, un'azione letale contro di essi. Anzi a tutti è noto l'uso a cui serve pure il pepe, e cioè di preservativo contro il tarlo ed altri insetti, e perciò si aspergono coi granelli rotti gli oggetti di vestiario, specialmente di lana, che si conservano nell'estate entro armadii o casse, cosa che del resto si fa pure mediante la canfora, e fiori od altri frutti aromatici.

Pepe di Cajenna. — Col nome di *Pepe rosso spagnuolo* o *pepe di Cajenna* si intendono i frutti di alcune specie di *Capsicum* (Solanacee) e più specialmente pel primo del *Capsicum annuum*, e pel secondo del *Capsicum minimum*. Sono frutti lunghi 6-8 centim. e larghi da 2 a 4, di colore rosso-giallo o bruno, con superficie lucente e consistenza coriacea. Il loro sapore è acre e bruciante, l'odore sgradevole. Si conservano o secchi, ovvero nell'aceto, raccogliendoli però non completamente maturi.

Tra i principii immediati si possono notare alcuni olii volatili, del pigmento, ed una sostanza particolare detta *Capsicina*.

Sono talvolta adulterati con sostanze minerali di colore rosso, come minio, ocre rosse, cinabro, a fine di far passare qualità scadenti per buone: tali sostanze saranno facilmente svelate dall'analisi chimica. Il pepe rosso è esso pure adoperato come condimento delle vivande, avendo anch'esso proprietà stimolanti sul palato e sul ventricolo. È molto in uso nella Spagna, in Inghilterra, ecc.

Pepe lungo. — Chiamansi così le fruttescenze spadiciformi del *Piper longum*, originario dell'India. Queste spadicine cilindriche, lunghe 3-4 centim e grosse 4-7 mm. hanno la superficie verrucosa e coperta di polvere grigia. Sulla sua lunghezza vi sono da 8 a 10 bacche, ognuna delle quali contiene un seme. L'odore è meno forte, ma il sapore più bruciante di quello del pepe ordinario.

È adoperato per gli stessi usi, e soventi nelle sofisticazioni di questo.

Pimento.

Il pimento, o *pepe garofanato*, è costituito dai frutti del *Myrtus pimenta* (Mirtacee), albero indigeno e coltivato nell'America Meridionale, alle Antille e specialmente alla Giamaica.

Il frutto è grosso quanto un pisello, ma anche più piccolo, ha color bruno o nero-grigiastro, e la superficie verrucosa e scabra; soventi rimangono come una corona i residui delle foglioline del calice, e così pure si conserva anche il pedicillo. Nell'interno del guscio, che è fragile, vi sono due semi di colore bruno-scuro. Il sapore è bruciante, aromatico, e ricorda quello dei garofani, ma specialmente quello del pepe.

Tra i suoi principii immediati va notato un olio essenziale che ne costituisce l'aroma; inoltre amido, gomma, ecc.

Le qualità principali sono:

Il *pimento della Giamaica*, che è il più pregiato; esso è in grani grandi come le bacche del ginepro, di colore bruno-porpora.

Il *pimento spagnuolo*, più grande del precedente, più bruciante, ma meno aromatico.

Il pimento si vende o intiero od in polvere.

Questa si trova soventi sofisticata con polvere di scorza od inviluppi dei semi di *senapa;* mescolanza che può venir svelata dall'esame microscopico.

Anche il pimento serve agli stessi usi delle due precedenti qualità di pepe, ed in generale a sostituire quello ordinario; è soltanto il gusto e l'abitudine che fanno dare la preferenza ad una specie piuttosto che ad un'altra.

Senape.

Si conoscono tre specie di senape: la *nera* o *Sinapis nigra*, la *bianca* o *Sinapis alba*, la *Senape selvatica* o *Sinapis arvensis*, piante della famiglia delle *Crucifere*.

I semi di queste piante, e per meglio dire delle prime due, costituiscono la droga di questo nome. La pianta di senape cresce spontaneamente nei luoghi pietrosi di parecchie regioni d'Europa; però, stante il consumo notevole, è pure coltivata in varie località.

I semi della *senape nera* sono minutissimi, ed hanno appena metà la grossezza di quelli di ravizzone; il loro colore è bruno o rossiccio, e l'odore estremamente acre, che però non esalano che quando sono pestati con acqua.

La farina che si ottiene riducendoli in polvere è gialla o grigio-nerognola mista di giallo-verdiccio.

La *senape bianca* ha semi alquanto più grossi, di colore giallo; la polvere è gialliccia e di sapore acre e caldo come quella della qualità nera.

Il principio che impartisce alla senape il suo sapore acre ed irritante, è un olio volatile e più precisamente un etere cianico od *isosolfocianato di allile*. Questa sostanza è caratterizzata per un odore acuto, penetrante e che provoca la lacrimazione.

Oltre all'essenza si possono notare tra i suoi principii immediati più importanti, un olio grasso, l'albumina, la sostanza colorante e gli elementi minerali.

La quantità di cenere di 100 parti di semi secchi è all'incirca di 4.50; contengono inoltre una notevole quantità di solfo, all'incirca 1.20 per cento.

Delle tre specie di senape accennate, la nera e la bianca soltanto sono stimate per le loro proprietà; la senape selvatica (*arvensis*) che possiede pochissima quantità di principio attivo, è soventi adoperata per mescolarla alle altre due.

Più di tutte è stimata la nera, e si adopera per farne salsa eccitante (mostarda) che si prende specialmente colla carne allessata, per stimolare il palato e facilitare la digestione. Vien pure usata in medicina come rubefacente, e talora come antiscorbutico.

La senape bianca vien pure adoperata per gli stessi scopi, sia per farne salsa, sia come rubefacente specialmente per pediluvii.

Soventi si trovano mescolati ai semi di senape quelli di altre piante, come quelli della *sinapis arvensis* già accennata, e di altre specie di crucifere: cavolo, rapa, navone, colza, che hanno forme simili, e quindi sono abbastanza difficili da riconoscere.

Più frequenti sono le mescolanze che si fanno sulla farina di senape, aggiungendovi polvere di pannelli di senape già spremuti per estrarne l'olio, o quella di pannelli di altre piante oleose. Si aggiungono pure talora farine di grano, fagioli, piselli o fecola di patate. La

colorazione azzurra che si otterrà col jodio sarà indizio di simile sofisticazione.

Per colorire a somiglianza delle naturali queste farine di senape artefatte talvolta si tingono con curcuma, che si potrà riconoscere alle sue reazioni caratteristiche già accennate parlando di altre droghe.

Qualora fossero stati mescolati alla farina di senape del gesso od altre sostanze minerali, risulterebbero dall'aumento nella proporzione di ceneri.

La senape per tavola si prepara colle due qualità nera e bianca, colla prima si ottengono le qualità più comuni e forti, colla seconda quelle più fine. Soventi non si fa che stemperare la polvere in un poco di brodo.

Volendo preparare invece della mostarda si fanno macerare i semi per 24 ore nell'aceto, quindi si triturano e si stemperano nel mosto d'uva o di birra ovvero nell'aceto; vi si mescolano varie qualità di erbe aromatiche, a seconda del gusto speciale che si vuole ottenere; si macina quindi il tutto e si ha una farina atta alla preparazione della salsa.

Volendo adoperare la senapa per preparare senapismi o pediluvii, bisognerà tener conto della osservazione che l'acqua bollente, l'alcool, gli acidi e gli alcali impediscono lo svolgimento del principio acre attivo. Per conseguenza i senapismi non andranno preparati coll'aceto come si praticò talvolta, ma bensì con acqua tepida; e così pure con acqua tepida e non bollente dovranno essere preparati i pediluvii.

Cannella.

Sotto il nome di *Cannella* sono conosciute le corteccie di alcune piante speciali, che per le loro proprietà aromatiche trovano applicazione nell'economia domestica, nella fabbricazione di liquori, nella profumeria ed anche in farmacia.

A seconda della provenienza, a cui si riferiscono anche proprietà e caratteri speciali, questa droga si può dividere in parecchie qualità, delle quali come più importanti potremo ricordare la *Cannella della Regina* o *Cannella del Ceylan*, la *Cannella della Cina* e la *Cannella bianca*.

La prima deriva dal *Laurus Cinnamomum*, albero della famiglia delle *Laurinee*, sempre verde, di mediocre altezza, che cresce alle Antille, nelle Indie orientali, nella Cocincina, a Ceylan, ed in quest'isola specialmente presso le città di Colombo, Negumbo e Matura, e queste ultime sono di tutte le più pregiate. Le piante di 2 a 3 anni possono già dare un utile prodotto, sono anzi preferite le corteccie dei giovani rami. Per fare il raccolto si stacca la corteccia dal ramo mediante un solco longitudinale e due trasversali; dopo 24 ore si raschia l'epidermide, il principio attivo essendo soltanto contenuto nel libro sottostante, si lasciano quindi asciugare, e nel disseccarsi le scorze, prima biancastre, prendono la ben nota tinta giallo-bruna, e si ravvolgono a tubo. Generalmente in quelli maggiori se ne introducono dei minori anche in numero di 10; questi tubi possono anche raggiungere la lunghezza di un metro.

La *Cannella della Cina* si ricava nello stesso modo dal *Laurus Cassia* che cresce al Malabar, nelle isole della Sonda, nella Cocincina ed in Cina specialmente nella provincia di Wang-se.

È essa pure in bastoni o tubi come la precedente, ma più grossa e più spessa, meno ravvolta e non contiene tanti tubi racchiusi uno entro l'altro. È assai meno stimata perchè meno forte, e di sapore piuttosto insipido.

A queste si può anche aggiungere la *Cannella bianca* formata dalla corteccia interna della *Cannella alba*, originaria delle Antille.

I suoi tubi sono lunghi da 1/2 ad 1 metro, di 15-20 mm. di diametro e spessi 2-5 mm. Esternamente è giallo-rossiccia, internamente bianca, e la polvere è pure bianca. Il suo odore ricorda quelli della noce moscata e del garofano.

Finalmente vi è la *Cannella garofanata* che deriva dal *Myrtus caryophyllata* (Mirtacee) ed è in bastoni grossi e lunghi di color bruno, formati da molte corteccie sottili, sovrapposte strettamente insieme e ravvolte in un solo pezzo.

Ha un odore di garofani pronunciato e forte.

Il principio che costituisce l'aroma delle varie qualità di cannella è un olio volatile od idrocarburo, e precisamente l'idruro di cinnamile, a questo va aggiunto alquanto acido cinnamico e qualche altro principio di secondaria importanza.

Noteremo che i ritagli e cascami delle corteccie sono adoperate sul luogo stesso della produzione a preparare dell'*essenza di Cannella*, costituita appunto dall'idruro di cinnamile, che si ottiene distillando l'acqua nella quale si tennero a digestione queste corteccie.

In commercio l'essenza si distingue a seconda che deriva dalla cannella del Ceylan, ovvero da quella della Cina; come succede per la scorza, si preferisce pure la prima.

I caratteri appariscenti già citati possono servire a distinguere tra loro le varie specie di cannella, quando sono allo stato di bastoni; bisogna però fare attenzione che non vi sieno mescolate scorze consimili, oppure scorze già impoverite colla distillazione. Queste si riconosceranno però abbastanza facilmente alla poca fragranza.

Quando le *cannelle* sono ridotte in polvere, si possono ancora distinguere da quelle di altre corteccie mediante l'esame microscopico, essendo caratterizzate da speciali cellule stellate, mescolate alla fibra legnosa ed a granuli d'amido. Con questo mezzo si può ancora scernere la polvere di cannella del Ceylan da quella della cannella della Cina, perchè nella prima predominano le cellule sui granuli d'amido, e l'opposto succede nella seconda, la quale forma inoltre un' infusione che è colorata in azzurro dalla tintura di jodio.

La strettezza dello spazio non ci permette di maggiormente diffonderci sulle sue falsificazioni. Ricorderemo come la cannella serve nell'economia domestica a condire vivande, e specialmente dolci, confetture, e nell'industria a profumare il cioccolatte. L'essenza serve a profumare liquori, manteche, acque odorose ecc.

Vaniglia.

Nel commercio delle droghe si dà il nome di *vaniglia* o *vainiglia* ai frutti della *Vanilla aromatica* (Orchidee), che sono capsule allungate in forma di siliqua e di una lunghezza di 12 a 20 centim.

Questa pianta, originaria del Messico orientale, è di natura parassitaria, ed alligna tra le fessure di altre piante ripiene di terriccio emettendo delle radici acree.

In commercio chiamasi *vaniglia bastarda* o *cimarrona* quella che cresce spontanea, *vaniglia manca* o *di legge* quella coltivata, il che si fa specialmente sulle piante di cacao.

Le migliori qualità arrivano dal Messico, ma ne producono pure Giava, Taiti e parecchie località dell'America tropicale, e meridionale.

Si ebbe un notevole progresso nella sua coltivazione dopochè si sostituì la fecondazione artificiale alla na-

turale, la quale a cagione del polline compatto (uno dei caratteri delle orchidee) non può avvenire naturalmente che per l'azione intermediaria degli insetti.

Il frutto si raccoglie prima della completa maturità, cioè quando dal verde volge al bruno. Nell'interno esso è pieno di semi racchiusi in una polpa bruna. I frutti sono fatti seccare, e quindi legati a mazzi di 20-25 pezzi, che quindi si racchiudono in scatole di latta, ravvolgendoli colla stagnola, od immergendoli nello zucchero.

Tra i principii immediati di questo frutto vanno menzionati il tannino, sostanze grasse e resinose, cera, gomma, zucchero e sostanza aromatica costituita specialmente dalla *vanillina*, che è un' aldeide aromatica, e finalmente sostanze minerali.

La vanillina è capace di cristallizzare, e nei frutti stagionati viene a ricoprire il pericarpio in forma di sottili aghetti (*vanille givrée*).

La vanillina si trova nei frutti nella proporzione circa del 2 per cento.

Le qualità commerciali di questa droga sono essenzialmente tre:

1° La *vaniglia di legge*, che, come si è già detto, deriva dalle piantagioni, ed è lunga, aromatica, ripiena di polpa, e soventi coperta da cristalli;

2° La *vaniglia cimarrona*, frutto delle piante spontanee, più piccolo e meno aromatico della precedente.

3° Il *vaniglione* con capsule più corte e più grosse, quasi nero, è molto meno profumato delle altre due.

Riguardo alle sue adulterazioni, ricorderemo come soventi si mescolano alle capsule buone altre già spolpate, le quali si risaldano, si aromatizzano e si spalmano con olio di mandorle e balsamo peruviano.

Talvolta si immergono nell'acido benzoico per imitare la cristallizzazione già accennata della vanillina.

Generalmente queste adulterazioni si potranno riconoscere con bastante facilità colla semplice ispezione della merce.

Questa droga trova applicazione, come la cannella, nel condire le vivande, confetti; ha poi ampia applicazione in profumeria, e nella fabbricazione del cioccolatte aromatizzato.

Garofani.

Sono conosciuti in commercio ed usati in Europa come droga fin dal medio-evo, sotto il nome di *chiodi di garofano*, i calici non ancora aperti del *Caryophyllus aromaticus* (Mirtacee). Questa pianta è indigena della N. Guinea e delle Molucche e si coltiva inoltre al Zanzibar, a Sumatra, nelle isole Maurizio e Borbone, alle Antille, al Brasile ed altre località dell'America meridionale.

La pianta, che può raggiungere un'altezza di 9 metri, fiorisce dopo l'ottavo anno; i calici prima giallognoli si fanno rossicci verso l'ottobre, mentre i bottoncini sono bianchi. Si raccolgono allora e si fanno seccare all'ombra o meglio entro stufa a lieve calore.

La forma dei chiodi di garofano è a tutti nota. Il tubo florale arriva alla lunghezza di 10-14 mm.; ha sezione rombica, ed è terminato dalle quattro foglie del calice, che racchiudono i petali in forma di bottoncino.

Le qualità più stimate sono quelle dette *delle Indie* che arrivano da Singapore e dalle Molucche, essendo i più aromatici e più ricchi di olio essenziale. Vengono secondi quelli Africani delle isole Borbone e Maurizio; finalmente quelli di Cajenna più sottili degli altri, più secchi, e molto meno aromatici.

I chiodi di garofano sono ricchissimi di olio volatile, contenendone da 18 a 25 per cento; contengono inoltre due materie canforacee: la *cariofillina* e l'*eugenina*, di più resina, tannino, gomma, sostanze minerali. Mancano di amido.

Una buona merce deve essere pesante, e di colore bruno non troppo scuro. Premuti coll'unghia debbono emettere goccioline di olio volatile; gettati nell'acqua debbono galleggiare in posizione eretta. Oltre a ciò devono essere secchi e fragili, di odore grato, penetrante ed aromatico, di sapore caldo quasi urente e nello stesso tempo profumato. I chiodi di garofano vanno conservati in luoghi ben asciutti.

Frequenti ne sono le frodi. Talora si mescolano ai buoni, chiodi già distillati; ma questi sono di colore più chiaro, e danno meno olio quando sono compressi.

Se ne fanno pure degli artificiali con pasta composta di garofani polverizzati, farina, pimento e gomma dragante, e compressi entro stampi per dar loro la forma. Questi chiodi artefatti gettati nell'acqua si disaggregano.

In commercio si trovano pure col nome di *fusti di garofano* (griffes) i pedicilli dei calici. Si riconoscono facilmente alla forma e sono meno ricchi di essenza.

I chiodi di garofano trovano applicazione per condire vivande e confetti, per profumare anche il cioccolatte e specialmente per farne essenza e liquori.

Noce moscata.

Nel commercio delle droghe si dà questo nome non ai frutti, bensì ai semi di una pianta della famiglia delle Miristicee e cioè della *Myristica moschata:* segue da ciò che il nome di noce è alquanto improprio.



Fig. 157.

Il frutto di quest'albero è carnoso, oviforme, lungo 6 cent. circa e grosso quanto una pesca. Quando è completamente maturo dissecca e si apre in 2 o 4 valve e ne escono i semi, ossia le noci moscate del commercio. Questi semi sono circondati da un arillo carnoso che è anche conosciuto come droga sotto il nome di *Fiori di Macis*. Vengono tolti tutti gli inviluppi ai semi, e questi compajono di forma ovale (fig. 157), con superficie rugosa, reticolata, e di colore bruno chiaro: la loro grossezza è quella di una piccola noce.

Prima di metterli in commercio questi semi o vengono semplicemente essiccati a calore artificiale, e si hanno così le *noci moscate inglesi;* ovvero prima di essiccarle si passono per un bagno di acqua di calce, ed allora alla superficie sono cosparse di un pulviscolo bianco; queste sono dette *noci moscate olandesi.*

La *Myristica moschata* è piante indigena delle Molucche, ma coltivata nelle isole di Banda, Sumatra, di Francia ed alle Antille. Le provenienze più stimate sono quelle di Banda e dell'isola Borbone.

I semi oltre alla fibra legnosa contengono una piccola quantità di amido, circa il 6 per cento di un olio volatile che ne costituisce l'aroma, ed il 31 per cento di sostanze grasse, di cui 7 per cento sono di olio liquido, e 24 di un grasso sebaceo.

Hanno odore forte, aromatico ed aggradevole; sapore caldo, acre ed oleoso.

Le buone noci devono essere poco più grosse di un'oliva, pesanti, compatte e senza cavità interne. La frattura deve avere colore rosso-bruno, marmorizzato e ricca di

olio essenziale. Soventi se ne vendono per buone di quelle cariate, i cui fori si riempiono con pasta fatta di farina e polvere delle stesse noci.

Altre volte si mettono in commercio quelle esaurite colla distillazione per toglierne l'olio essenziale, ed anche imitazioni fatte con pasta di farina e frantumi di noci vere compressa entro stampi. Queste immerse nell'acqua si disaggregano; le prime si riconoscono al minor rendimento in essenza.

Le noci moscate si usano in piccole dosi come condimento molto aromatico delle vivande; ma sovrattutto servono all'estrazione dell'essenza che si adopera come ingrediente di alcuni liquori composti.

A questo proposito noteremo come l'essenza di noci moscate non consta solo di un principio liquido od olio volatile, ma anche di un principio cristallizzabile della natura della canfora, conosciuto in chimica organica col nome di *miristicina*.

Dalle noci moscate si può pure estrarre mediante pressione il *burro moscato*, che ci giunge dalle Indie sotto il nome di *Sapone di Banda*, e che consta di una miscela dei principii grassi coll'olio essenziale.

Esso pure va soggetto a sofisticazioni, sulle quali crediamo non sia il caso di fermarci.

Zafferano.

Questa droga è costituita dalle stimme florali della pianta omonima, dai botanici denominata *Crocus sativus*. Questa pianta, della famiglia delle *Iridee*, fa un fiore con tre stami ed un pistillo terminato da tre stimmi (fig. 158), che sono raccolti per avere la droga.



Fig. 158.

I bulbi messi nel terreno in giugno, fioriscono in settembre od ottobre: il fiore dura poco più di un giorno, e vanno quindi raccolti con sollecitudine. Si fa il raccolto strappando metà dello stilo, cercando di non ledere le stimme, quindi si fanno seccare al sole od artificialmente, e si tengono in seguito in vasi ben chiusi.

Si può comprendere il prezzo elevato di simile droga, quando si pensi che per costituirne un chilogramma occorrono circa 140,000 fiori.

Questa pianta è originaria della Grecia e dell'Asia Minore; tuttavia da un pezzo la si coltiva anche in Egitto, in Francia, Spagna, Italia, Inghilterra ed altre regioni d'Europa. Le migliori qualità vengono dalla Persia e dal Cachemire. In Francia ve ne sono due varietà commerciali, *Z. Gatinais* e *Z. d'Avignone*. In Italia il più pregiato è quello di Aquila, ma si coltiva pure in Calabria e Sicilia.

Tra le migliori qualità europee vanno annoverati quelli d'Austria e d'Ungheria.

Lo zafferano ha un colore rosso-aranciato caratteristico, ha odore forte ed aromatico, tinge l'acqua e la saliva in giallo.

I suoi principii attivi sono: un olio volatile che ne costituisce l'aroma, ed una materia colorante detta *Policroite* o *zafferanina*, che è un glucoside. In commercio il zafferano si vende intiero e raramente polverizzato; e si divide in *eletto* e *naturale*.

È *eletto* quello cui furono tolti tutti gli stami, *naturale* quello nel quale questi si trovano ancora in maggiore o minor copia.

A cagione del prezzo elevato, frequenti e svariate sono le sue falsificazioni.

Più comunemente si mescolano allo zafferano i petali tagliati a fettucce ed attorcigliati di fiori di altre piante, i quali hanno colore simile, o che si dà loro artificialmente con tintura di Fernambuco o con colori di anilina. I fiori più comunemente usati a questo scopo sono quelli del *Chartamus tinctorius*, del Melagrano, dell'Arnica, della Saponaria, della *Calendula arvensis*, del *Carex*; similmente si adoperano anche gli stami del *Crocus sativus* e del *Crocus vernus*.

Si potranno svelare queste falsificazioni con altri elementi florali tinti artificialmente, ricordando che la materia colorante dello zafferano è dall'acido solforico tinta in azzurro e quindi in violaceo, e dall'acido nitrico in verde-prato. Inoltre quando si rammolliscano con acqua questi zafferani falsi, si vedrà dalla loro forma imperfetta che sono artificiali.

Soventi se ne aumenta il peso lasciandolo in luoghi umidi, od inumidendolo direttamente con acqua; quello normale non deve perdere più di 12-13 per cento del suo peso quando venga seccato a 100°.

Altre volte se ne aumenta il peso umettandolo con olio, allora compresso tra carta bibula vi lascia una macchia oleosa.

Se ne trovò pure mescolato con miele, con pezzetti di legno di campeccio, sostanze però che il microscopio o l'analisi chimica possono facilmente svelare.

La polvere viene anche più frequentemente sofisticata di quello intiero, e specialmente con zucchero, riso e mandorle polverizzate, ed anche con carbonato di calcio impastato con glicerina. Il prezzo elevato di questa droga fa sì che il suo pigmento non può trovare applicazione nell'arte tintoria, per conseguenza lo zafferano è usato soltanto a colorire paste, confetti e liquori, a condire e colorire vivande, ad esempio il risotto alla milanese, ed è talvolta anche usato in farmacia.

Anice.

Si conoscono in commercio due sorta di anice: l'*anice comune* e l'*anice stellato* detto anche *Badiano*. Entrambi consistono nei frutti (achene) di due piante, il primo della *Pimpinella anisum* (Ombrellifere), il secondo dell'*Illicium anisatum* (Magnoliacee).

Il primo è coltivato specialmente in Francia, Spagna, Italia, Germania e Russia.

Il secondo, originario dell'Asia orientale, si coltiva alla Cina ed al Giappone.

L'anice comune è costituito da acheni piccoli, striati, ovali, di color verde-grigio e coperti da finissimi peli.

Gli anici stellati sono formati da 5 od 8 loggie legnose, di colore rosso-bruno, disposte a forma di stella.

Entrambi contengono dell'olio volatile aromatico che ne costituisce l'essenza, del grasso, e dello zucchero; gli stellati sono però più profumati dei comuni.

Nell'essenza, oltre od un idrocarburo che ha una composizione analoga all'essenza di trementina, si trova pure un corpo ossigenato che ossidato si converte in *aldeide anisica*.

Le principali qualità europee sono: quelle francesi (Alby, Bastide, Tours); di Malta, di Sicilia, di Spagna (Alicante, Ucalaja) e di Germania (Turingia, Bamberg). Gli anici russi sono poco profumati.

Si falsificano talvolta con semi già spremuti, ma che si riconoscono al poco rendimento oleoso.

Gli anici stellati vengono talvolta mescolati con frutti simili, ma più piccoli e privi di odore dell'*Illicium religiatum*, albero del Giappone.

I semi dell'anice di entrambe le qualità si usano per condire specialmente confetti, per farne liquori e rosolii (mistrà, anisette) e per estrarne l'essenza.

Droghe Farmaceutiche.

China-China.

La *china-china* o *corteccia peruviana* o *corteccia delle corteccie*, dalla parola peruviana *quina* (corteccia), è costituita dalle scorze di alcune specie di *Cinchona* (Rubiacee). Queste piante sono originarie della costa orientale delle Ande e specialmente della Venezuela, Nuova Granata, Equador, Perù e Bolivia fra il 19° di lat. merid. ed il 10° di lat. nord, e vegetano ad un'altezza compresa tra 1600 e 2400 m. sul livello del mare.

L'azione febbrifuga di questa corteccia era già conosciuta dagli indigeni da remoto tempo, e incominciò ad esser nota agli Europei al principio del secolo XVII, specialmente per aver servito a guarire la contessa di Cinchon, moglie del Vicerè del Perù. Ebbe quindi la sua polvere successivamente i nomi di *Polvere della Contessa;* di *Polvere di Lugo*, perchè importata a Roma dal cardinale Juan de Lugo; di *Polvere dei Gesuiti*, perchè questi ne ebbero per un certo tempo il monopolio, tenendone segreta l'origine; e finalmente di *Medicamento di Talbot*, perchè un negoziante inglese di questo nome pervenne a scoprire il segreto dei Gesuiti ed a sua volta lo vendette a caro prezzo a Luigi XIV. Da quel tempo la scorza della quinchina entrò nell'uso comune, e scemò immensamente dal prezzo al quale lo vendevano i suoi primi possessori.

Dall'America, molto più tardi (1852), specialmente per opera degli Olandesi e degli Inglesi, la coltivazione delle cinchone si trasportò pure alle Indie ed a Giava, dove prosperarono ottimamente.

Chi primo descrisse queste piante fu il De Condamine nel 1738, e dopo di lui molti botanici e scienziati si occuparono della pianta, della sua natura e costituzione.

Le piante di questa famiglia crescono generalmente isolate, frammiste ad altri alberi nelle loro native foreste, pare anzi che per prosperare abbiano bisogno dell'ombra tutelare di piante maggiori.

Il raccolto delle cortecce deve farsi prima della fioritura, perchè in quell'epoca si impoveriscono assai dei loro principii attivi.

Il loro raccolto, molto difficile, è fatto da indigeni cui si dà il nome di *cascarilleros*, e che alla loro ricerca sono guidati dalla osservazione delle foglie secche sparse al suolo, dall'atteggiamento dei rami, dal colore del fogliame. Talora riesce difficile scoprire la pianta anche quando vi si è accosto, tanto sono coperte da licheni e liane.

Per poterne staccare la corteccia si è costretti ad abbattere l'albero alla radice. Si toglie quindi il periderma, specialmente dei grossi tronchi, lasciando intatto quello dei rami minori, e quindi si stacca la corteccia con profonde incisioni che vanno fino al legno.

Le corteccie staccate si seccano sul luogo, quelle dei piccoli rami si accartocciano a tubo, le altre restano piatte per la sovrapposizione di pietre, e seccando prendono un colore rossiccio o roseo, mentre prima erano di colore bianco-giallognolo.

Dalle foreste, generalmente a spalle d'uomo, sono portate ai depositi più vicini, di là messe in casse ed avvolte in pelli fresche, si spediscono ai porti per metterle in commercio.

Nelle piantagioni di Giava e dell'India si usa nel raccolto un modo meno barbaro, staccando a poco a poco le corteccie senza abbattere le piante; oltre a ciò, si evita di seccare al sole le scorze, perchè per quest'azione si è notato che buona parte della *chinina* passa allo stato di *chinidina* e così si ha una perdita nell'alcaloide principale.

La china si presenta in commercio in due modi.

China piatta, che è quella dei grossi rami e dei tronchi, che è in pezzi più o meno grandi e diritti.

China convoluta, che è quella dei rami minori attorcigliati nell'asciugamento.

Si caratterizzano pure dalla provenienza, e così si hanno le chine di Loxa, Huanaco, Puzco, ecc.; ma più specialmente dal colore, e così si hanno la grigia, gialla, rossa e bianca.

La corteccia è costituita di varii strati o parti, e partendo dal di fuori abbiamo:

L'epidermide, ricoperta ancora dalla cuticola epidermica che col progredire degli anni si stacca in scaglie sottili.

Sotto all'epidermide si trovano parecchi strati di cellule sugherose che formano la *zona resinosa* detta *cerchio* in commercio.

Viene poi la zona cellulare o mediana, costituente lo strato erbaceo, e contenente clorofilla all'esterno, e resina ed amido più internamente.

Viene finalmente lo strato fibroso o libro: in questo e nella zona precedente sono contenute le sostanze alcaloidee che costituiscono il principio medicinale delle scorze.

Nella zona mediana e nella fibrosa si trovano dei cristalli (rafidi) solubili negli acidi nitrico e cloridrico. Tra le fibre del libro si trovano poi altre cellule allungate, che non sono altro che fibre non completamente sviluppate.

È dall'esame accurato mediante osservazioni microscopiche che si ricavano utili indizii per determinare la specie da cui provengono le scorze.

Dietro questo esame le varie specie di corteccie di china si possono dividere essenzialmente in tre tipi distinti.

1° Tipo della *china Calissaya*. — Nel libro di questa qualità, osservandone la sezione trasversale al microscopio, si trova una trama omogenea, formata da fibre quasi eguali, ed uniformemente distribuite in una massa di tessuto cellulare resinoso. Nella sezione longitudinale le fibre si scorgono corte, affusate, poco aderenti, e toccantesi appena pei capi.

2° Tipo della *china scrobiculata*. — Spogliata questa corteccia dell'epidermide, non appare più uniforme sulle due faccie. Nella parte esterna il tessuto è cellulare, fibroso invece nell'interno, con passaggio graduale dall'una all'altra. Le fibre, più lunghe che nella qualità precedente, sono ben saldate pei loro capi.

3° Tipo della *china pubescens*. — Anche qui la faccia esterna è cellulare e fibrosa l'interna; le fibre però, specialmente nella parte mediana, sono avvolte da copioso tessuto cellulare, sono accumulate in fascetti abbastanza grossi, e generalmente meno distinte che nei due tipi precedenti.

Queste distinzioni, e specialmente la classificazione di tutte le qualità di corteccia in questi tre tipi non è assoluta; tuttavia l'esame microscopico ha sempre grande importanza, perchè una data qualità ha sempre identica struttura, ed inoltre sembra che alla disposizione anatomica corrisponda pure la maggiore o minor ricchezza in alcaloidi.

Tralasciando di notare distesamente di tutte le qualità di china, noteremo soltanto come principali:

1° La *china grigia di Huanaco* detta pure *china grigio-bruna di Lima.*

2° La *china Calissaya.*

3° La *china rosso-nera.*

Queste tre qualità sono le più ricche di alcaloidi, e per conseguenza le più atte all'estrazione dei preparati galenici.

Oltre alle chine vere a cui appartengono queste e molte altre varietà, se ne hanno in commercio anche altre dette *false*, tra le quali ricorderemo la *china nova* (*Cinchona magnifolia*), la *china bianca di Mutis* (*Cinchona macrocalyx*), la *china caraibe* (*Exostemma caribœum*) ed alcune altre.

Tra i principii immediati delle corteccie delle cincone, hanno la massima importanza parecchie sostanze di natura alcaloidea, tra le quali primeggia la *chinina*, e quindi la *cinconina, chinidina, chinicina, cinconidina, cinconicina;* vengono poi gli acidi *chinico, chinonico, chinotannico*, una sostanza colorante detta *rosso cinconico*, corpi *grassi* e *resinosi, amido, sostanze gommose, cellulosa* e *fibra legnosa*, e finalmente sostanze minerali dove predominano i composti di calce.

Come già si è notato, il principale di tutti questi componenti è la *chinina* e quindi il valore commerciale delle corteccie dipende dalla sua proporzione. La più ricca è la *china Calissaya* che contiene da 2-3 0/0 di chinina e 0.2 a 0.3 di cinconina, e quindi la *china Huanaco* con circa 2 0/0 di chinina e 0.8 di cinconina.

Per la determinazione della chinina nelle corteccie vi sono parecchi metodi, tra i quali il seguente descritto da Carles.

Si prendono 20 grammi di corteccia polverizzata, ed 8 di calce spenta, e si stempera il tutto in 35 grammi di acqua; si fa quindi seccare il miscuglio in una capsula piatta a bagno maria. Staccata la massa secca e polverizzata, si pone in una allunga che si chiude al fondo con un tappo di cotone, quindi ripetutamente vi si versa del cloroformio (all'incirca 150 grammi). Si esamina il liquido che passa di tratto in tratto evaporandone una goccia su lastra di vetro, per vedere se contiene ancora sostanza alcaloidea; versato tutto il liquido, si sposta il cloroformio con acqua, e quando è passato tutto lo si evapora a bagno maria. Il residuo si stempera a poco a poco con 10 o 12 c. c. di acido solforico al decimo. Si filtra la soluzione solforica su filtro bagnato, il liquido che passa si fa scaldare sino all'ebullizione e poi vi si aggiunge dell'ammoniaca in modo però che la reazione del liquido rimanga leggermente acida. La chinina allora cristallizza allo stato di solfato, che si può raccogliere sopra doppio filtro, lavarlo leggermente, e quindi determinarne il peso pesando separatamente i due filtri dopo di averli asciugati tra carta bibula.

Gli altri alcaloidi restano nel liquido, dal quale possono venir precipitati alla lor volta.

Nell'estrazione industriale della *chinina* si opera con un metodo simile a quello ora descritto, cioè si sposta l'alcaloide colla calce, e quindi si esaurisce con un solvente, e precisamente col petrolio; per conseguenza in molte fabbriche nel saggio delle corteccie, per mettersi in condizioni più simili a quelle del processo industriale, si sostituisce il petrolio al cloroformio. Si esaurisce perciò con petrolio il prodotto dell'azione della calce senza filtrare, ma soltanto travasando e ripetendo parecchie volte l'operazione con nuovo liquido. La chinina poi si toglie al petrolio sbattendola con acqua acidulata con acido solforico, lasciando riposare e separando poi i due strati. Si termina quindi l'operazione come nel metodo precedente.

La *chinina* è una sostanza bianca talora in polvere amorfa, talora cristallina, poco solubile nell'acqua (1 gr. in 900 d'acqua); lo è molto invece nell'etere, nell'alcool, cloroformio, petrolio, benzina, ecc.

Le sue soluzioni deviano il piano di polarizzazione a sinistra.

Aggiungendo alla soluzione acquea di un sale di chinina, dell'acqua di cloro e dell'ammoniaca si ha un colore verde smeraldo; se invece di ammoniaca si aggiunge ferrocianuro potassico si ha un coloramento rosso-scuro.

Nella terapeutica si usano parecchi dei derivati salini della chinina, ma il più adoperato ed importante è il *solfato* altre volte detto *basico*, ma che realmente è *neutro.*

Molte sono le frodi che in commercio si fanno tanto sulla corteccia, quanto sui sali di chinina.

Talvolta alle corteccie delle buone qualità se ne mescolano di quelle false come la *china nova;* il decotto di questa non dà precipitato coll'estratto di galla.

Se ne mescolano pure di quelle già esaurite con acqua, od a cui si son tolti gli alcaloidi mediante gli acidi. Queste sono in seguito neutralizzate con ammoniaca, per conseguenza restano impregnate con solfato o cloruro d'ammonio facilmente riconoscibili alle loro reazioni.

Ma più numerose sono le falsificazioni fatte sui sali di chinina e particolarmente sul solfato.

Questo è bianco, cristallizzato in aghi sottilissimi di lucentezza setacea, poco solubile nell'acqua pura, ma moltissimo in quella acidulata con acido solforico, cui impartisce una tinta cerulea fluorescente.

Al solfato di chinina possono essere mescolati:

Gesso, che si riconoscerà all'incompleta solubilità nell'alcool ed inoltre apparirà nelle ceneri.

Acidi grassi solidi (stearico, ecc.). Sciogliendo un po' di sale nell'acqua, questa sarà torbida, e col calore verranno a galleggiare delle goccioline di grasso.

Salicina. Molto comune è la mescolanza del solfato di chinina con questa sostanza, che è un glucoside che si estrae dalla scorza del salice e da altre piante e che, anch'esso cristallino, incoloro e di sapore amaro, facilmente si confonde colla chinina.

Si svela molto facilmente la salicina trattando la sostanza sospetta con bicromato potassico ed acido solforico diluito; se vi è salicina si sviluppa l'odore di essenza di *spirea ulmaria* (idruro di salicile); facendo questa operazione in una storticina si può raccogliere nel collettore questo prodotto, che coll'aggiunta di una goccia di cloruro ferrico dà una colorazione violacea intensissima e caratteristica.

Zucchero ordinario. È svelato dalla colorazione nera che dà coll'acido solforico concentrato.

Zucchero d'uva, glucosio. Sono riconoscibili alla riduzione della soluzione cupro-potassica, fatto che non succede colla chinina pura.

Solfato di cinconina. Questo si può trovare in piccola quantità, 2-3 per 100, anche nei buoni solfati di chinina commerciali; una maggiore quantità si potrà riconoscere specialmente dalla sua insolubilità nell'etere.

Finalmente si può cercare se il solfato contenga dell'*acqua di interposizione*, il che si farà spremendolo tra carta bibula che in questo caso resterà inumidita.

L'uso dei preparati chinoidei è ora grandemente generalizzato in terapeutica, ed i composti di chinina vanno certamente riguardati come i più sicuri febbrifughi di cui possa servirsi il medico. Queste sostanze agiscono anche come tonico, ed ormai sono applicati anche a

molte altre malattie quasi come panacea universale, ed in questo probabilmente vi è un po' di esagerazione.

Oltre a molti sali di chinina, si adoperano pure per uso farmaceutico molti preparati ottenuti direttamente dalla corteccia, e cioè *decozione*, *infuso*, *estratto*, *tintura alcoolica*, *vino chinato*, ecc.

La scorza di china-china serve pure in liquoreria alla preparazione di liquori, cui impartisce un sapore amaro, tonico ed aperitivo.

Oppio.

L'oppio è formato dal succo lattiginoso che si estrae dal papavero ossia *Papaver somniferum* (Papaveracee) specialmente dalla varietà *nigrum* ed *album*.

Presso gli antichi erano già conosciute le proprietà sonnifere del succo di papavero, che essi estraevano spremendo la pianta intiera e chiamavano *meconio*.

Presentemente il succo si ricava soltanto dal frutto immaturo, e specialmente quando, compiuta la fioritura, l'ovario comincia ad ingrandire. Si praticano a questo scopo sulla superficie esterna di esso delle leggiere incisioni, dalle quali cola il succo, che concentratosi, se ne distacca in goccioline il giorno dopo. Queste goccie, imbrunate ed inspessite per l'azione dell'aria, si raccolgono sopra foglie di papavero o di altre piante, e quando se ne è radunata una certa quantità, si impastano in piccoli pani, dei quali se ne fanno poi dei più grossi, che si ravvolgono in foglie di papavero o di tabacco, e finalmente si seccano all'aria.

La pianta del papavero cresce benissimo ed è coltivata nelle regioni mediamente calde, nell'India, in Persia, nel Levante, ed altre, ma viene anche nelle regioni temperate dell'Europa, dove più specialmente se ne raccoglie il seme, mentre nelle altre località invece si coltiva per raccoglierne l'oppio.

A seconda della loro provenienza si distinguono tre specie principali di oppio, l'*asiatico*, l'*africano* e l'*europeo*.

Delle qualità asiatiche noteremo:

L'*oppio d'Anatolia*, che arriva quasi esclusivamente dai mercati di Smirne e di Costantinopoli.

La prima provenienza è forse la migliore di tutte, ed è generalmente in pani da 100-400 gr., coperti di foglie di papavero e cosparsi di fiori di acetosa.

Sono di color bruno più o meno oscuro, poco omogenei nella massa, e formati di piccole masse ovoidali (lacrime). L'odore è nauseante e narcotico, il sapore nauseante ed amarognolo.

Quello di Costantinopoli, pur esso molto pregiato, se ne distingue per essere in pani più piccoli, raramente ravvolti da foglie, e mancanti delle lacrime nell'interno della massa.

Vengono poi quelli della *Persia* e dell'*India*, inferiori ai precedenti per la quantità dei componenti più interessanti per le loro virtù specifiche.

Degli oppii africani si possono notare:

L'*oppio dell'Egitto*, in masse appiattite del peso di 200-300 gr., avvolti in foglie di papavero; sono in masse compatte, di colore bruno epatico, che si spezzano sotto il martello con frattura lucida e concoide.

L'*oppio d'Algeria*, qualità assai buona, con massa omogenea, e di color bruno-scuro.

La sola qualità europea che abbia importanza commerciale è l'*oppio di Macedonia*, raccolto specialmente nei dintorni di Salonicco. È pur esso pregevole, di color giallo-bruno e di odore forte.

Come abbiamo già notato, il papavero può benissimo crescere anche nelle regioni temperate di Europa; venne infatti tentata la coltivazione in Francia, Inghilterra e Germania, per estrarne l'oppio; però queste qualità a cagione del maggior costo di produzione (probabilmente in seguito al prezzo più elevato della mano d'opera) non possono far concorrenza alle altre.

Tra i componenti dell'oppio, oltre a zucchero, resina, sostanze cerose, grasse e coloranti, albumina e gomma, van notate parecchie sostanze di natura alcaloidea, da cui derivansi il potere sonnifero, e le altre azioni fisiologiche dell'oppio.

Questi alcaloidi sono specialmente i seguenti: morfina, narcotina, codeina, narceina, papaverina, pseudomorfina, tebaina ed alcuni altri di secondaria importanza; i quali sono combinati cogli acidi meconico o tebolattico.

I due principali sono però la *morfina* che può raggiungere il 15 al 17 per 100, e la *narcotina* che arriva a 4-8 per 100. Oltre ai componenti notati, l'oppio contiene da 9-14 per 100 d'acqua (quando non è indurito anche 21 per 100), e circa l'8 per 100 di ceneri.

Questa sostanza essendo di prezzo relativamente abbastanza elevato, e di consumo ragguardevole, sia in natura, sia per estrarne gli alcaloidi suoi proprii, è soggetta a notevoli e svariate sofisticazioni.

Queste si fanno specialmente mescolandovi il succo delle piante intiere, e quello del *Glaucium luteum* e *Glaucium rubrum* (Papaveracee); di più, gomma arabica, glucosio, destrina, amido, succo di barbabietole, polpa di frutti (per es. d'albicocco) e finalmente anche sabbia ed argilla.

Una buona merce non dovrà avere più di 15 p. 100 d'acqua e di 6-8 di ceneri; inoltre, perchè abbia importanza industriale, specialmente per l'estrazione dei suoi preparati farmaceutici, deve contenere circa 10 per 100 di morfina.

Per dosare la morfina si possono seguire varii procedimenti: ricorderemo il seguente dato da Hager.

Si triturano 5 gr. di oppio in polvere e secco, con 2 gr. di calce spenta e secca; si scalda il miscuglio per un'ora con 50 gr. d'acqua, quindi si filtra e si lava con acqua fino a che il liquido che passa non sia più colorato ed abbia raggiunto un volume di circa 80 c. c. Coll'evaporazione lo si riduce a circa 50 c. c., quindi si versa ancora caldo in una boccia con 0.15 gr. di etere e 6 gocciole di benzina pura: si agita e si aggiungono gr. 3.5 di cloruro di ammonio in polvere grossolana, e quando è disciolto questo si continua ad agitare. Lasciato poi a riposo, dopo tre ore la morfina si precipita, si raccoglie in filtro pesato e bagnato, che si secca a +50°, e quindi si pesa. Si ottiene così la morfina dell'oppio con al più 0.10 di impurità.

Noteremo la seguente reazione, che può servire a svelare anche piccola quantità di oppio.

Si tratta la sostanza con alcoole leggermente acidulato con acido cloridrico, l'estratto si evapora e si riprende con acqua. La soluzione filtrata si fa bollire con magnesia, e così si ha del meconato di magnesio solubile; la sua soluzione filtrata si acidifica con acido cloridrico, e finalmente vi si aggiunge un po' di cloruro ferrico. L'oppio è svelato anche in minima quantità dalla colorazione rossa che si produce per l'azione del sale di ferro sull'acido meconico.

Le azioni dell'oppio sull'organismo si possono distinguere in tre specie: azione sonnifera, azione eccitante o convulsiva, azione tossica.

La prima spetta specialmente alla narceina, poi alla morfina e codeina.

L'azione eccitante alla tebaina, poi alla papaverina, narcotina, codeina, morfina e narceina.

L'azione tossica, alla tebaina, codeina, papaverina, narceina, morfina e narcotina.

L'oppio è usato, oltre che alla estrazione degli alcaloidi, che, specialmente la morfina, si adoperano ora moltissimo in terapeutica, anche direttamente come sostanza farmaceutica, essendo uno dei soporiferi più eccellenti. Si somministra in pillole, empiastri, ed altri preparati, come la *tintura alcoolica* conosciuta col nome di *Laudano*.

Dai popoli orientali l'oppio non è adoperato soltanto in farmacia ma è di uso giornaliero fumandolo, o mescolandolo a bevande eccitanti. Altri lo mangiano direttamente od in pastiglie, abituandosi, coll'aumentare progressivamente la dose, a prenderne anche parecchi grammi al giorno.

Però l'azione tossica dell'oppio, malgrado lenta, si manifesta sempre funesta, ed i mangiatori d'oppio raramente arrivano a tarda età, generalmente non superando i 40 anni; il corpo si fa magro, e specialmente il viso smunto e di aspetto cadaverico, mentre le facoltà mentali si intorpidiscono, e finalmente diventano quasi instupiditi.

Canfora.

Sotto il nome di canfora si conoscono varie sostanze organiche ossigenate, cristallizzabili, di odore acuto, che per la loro costituzione chimica si avvicinano ai composti della serie aromatica, senza però appartenervi propriamente, e specialmente ai terpeni (essenza di terebentina) di cui sembrano i prodotti ossigenati.

Di canfora vi sono parecchie qualità, a seconda della varietà delle piante da cui proviene.

Però commercialmente hanno soltanto importanza due qualità, e cioè la *canfora comune* o del Giappone, e la *canfora di Borneo*.

La canfora comune deriva da varie piante della famiglia delle *Laurinee* e specialmente dal *Laurus camphora*, o *Camphora officinarum*. Queste piante sono indigene del Giappone, della Cina, di Sumatra, Giava e Borneo. La sostanza cristallizzabile che costituisce la canfora del commercio, si trova in varie parti della pianta, ma specialmente nel legno del tronco, dove talvolta spaccandolo si presenta direttamente in cristalli, che si possono togliere direttamente. Per estrarla si riduce il legno in frantumi, si mettono questi con acqua in grandi caldaje di ferro, che si ricoprono con capitelli di ferro foderati internamente con paglia: scaldando a moderato calore, la canfora sublima, e va a depositarsi in cristalli sopra la paglia.

Si ha così la canfora greggia che viene spedita in Europa. Per purificarla si ricorre nuovamente alla sublimazione, la quale si opera in recipienti di vetro a fondo piatto e poco profondi, nel fondo dei quali si mette la canfora greggia con un poco di calce. Scaldandola poi su bagno di sabbia a moderato calore, la canfora pura deposita sulle parti superiori del vaso. Quest'industria fu per molto tempo esclusiva dell'Olanda, dove anche oggi si pratica su vasta scala, come pure in Francia, Londra ed Amburgo.

La canfora ordinaria è bianca, semitrasparente come il ghiaccio, cristallina, molto odorosa, di sapore amaro ed aromatico, è untuosa al tatto e fragile. È più leggiera dell'acqua: $d = 0.986 - 0.996$. Fonde a + 175°, ma si volatilizza anche a temperatura più bassa, bolle a 204°. È combustibile, insolubile nell'acqua, solubilissima nell'alcool, etere, e negli olii fissi e volatili.

La soluzione alcoolica è destrogira ed il potere specifico $[\alpha] = + 47.4'$.

Non si può polverizzare direttamente, se non irrorandola con qualche goccia di alcool od etere.

Un'altra specie è la *canfora di Borneo* o *Borneol*, che viene estratta a Borneo e Sumatra dal *Dryobalanops camphora*.

La canfora di Borneo ha una costituzione analoga ma non identica a quella comune; ma si possono convertire l'una nell'altra, passando da quella comune a quella di Borneo per l'azione della potassa alcoolica, dalla seconda alla prima per l'azione dell'acido nitrico.

La canfora di Borneo è più pesante dell'acqua, fonde a 198° e bolle a 212°.

Il suo potere rotatorio è espresso da $[\alpha] = + 33°.4$.

Essa è in cristalli o frammenti di cristalli, trasparenti e friabili, di sapore caldo e bruciante, e di odore che sta fra quello della canfora comune e quello del pepe.

La canfora è falsificata talora colla canfora artificiale o cloridrato di terpene (ottenuto per l'azione dell'acido cloridrico sopra l'essenza di terebentina.) Questa canfora brucia con fiamma verdognola, e volatilizzata spande fumi d'acido cloridrico.

Talora vi si mescola pure del cloruro d'ammonio, riconoscibile alla sua solubilità nell'acqua, e perchè scaldando con calce, emette ammoniaca.

La canfora serve come antisettico, e nella pirotecnia, ma specialmente in medicina, perchè in piccola quantità agisce come sedativo, ed in dose maggiore, come gagliardo stimolante.

Aloe.

L'aloe è costituito dal succo concentrato di varie specie di piante dello stesso nome della famiglia delle *Gigliacee*.

Le principali specie sono quelle dette *Aloe vulgaris* (fig. 159), *soccotorina*, *purpurescenses*, *barbadense*, *africana*, ecc. e coltivate alle Indie, alle Antille, in Arabia, al Capo ed altre località.

Per estrarre il succo dalle foglie vi sono varii metodi. Talora si mettono le foglie tagliate, diritte entro tini, finchè il succo ne scoli. Altre volte si raccoglie il succo che fluisce da incisioni fatte sulla pianta viva. Talora si spremono le foglie tagliate. Alla Giamaica si esauriscono con acqua bollente, da cui poi si depone il succo che finalmente si mette a seccare.

Di tutte le qualità di aloe le più pregiate sono quelle derivate dall'isola di *Socotora* (fig. 160). Ve ne sono di tre varietà:

L'*aloe socotorino* giunge in Europa in sacchetti di pelle di gazzella, è soventi traslucido, secco e solido allo esterno, e nell'interno molle o semiliquido. Ha colore che varia dal rosso giacinto al rosso granato, dà polvere giallo-dorata, ha odore acuto, gradevole, somigliante a quello della mirra.

Quando è opaco gli si dà pure il nome di *aloe epatico*.

Una terza varietà, detta *aloe epatico nero*, si ricava oltre dagli *A. vulgaris* e *socotorino*, come i primi due, anche dall'*A. purpurescens*. Questo è molto duro e tenace, ed ha colore di fegato.

Come altre qualità principali potremo ricordare:

L'*aloe delle Indie* o *Mosambruno*, di colore nerastro e molto inferiore.

L'*aloe del Capo di Buona Speranza*, derivato da varie specie di aloe; opaco in massa a causa del colore rosso-cupo, traslucido in lamine sottili; la polvere è giallo-verdognola, ha odore particolare sgradevole.

L'*aloe nero* o *fetido*, secco, fragile, di tinta epatica, di odore fetido che ricorda le sostanze animali.

L'*aloe barbado*, proveniente dalla Giamaica e dalle Barbade, opaco, rosso-scuro, con polvere giallo-rossastra, meno fragile di quello del Capo, ha odore tra quelli della mirra e del jodio.

Il così detto *aloe purificato* è l'estratto acquoso di aloe fatto a freddo, e quindi concentrato alla dovuta consistenza.

La polvere di aloe e specialmente di quello socotorino si stempera facilmente nell'acqua e si scioglie in liquido giallo-cupo. Diluendo la soluzione, l'aloe si divide in due parti, una solubile, l'altra insolubile che precipita in massa molle.

L'aloe contiene da 60-80 per cento di sostanza estrattiva solubile nell'acqua, e da 20-40 per cento di materia resinosa insolubile nell'acqua e solubile nell'alcool.

Il principale componente per le sue proprietà è l'*aloina*, che è un glucoside capace di cristallizzare. Un buon aloe non deve avere più di 7-8 per cento di acqua, e di 1.2 per cento di ceneri.

Ricorderemo soltanto che l'aloe è soventi sofisticato



Fig. 159.



Fig. 160.

con colofonia, cera gialla, estratto di liquirizia, pece, resina, gomma arabica ed ossa calcinate.

L'aloe possiede azione purgativa ed irritante, va quindi somministrato con precauzione; si usa come emmenagogo ed antielmintico.

Recentemente si introdusse l'aloe tra le materie prime per uso tintorio.

Manna.

La manna è costituita da secrezione dolce che trasuda dalle foglie e dai rami di varie piante, ma specialmente dal frassino, *Fraxinus ornus* (Oleacee), che si coltiva in Sicilia, ed anche in Dalmazia, in Toscana, ecc. La manna scola o per la puntura di insetti, come la *cicada orni*, o per incisioni appositamente praticate, specialmente in giugno e luglio, rinnovandole di due in due giorni.

Si divide in due qualità: la *cannellata* che è quella stalattitica, detta anche *in lagrime*, di colore bianco volgente al giallo, più o meno coperta di efflorescenza bianca, quasi completamente solubile nell'acqua, di poco odore e di sapore dolce, mucilaginoso e non raschiante.

Viene in commercio in cassette foderate con carta, e si divide in *intera* ed in *rottami*, e la prima è più pregiata.

La *comune*, meno stimata della precedente, è la secrezione più molle che scola lungo i tronchi. È più oscura, e meno pura, e di sapore alquanto raschiante.

Il componente principale della manna è la *mannite* o *zucchero di manna*, e vi si trova in quantità da 32-42 per cento.

La manna va conservata in luoghi asciutti, e non resiste lungo tempo senza deperire.

Essa è sovente falsificata con glucosio, zucchero ordinario, amido, destrina, miele, resine e sali minerali purgativi. Talvolta se ne fabbricarono delle assolutamente artificiali specialmente con glucosio.

L'amido e la destrina si possono facilmente riconoscere mediante la soluzione di jodio; lo zucchero ed il glucosio facendo fermentare con lievito di birra un peso dato di manna, raccogliendo l'acido carbonico che si svolge nel cloruro di bario ammoniacale, raccogliendo e pesando il carbonato di bario formatosi, e calcolando quindi lo zucchero corrispondente, tenendo conto dello zucchero fermentescibile contenuto nella manna.

Le sostanze minerali si ritrovano nelle ceneri. Le resine purgative si riconoscono perchè la soluzione alcoolica di manna si intorbida per aggiunta di acqua.

La manna sofisticata non ha aspetto cristallino e contiene poca mannite.

Oltre alle specie di manna accennate, ve ne sono altre:

Manna di Briançon, dal *Larix europea*, che invece di mannite contiene *melesitosio*.

Manna di quercia o di Ghezza, che deriva dalle foglie della *Quercus mannifera*.

Manna d'Australia, dalle corteccie dell'*Eucalyptus mannifera*.

Manna del Sinai, dal *Tamarix mannifera*, che è la *manna biblica*.

La mannite, che è, come si disse, il principale componente della manna, è una sostanza bianca, cristallina, che per la sua composizione chimica è stata riconosciuta come un alcool *esatomico*.

La manna è adoperata in medicina specialmente per le sue qualità purgative.

Tamarindo.

La polpa di tamarindo si estrae dai frutti della pianta omonima *Tamarindus indica* (Leguminose), che nasce alle Antille, Molucche, in Arabia, Egitto e Senegal.

I frutti sono maturi verso la metà di aprile, e sono allora di color bruno con valve fragili che racchiudono una polpa fibrosa, di color rosso-bruno o grigiastro, e ripieno di semi ovali.

Varie sono le qualità commerciali, come *T. di Giava*, *T. delle Indie*, *di Ceylan*, *di Levante*, *delle Antille*, e di tutti il più pregiato è il primo costituito da una polpa nera poco fibrosa, di sapore acidulo, aggradevole e non salino. Talora si trovano anche in commercio i frutti intieri.

Tra i componenti principali vanno notati parecchi acidi organici liberi, tartarico, citrico e malico, cremor di tartaro, zucchero, pectina, ecc.

Si falsificano qualche volta con polpa di prugne, acidificata con acido tartarico e cremor di tartaro. Qualche volta la polpa essendo stata inspessita in recipienti di rame, contiene sali di questo metallo, facilmente svelabili alle loro reazioni caratteristiche coll'ammoniaca, o con una lastrina di ferro immersa nella polpa o nella soluzione, che si coprirà di rame metallico.

La polpa di tamarindo si usa in farmacia per le sue proprietà rinfrescanti, e se ne prepara specialmente il *sciroppo*, che si usa comunemente come bibita rinfrescativa.

Dalla polpa si prepara pure il *decotto* e l'*infusione*, e se ne formano pure delle *pastiglie* mescolando la polpa con zucchero e gomma arabica che si cuociono assieme fino a consistenza di pasta che poi si forma in tavolette, che si spolverano con zucchero.

Salsapariglia.

La salsapariglia deriva da varie specie di piante del genere *Smilace*.

Consiste in radici che possono avere anche una lunghezza di 1 metro, di grossezza da 2 ad 8 mm. ed anche più. Esternamente è di colore giallognolo o rossiccio, e la corteccia è fibrosa; internamente è bianco o bianco-rossiccio con distinto strato midollare. È quasi priva di odore, di sapore amaro, mucilaginoso ed alquanto acre.

Le qualità principali arrivano dall'America e si dividono in parecchie varietà, a seconda della loro provenienza, se dell'America meridionale, centrale, o del Messico.

Vi sono pure delle salsapariglie indigene; quella italiana è la radice della *Smilax aspera*.

Vi sono anche delle salsapariglie così dette *false*. Così la *Smilace tedesca*, radice del *Carex arenaria*, e la *Smilace grigia della Virginia*, radice della *Aralia nudicaulis*.

Una buona salsapariglia deve essere facilmente divisibile longitudinalmente, ed avere uno strato cortecciale grosso. Si dovranno poi attentamente esaminare i fascetti anche nell'interno per vedere se non vi fossero mescolate altre radici o rami, come ad esempio cannelli di giunco.

Converrà essenzialmente evitare di comperarla tagliata, perchè più facili le falsificazioni con altre radici. Talora si vende quella già sottoposta a decozione, ma non ha sapore ed è di colore più omogeneo.

La salsapariglia venne introdotta in Europa dagli Spagnuoli verso il 1530, ed usata contro la sifilide.

Si adopera infatti a questo scopo, e si prende specialmente in decozione.

Tra i suoi componenti, oltre a molto amido, gomma e zucchero, contiene un principio speciale detto *pariglina* o *smilacina*.

Rabarbaro.

Si dà questo nome alle radici di alcune piante della specie *Rheum* della famiglia delle *Poligonee*, indigene dell'interno della Cina e della Tartaria, e sono piante erbacee vivaci, ma di proporzioni gigantesche.

Le radici, che sono grandi e rapiformi, vengono tagliate per il lungo e trasversalmente, e più o meno completamente decortecciate.

La forma dei pezzi è assai varia, e soventi presentano un foro per cui si fece passare una funicella per appenderli nel disseccarli.

Hanno odore gradevole, sapore amaro e scricchiolano sotto il dente per la presenza di minuti cristalli di ossalato di calcio. La tinta generale è gialla specialmente all'esterno, la polvere è giallo-ranciata, tingono la saliva in giallo.

Le provenienze principali sono:

1° Quello della *Cina settentrionale*, che arriva in Russia per la via di Siberia o della Bucaria; questo formava una varietà molto stimata detto *Moscovitico*; ora quasi scomparsa.

2° Il *rabarbaro della Cina meridionale*, esportato da Canton, Makao, Hong-Kong e Shangai.

3° Quello di *Persia* pure assai stimato.

Un buon rabarbaro deve avere odore distinto, la frattura granulosa, biancastra con marmorizzamento rosso; non deve presentare buchi (all'infuori del foro accennato), nè macchie brune; non deve essere nè troppo tenero, nè troppo duro, lasciarsi imprimere dall'unghia, e la polvere dev'essere permanentemente gialla.

Tra le sue falsificazioni si possono distinguere quelle fatte col *Rapontico* o rabarbaro europeo o falso che deriva dal *Rheum rhaponticum* che si coltiva in Italia, Francia, Germania. Lo si riconosce dai caratteri morfologici.

Talvolta si fa passare per buono del rabarbaro guasto dagli insetti, turando i fori con pasta fatta con gomma dragante o cera e polvere di rabarbaro.

Soventi si colorano le qualità scadenti con curcuma.

Un attento esame e qualche reazione chimica può servire a svelare queste sofisticazioni.

Tra i suoi componenti sonvi amido, zucchero, ossalato di calce, un olio essenziale, sostanze resinose ed un glucoside detto *crisofano* che si scinde facilmente in zucchero ed acido *crisofanico* e ne è il principio attivo principale.

Ha un'azione purgativa, è tonico, e perciò talora lo si mastica in pezzetti.

Si adopera in polvere, estratto, tintura, sciroppo, infuso, ma non in decozione, perchè colla bollitura si scioglie molta sostanza amidacea.

Liquirizia.

È costituita dalla radice o per meglio dire dal rizoma della *Glycyrrhiza glabra* (Leguminose), pianta che cresce naturalmente nel mezzogiorno d'Europa, ma che è anche coltivata in altre parti.

Questa qualità, detta comunemente *spagnuola*, è coltivata specialmente in Spagna ed in Sicilia. Ha una lunghezza che va da 1-2 metri, grossa come il dito, cilindrica, liscia, coperta dallo strato corticale, bruno in fuori, e giallo interiormente. Il sapore è dolce, misto di una certa acredine. È più pesante dell'acqua.

Un'altra qualità commerciale di liquirizia è quella detta *russa*, che deriva dalla *Glycyrrhiza echinata*, indigena della Russia, Ungheria e Dalmazia. Questa arriva in commercio decorticata, è di colore giallo-verdognolo, più leggiera dell'acqua e meno dolce della prima.

Contiene tra i suoi componenti immediati, oltre alla fibra legnosa, a sostanze resinose, ad amido ed a sali organici di calce e magnesia, un principio di natura glucosidea detta *glicirrizina*.

Alla polvere di liquirizia si trovarono mescolate della farina, della polvere di legno, della fecola, del sagù, talora colorate con curcuma.

La liquirizia serve essenzialmente per estrarne il così detto *succo di liquirizia*, che si ottiene facendo bollire più volte con acqua la radice in pezzetti spremuti fortemente ed evaporando il liquido in caldaje di rame. Quando l'estratto è cotto si toglie con spatole di ferro e lo si foggia in bastoni. Contiene tutti i principii solubili della radice, compreso l'amido, e talvolta particelle di rame.

Quando è buono deve essere nero, lucente e fragile se tenuto in luogo secco, di frattura nera, liscia e lucente, di sapore zuccherino e lievemente acre.

Talvolta il sugo di liquirizia contiene della gomma arabica e delle fecole straniere, di riso, di grano, di patate, inoltre calce, gelatina, zucchero di canna; sostanze che si potranno riconoscere coll'esame microscopico e con saggi chimici.

Cassia.

I frutti della *Cassia fistula* (fig. 161) (Leguminose), albero di grandi proporzioni indigeno delle Indie, ma coltivato anche in Africa ed in America, costituiscono la droga di questo nome.

Questi frutti sono lunghi da 30 a 60 centim. e grossi da 2 a 4, non deiscenti; l'esterno è legnoso, nero liscio, e segnato da strangolature corrispondenti ai tramezzi interni, e vi sono due suture longitudinali abbastanza marcate. Nell'interno vi sono numerosi sepimenti legnosi, a cui aderisce una polpa nerastra di sapore dolce ed acidulo, nella quale si trovano i semi.

In commercio oltre a questa qualità se ne trova un'altra detta *Cassia piccola d'America*, ed è il frutto della *Cassia moscata* indigena del Panamà e della Nuova Granata. Questi frutti sono generalmente più piccoli dei precedenti, cilindrici, legnosi, duri, lisci ed acuti alle estremità; il colore esterno è cinereo; la polpa è di colore più chiaro, acerba, astringente, poco zuccherina ed alquanto muschiata.



Fig. 161.

La polpa della *Cassia fistula* contiene circa il 15 per cento di zucchero ed una sostanza purgativa. L'azione purgante è lieve quando la polpa sia stata scaldata previamente a 100°; se non è stata riscaldata l'azione è più energica e può produrre delle coliche forti.

La merce migliore è quella fresca e più grossa. Soventi invecchiando la polpa si restringe e dissecca; allora scuotendo i frutti, si sentono sbatacchiare nell'interno i semi.

Volendo preparare la *polpa di cassia* si deve staccare dalle valve e separarla dai sepimenti e dai semi. Perciò si bagna con acqua tepida e quindi si passa allo staccio.

Talvolta la polpa può col tempo fermentare anche nell'interno dei frutti.

Bisognerà sempre accertarsi aprendoli che essa vi si trovi ancora in buone condizioni.

Cubebe.

È il frutto del *Piper cubeba* o *Cubeba officinalis* (Piperacee), pianta che cresce spontaneamente e che si coltiva nelle Indie, nelle isole della Sonda e specialmente a Giava. In commercio trovansi pure i frutti di un'altra varietà: *C. canina*.

Il vero cubebe è in grani sferoidali, alquanto simili a quelli del pepe comune, sugoso, di colore verdognolo o bruno-nerastro, con un nocciolo bianco ed oleoso nell'interno, di odore aromatico che ricorda quello della canfora, di sapore acre, aromatico ed amaro; la parte inferiore è ristretta e forma una specie di coda o falso pedicillo, da cui il nome francese di *Poivre à queue*.

Contengono oltre alla fibra legnosa:

Olio essenziale;

Un liquido verde e grasso (resina molle) di odore sgradevole, di sapore amaro, e che somiglia a quello del copaibe;

Una resina bruna e dura;

Materia estrattiva simile a quella delle leguminose;

Delle gomme e qualche sale;

Dall'essenza se ne estrae poi una canfora speciale ed un principio neutro detto *Cubebina*.

Oltre al cubebe già notato, si trova ora in commercio un'altra varietà detta delle Indie olandesi e che secondo Groenweger sarebbe il frutto del *Piper anisatum* e secondo Pao e Favrot del *Piper cubeba;* è però meno attivo del vero cubebe.

Il cubebe già stato esaurito coll'alcool per estrarre i principii attivi si riconosce facilmente per non avere quasi odore e per l'insipidità.

Alla polvere di cubebe si mescolarono diverse sostanze vegetali, e specialmente notevole quantità di *cicoria torrefatta*. Fu anche trovata falsificata la polvere di cubebe con giusquiamo. Questa polvere non lascia untuosità sulla carta e sulle dita, inoltre fornisce coll'acqua e coll'alcool un estratto nerastro, mentre quello di cubebe è rossiccio.

Cirepisco, medico arabo, fu il primo a trattarne, gli Inglesi più tardi assai ne diffusero in Europa l'uso contro la gonorrea, avendolo appreso dagli Indiani. Si adopera assieme al copaibe: è stimolante e stomatico, in forti dosi produce vomito ed eruzione cutanea.

Si somministra in polvere stemperata nell'acqua, in pillole, confetti, od oppiato; se ne fa l'estratto alcoolico, la tintura, e l'infuso. La dose varia da due a sessanta grammi.

Genziana.

Le radici della *Gentiana lutea* (Genzianee) a cagione del loro principio amarissimo e tonico trovano applicazione come droga farmaceutica.

Questa pianta è indigena dell'Europa, e non è la sola specie conosciuta, perchè mentre ad esempio in Italia ed in Francia si adoperano specialmente le radici della *Gentiana lutea*, in Inghilterra e Germania si adoperano quelle della *Gentiana purpurea*, che è anche più amara della precedente. Altre qualità sono la *G. pannonica* (specialmente in Austria), e la *G. punctata*.

Le radici della *G. lutea* sono grosse come il pollice, rugose, bruno-giallastre di fuori, gialle e spongiose nell'interno. Tra il legno e la corteccia vi è un anello anche più scuro di questa.

L'odore è particolarmente sgradevole, il sapore in principio dolciastro, ma poi si risolve in amarissimo. Tra i suoi principii immediati van ricordati: l'*acido genzianico* o *gentisina* che ne è la materia colorante, la *genziopicrina* che è la sostanza amara, e finalmente un principio zuccherino fermentabile. La quantità di sostanza zuccherina è così grande che in molti luoghi, specialmente in montagna, si fa fermentare le radici per ottenerne un liquore alcoolico, di sapore amaro, e non troppo buono, benchè da alcuni assai stimato.

Furono qualche volta sostituite alle radici della genziana quelle dell'*Aconitum napellus*, dell'*Atropa belladonna*, del *Rumex patientia*, e del *Veratrum album*.

Fu anche trovata della polvere di genziana mescolata con *ocra gialla*.

Gialappa.

Si dà questo nome alle radici o tuberi di alcune piante appartenenti alla famiglia delle *Convolvulacee*. La *gialappa off.* appartiene all'*Ipomea Schiedeana*, secondo il Pereira all'*Exogonia purga*; è indigena delle Ande del Messico e cresce a grandi altezze sopra il livello del mare.

Le radici si trovano in commercio in pezzi rotondi o periformi, di colore grigio-bruno all'interno ed all'esterno che è verrucoso; la grossezza varia da quella di una nocciola a quella del pugno. Il sapore e l'odore sono sgradevoli; il sapore poco dolciastro in principio, riesce poi amaro e raschiante. Sulla sezione trasversale si vedono dei raggi e dei cerchi concentrici ripieni di sostanza resinosa.

Si vende pure la *gialappa* leggiera o fusiforme, che è la radice del *Convolvulus orizabensis* che arriva dalle Cordigliere.

Questa, esternamente di colore giallo-bruno ed internamente giallo-chiaro, non ha raggi resinosi ma solamente dei puntini ripieni di resina.

Il principio attivo della gialappa è una resina, che contiene due sostanze particolari, la *gialappina* e la *convolvulina;* questa predomina nella gialappa off., la prima nella gialappa fusiforme.

La gialappa è usata in farmacia per la sua azione purgativa.

Si somministra in polvere, in tintura od estratto.

La resina si dà mescolata con zucchero od in pillole, in emulsione o stemperata con sciroppo di rabarbaro.

La resina viene anche in commercio in verghette diritte od attortigliate, di colore bruno-grigio o verdognolo, e di frattura lucente bruno-scuro.

La resina che nelle radici della G. off. è contenuta nella proporzione di 10-15 per cento, è insolubile nell'acqua e nell'essenza di trementina, completamente nell'alcool, parzialmente nell'etere e nel cloroformio (perchè vi si scioglie la sola gialappina). È solubile nella soluzione diluita e calda di potassa, e non è precipitata dagli acidi. Se è sofisticata con vere resine, come colofonia, la soluzione alcalina precipita cogli acidi.

Se vi fosse mescolata della resina di Guajaco, una cartolina intrisa nella soluzione eterea, asciugata e bagnata con acqua di cloro prende un coloramento azzurro.

Ipecacuana.

Questa droga officinale non si introdusse in Europa che nell'ultima metà del secolo XVII. È costituita dalla radice di una pianta della famiglia delle *Rubiacee*, e precisamente della *Cephalis ipecacuanha* indigena del Brasile.

Le qualità commerciali sono essenzialmente due.

La ipecacuana *grigio-nerognola* o *bruna* in pezzetti lunghi circa 16 cent., grossi come unapaglia o come una penna da scrivere e che si assottigliano verso la punta; l'interno legnoso è bianco-giallognolo; la corteccia biancastra o grigio-bruno e formata a rigonfiamenti come tanti anelli.

Il principio attivo o *emetina* vi è contenuto nella proporzione del 16 per cento circa, e sta specialmente nella scorza. Ha odore nauseoso ed irritante, il sapore è acre, aromatico, amaro nauseante.

La ipecacuana *grigio-rossa* non differisce dalla precedente che pel colore della corteccia meno cupo e rossigno; ha odore meno forte, sapore meno aromatico, e contiene l'*emetina* in dose alquanto minore.

Si conoscono ancora:

L'*ipecacuana nera*, o *cenerina* o *striata* che consta dalle radici della *Psichatria emetica* e che cresce al Perù ed alla Nuova Granata.

L'*ipecacuana bianca*, radice della *Richardsonia brasiliensis* che cresce nei dintorni di Rio Janeiro. Contiene soltanto più il 6 per cento di sostanza attiva.

L'ipecacuana si somministra come emetico negli imbarazzi gastrici e nel colera, come tonico nelle febbri intermittenti e nella dissenteria.

Si dà in polvere, in infuso, in estratto alcoolico, in sciroppo ed in pastiglie.

Talvolta nelle pastiglie vi si mescola del tartaro emetico; si riconoscerà la sua presenza ricercandovi i composti di antimonio colle norme dell'analisi chimica.

Corallina.

Una particolare specie di alga e precisamente la *Gigartina helminthocorton* (Floridee) costituisce la *Corallina officinalis* detta anche *Corallina di Corsica*, perchè abbonda nel Mediterraneo e specialmente lungo la Corsica.

L'alga raccolta si fa seccare, e quindi si mette in commercio, dove arriva però generalmente impura, mescolata a sabbia e frammenti di conchiglie.

È costituita da filamenti fibrosi, che in alto si biforcano. È di colore rosso-giallo o violetto all'esterno, e giallo biancastro all'interno, ha sapore salino, odore delle sostanze marine. Contiene in piccola quantità del *bromuro* e *joduro di sodio*.

È adoperata in medicina contro le affezioni ghiandolari, e come antielmintico.

È talvolta falsificata con *Lichen castaneus* che si riconosce al colore più scuro ed alla maggiore flessibilità.

Si adoperano come suoi surrogati anche altre specie di *Sphærococcus*.

Lichene islandico.

La *Cetraria islandica* cresce nelle pianure dell'Europa settentrionale, ma anche nelle regioni montuose dell'Europa centrale, vegeta sugli alberi ed anche sulla terra, in forma di tallo bianco-grigio, laciniato, soventi cigliato all'orlo e con macchie bianche su una delle faccie.

Quando è secco è coriaceo, senza odore, e di sapore amaro, nell'acqua si gonfia e diventa pieghevole, le cede una parte del principio amaro, e sostanze mucilaginose.

Tra i suoi componenti contiene zucchero, un principio amaro (gliceride dell'acido cetrarico) e molto amido.

La decozione si rappiglia in gelatina col raffreddare. Si adopera in medicina, come tonico nelle diarree, e contro la tosse. Se ne prepara il decotto e la gelatina, e se ne fanno delle pastiglie.

Per fare le pastiglie si priva però prima del principio amaro con macerazione nell'acqua.

Segala cornuta.

È così denominata la degenerazione che si produce nei grani di segala a cagione dello sviluppo di un piccolo fungo detto *Claviceps purpurea*.

Sul seme di segala si sviluppa allora un'appendice curvata a guisa di sperone, lungo più di un centimetro, che esternamente ha colore viola-nerastro, internamente bianco.

Quando è recente ha l'odore dei funghi, se è disseccata alquanto rancido ed ammoniacale.

Il principio attivo, detto *ergotina*, è un potente veleno, che però ha qualità preziose, e si somministra in certi casi per eccitare le contrazioni dell'utero.

Siccome deperisce facilmente, non va conservata per più di un anno.

È falsificata qualche volta con segala colpita dal carbonchio, o con imitazioni fatte con gesso e farina colorata in nero, e plasmate a foggia di vera segala cornuta.

Queste falsificazioni immerse nell'acqua si spappolano, di più non hanno il centro bianco come la vera.

Noce vomica.

Chiamansi così i semi della *Strychnos nux vomica* (Stricnee), albero che cresce specialmente lungo le coste del Coromandel.

Hanno forma discoide, lunghi da 2-5 cent. e spessi 3-4 mm. Sono duri, soventi storti, di colore giallo-grigiastro e ricoperti di peli brevi, finissimi e lucenti. Sono amarissimi, ed hanno un'azione tossica potente, a cagione dei due alcaloidi *Stricnina* e *Brucina*, che contengono, il primo nella proporzione di 0.5-0.6 per 100, ed il secondo di circa la metà.

La polvere venne falsificata qualche volta con polvere di *Guajaco*.

Si adopera la noce vomica per l'estrazione di questi due alcaloidi, e per distruggere insetti, uccidere sorci, ecc.

Fave di S. Ignazio.

Un'altra pianta dello stesso genere, cioè lo *Strychnos Ignatii* dà pure dei semi che godono delle stesse proprietà.

I semi di questa pianta hanno una forma differente da quella dei precedenti, e somigliano alquanto alla noce moscata. Hanno forma ovale con 3-4 angoli, sono lunghi 2.5 cent., larghi 1-1.5, spessi 1.5-2. Il colore è bruno scuro, la superficie è liscia, con pochi peli più grossi di quelli della noce vomica.

Nell'interno vi è un albume biancastro di consistenza cornea.

Contengono pure *stricnina* e *brucina*, però racchiudono circa il doppio di stricnina dei precedenti.

Hanno le stesse applicazioni della noce vomica.

Hascich.

È questo un nome arabo che significa *erba;* gli Indiani la chiamano *banh*, i Persiani *banzic*, ed i Turchi *esrar*.

Sotto tali nomi si intende tanto la pianta *Cannabis indica*, quanto i preparati che se ne ricavano. Da molto tempo è conosciuta questa pianta, ed i suoi effetti fisiologici dagli Orientali, presso i quali se ne fa un vero abuso, a cagione delle sue proprietà esilaranti ed inebbrianti.

A somiglianza dell'oppio e di altri narcotici, è stimolante a piccole dosi, mentre a dosi più elevate è calmante e sonnifero.

Il principio attivo consiste in una sostanza resinosa detta *cannabina* od *ascicina*, e forse anche nell'olio volatile costituito dai due idrocarburi, il *cannabene* e l'*idruro di cannabene*.

Gli Arabi ne ottengono come preparato attivo lo estratto grasso; però, per mascherarne il poco grato sapore, vi mescolano zucchero, cannella, vaniglia, muschio, ecc., prendendo allora il nome di *dava* o *kavanesk*, ossia droga muschiata.

Può giovare contro certe malattie nervose, nei reumi, nel tetano e nelle malattie mentali.

Droghe industriali.

Vischio.

La sostanza glutinosa, eminentemente attaccaticcia e che perciò è adoperata nel preparare le panie, conosciuta sotto il nome di *vischio*, si estrae dalle bacche, dalle foglie e dai giovani rami del *Viscum album* (Lorantacee). Queste parti contengono, oltre a zucchero incristallizzabile, olio grasso, un'essenza odorosa, tannino, gomma, ecc., un principio glutinoso speciale detto *viscina*.

Per ottenere la viscina grezza, si tagliuzzano i pezzetti di corteccia e di ramoscelli, si triturano e si esauriscono con acqua. Si ha così una massa glutinosa, vischiosa, gialliccia, che oltre alla viscina contiene una sostanza cerosa, un'altra detta *viscantscina*, e della fibra legnosa.

Pella distillazione secca della viscina se ne ricava un olio giallo verdiccio mobilissimo, che passa quasi tutto tra 210° e 275°.

Licopodio.

La polvere di licopodio è costituita dalle spore di una specie particolare di felce, cioè del *Lycopodium clavatum* (Licopodiacee).

La polvere è finissima, di colore giallo-pallido ed infiammabile.

Per vederne la forma va esaminata al microscopio ed allora appare costituita di sezioni di sfere, formate da tre piani diretti al centro, per cui l'apparenza è di un tetraedro, di cui una delle faccie è curva (fig. 162).



Fig. 162.

La superficie è granulosa, e coperta di peli, che finiscono in ciuffo all'estremità. Questa polvere è insipida, molto infiammabile, come già si disse.

È così idrofuga, che spalmandosene le mani si possono immergere nell'acqua senza che si bagnino.

Per questa proprietà è usata nelle farmacie per avvolgere pillole, come si fa colla polvere di liquirizia o colle foglie d'argento.

Va però conservata in luoghi asciutti, ed in vasi ben chiusi, perchè, a cagione della copia d'azoto che contiene a cagione della pollinina, specie di cera, che n'è l'elemento principale, va soggetta facilmente a fermentazione putrida. La polvere di licopodio è usata nei teatri per l'imitazione dei lampi, e nella pirotecnia per la sua grande infiammabilità.

Il suo commercio è specialmente esercitato nella Stiria, in Baviera, nel Würtemberg ed in Russia. È soventi falsificata specialmente con polline di varie specie di conifere, come quelle del cedro, e del pino, ed anche con quella del *Typha latifolia*.

Queste polveri si distinguono pel colore giallo più carico, per la minore infiammabilità, e poi al microscopio molto facilmente per la diversità di forma. In generale sono molto più grandi.

Si mescolano pure soventi al licopodio, del solfo, delle sostanze amidacee, della polvere di legno, del talco polverizzato.

Col microscopio, colla stacciatura con staccio di seta finissima, si possono vedere e separare soventi queste sostanze.

Il solfo è svelato dall'odore quando brucia, le sostanze amidacee colla soluzione di jodio, le sostanze minerali rimangono quando si incenerisce la polvere, inoltre pel maggior peso si separano stemperando la polvere nell'acqua.

Sommaco.

Il *sommaco*, droga industrialmente importante per le sue proprietà tintoriali e concianti, si ricava da varie piante del genere *Rhus* della famiglia delle *Terebintacee*.

Si divide essenzialmente in *sommaco vero* e *falso*.

Il primo è derivato dal *Rhus coriaria* ed è costituito dalle foglie e dai ramoscelli triturati e macinati.

Il *Rhus coriaria* è un arbusto alto da 3 a 5 metri, che cresce allo stato selvatico nell'Europa meridionale e specialmente in Sicilia.

I ramoscelli ed i piccioli delle foglie sono coperti di peluria rossiccia, e le foglie sono composte di foglioline ovali, seghettate, coperte di peluria sulla pagina inferiore. Si fa la raccolta prima della fioritura e cioè in luglio-agosto, perciò si staccano i rami, che si seccano al sole, si battono con bastoni e finalmente si triturano sotto una macina le parti staccate colla battitura.

La polvere quando è recente ha un aspetto verde e fresco ma che sbiadisce col tempo. L'umidità lo rende nerastro ed inservibile, va quindi conservato con molta cura, anche per preservarlo dalla eventuale fermentazione, per la quale il tannino si cangia in acido gallico e ne restano così alterate le proprietà.

In commercio vi sono le seguenti qualità di sommaco vero.

Sommaco di Sicilia, che è il più pregiato, di color verde grigio, di odore acuto e privo di parti legnose.

Sommaco di Spagna, poco inferiore a quello di Sicilia, di color verde tendente al giallognolo.

Sommaco di Portogallo, più scadente dei precedenti.

Sommaco francese, di color verde scuro, di sapore acre ed astringente.

Le prime tre qualità sono essenzialmente stimate per la tintoria, il francese ed i sommachi falsi si usano più particolarmente in conceria.

I *sommachi falsi* provengono specialmente dal Veneto, Tirolo e Dalmazia, e derivano dal *Rhus cotinus*, che ha foglie semplici al contrario del *Rhus coriaria*.

Oltre alle qualità accennate di sommaco vi sono ancora:

Il *sommaco della Virginia o del Canadà*, del *Rhus siphа* originario dell'America settentrionale. *Sommaco liscio o della Carolina*, derivato dal *Rhus glabra*.

Sommaco della Cina, che si ricava dal *Rhus semialata;* e qualche altra qualità secondaria. In Francia oltre dal *Rhus coriaria*, si ricava pure del sommaco falso dalla *Coriaria myrtifolia*.

Il principale componente del sommaco è il tannino, che gli impartisce le sue proprietà industriali: oltre a questo contiene una sostanza colorante giallo-aranciata simile alla quercitrina.

Si può ritenere che in media il tannino vi si contenga nelle seguenti proporzioni:

	Tannino per cento
Sommaco di Sicilia	16.20
» di Spagna	10.16
» della Carolina	5.00
» della Virginia	10.00

Una buona qualità di sommaco deve essere di color verde vivace, di odore aromatico, alquanto analogo a quello del tè, e di sapore astringente.

Nella massa non vi debbono essere grumi riuniti, indizio di principio di fermentazione, nè deve lasciare un residuo di ceneri superiore al 10 per 100.

Converrà anche sottoporre il sommaco all'esame microscopico, le varie specie essendo caratterizzate da una forma speciale dell'epidermide; il sommaco vero è inoltre distinto dai molti peli, formati di due cellule, che rivestono il picciolo.

Bibliografia — L. Soubeiran, *Nouveau Dictionnaire des falsifications et des altérations des aliments, etc.* — Vierthaler e Bottura, *Trattato completo di merciologia tecnica.* — Klenke, *Lexikon der Verfälschungen* — G. Planchon, *Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale.* — Wagner, *Tecnologia.* — Selmi, *Enciclopedia chimica* — Henkel, *Waarenkunde.* — Flückiger et Handbury, *Histoire des drogues d'origine végétale*, traduit par Lanessan etc.

Ing. M. Zecchini.

DUNE — Franc. *Dunes.* Ingl. *Sandhills.* Ted. *Dünen* Spagn. *Dunas.*

Cenni generali. — Le *dune* sono quei ridossi di sabbia, a guisa di monticelli, che cominciano in molte spiaggie arenose a poca distanza dalla battigia del mare e, alternandosi con delle bassure, si inoltrano verso terra per tratti spesso considerevoli. Questi ridossi possono essere molto alti e costituire quasi delle colline, le cui cime sovrastano al livello medio del mare di parecchie diecine di metri. Si citano altezze di ottanta e più metri.

Le dune non si trovano solo presso la spiaggia del mare; ma talvolta anche lungo gli ultimi tronchi dei fiumi che sboccano in mare, entro un alveo a fondo sabbioso. Queste dune, meno frequenti delle prime, diconsi *fluviali.*

Un'altra specie di dune è finalmente quella che si trova nei deserti sabbiosi, per esempio in quello di Sahara.

Facile è rendersi ragione del modo come nascono le dune marine, e chiunque si trovi in un luogo dove esistono, può seguire coi suoi occhi la loro continua formazione. Il fondo del mare è sconvolto dalle ondate, laddove la profondità dell'acqua è piccola. Dove invece è grande, può essere sconvolto dalle correnti. Le particelle solide tratte dal fondo sono tenute sospese, grazie alla velocità da cui l'acqua è animata; ed è noto che quanto maggiore è questa, maggiore è pure il peso delle particelle che possono essere tenute sospese dall'acqua in moto. Accade nel mare ciò che ha luogo pei fiumi in riguardo alle torbide.

Spingendosi verso terra, le ondate perdono, via via che salgono sulla riva, la velocità che avevano, e pure successivamente lasciano buona parte di quello che recavano sospeso. Prima si depositano le particelle più grosse; indi, via via, le minori. La estrema linea, cui arriva il mare in ogni momento, è sempre limitata da una strisciuola di avanzi organici o di altre sostanze galleggianti, che per questa loro proprietà hanno retto sull'acqua fino all'estremo della sua corsa.

In tal modo si forma lungo la spiaggia del mare a fondo sabbioso un capezzale di rena, che è più alto delle acque ordinarie e che i geologi chiamano *cordone littorale.*

La materia lasciata può asciugare e la sua natura può essere tale che diventi mobilissima. Questo avviene specialmente per la sabbia silicea; meno assai per la sabbia argillosa. Il vento che sopravviene può alzarla e spingerla verso terra, quando così vuole la sua direzione. È tale movimento che crea quei ridossi che chiamansi *dune.* Esse sono sempre l'effetto dell'azione del vento, sieno *marine*, oppure *continentali.*

Se si tratta di spiagge dove la differenza fra il flusso e il riflusso è considerevole, la formazione del cordone littorale e delle dune è molto facilitata. I venti hanno maggior copia di materiale soggetto alla loro azione, e le dune assumono, ad altre circostanze pari, proporzioni più grandiose. Ma non è questa una condizione necessaria. Lungo le coste del Tirreno, presso Pisa, per es., vedesi una bella sfilata di dune, dette in Toscana *tomboli.* La differenza di livello fra l'alta e la bassa marea è ben piccola, m. 0.30 circa: forte e volto verso terra è però il vento dominante, il libeccio. Molti altri sono gli esempi di dune su spiagge dove l'effetto della marea è quasi sempre insignificante. Basta citare le dune presso le bocche del Nilo e quelle delle spiaggie prussiane e russe.

Necessaria è invece la condizione che il vento dominante spiri verso terra. Le isole dello Zuiderzee non hanno dune dalla parte volta a mezzogiorno, perchè il vento dominante non vi soffia verso terra.

Le dune non si compongono di una sola serie di ridossi parallelamente disposti alla spiaggia; ma di parecchie, frammezzate da valli. Ciò si verifica sia sulle coste dove il mare si ritira, come quelle toscane, sia sulle coste soggette invece a diminuzione, come le olandesi.

Se la sabbia è argillosa, o calcare, la formazione delle dune è resa più difficile o anche impossibile, perchè il sedimento lasciato dalle acque, asciugando, rimane talvolta un po' impastato e in ogni modo offre minor presa al vento. Un'altra ragione è che in tali casi la vegetazione è più facile, mentre sulle spiaggie di pura sabbia è in vicinanza del mare difficilissima. La vegetazione tiene ferma la sabbia e il vento non può più operare il trasporto verso terra, come fa sul suolo nudo.

Per questo motivo le dune fluviali sono più rare, e quando si trovano sono meno appariscenti delle marine: la sabbia depositata dai fiumi essendo generalmente argillosa.

In Bretagna trovansi delle dune di sabbia resa calcarea dal frantumarsi delle conchiglie, e giusto per questa ragione sono poco rilevate.

In Toscana chiamansi *cotoni* i *tomboli* più bassi e più spianati, *lame* le depressioni a guisa di vallicelle.

Dietro le dune trovasi generalmente una zona di terreni sabbiosi elevati, ma senza brusche disuguaglianze di livello, che può considerarsi come appartenente alle dune, essendosi formata collo *spolveramento* di esse causato dal vento. Questo fa e disfà le dune, che, lasciate a loro stesse, si inoltrebbero sempre verso terra.

Tale fatto del movimento continuo delle dune ha fatto venire a taluni l'idea di servirsene come mezzo di misura del tempo trascorso dall'epoca in cui si stabilì l'attuale stato altimetrico della terra ferma rispetto a quello del mare. Si dovrebbe dedurre la progressione media dalle osservazioni locali e calcolare da questa media osservata e dalla larghezza delle dune il tempo passato da che cominciarono.

Tale concetto, messo innanzi da E. de Beaumont, è stato combattuto da altri geologi, fra i quali basta citare Lyell, che ha osservato l'impossibilità di determinare il punto di partenza di questo movimento. La spiaggia del mare subisce delle modificazioni dovute all'azione delle acque, che è nel maggior numero dei casi devastatrice, e di più si ha in certi casi il fatto che le spiagge medesime hanno cambiato di livello rispetto al mare nei tempi storici: inoltre il movimento delle dune non è uniforme.

Prima di terminare questi cenni generali sulle dune, aggiungeremo che le *lame* sono chiamate *pannes* nel nord della Francia ed in una parte del Belgio, *lettes* nel sud della Francia, *pannen* (tegoli) in Fiandra ed in Olanda, dove diconsi *geestgronden* i terreni pianeggianti e sabbiosi formati col trasporto della sabbia delle dune.

Le dune interessano in varia maniera l'arte dell'ingegnere. Esse sono un baluardo che la provvida natura ha fatto creare al mare, perchè certe terre sieno difese contro di lui.

Laddove queste terre sono così basse, che a difenderle non basta il solo cordone littorale, ma occorre un riparo di notevole altezza, le dune sono un argine naturale che deve la sua potenza alla grande massa che sta opposta all'azione distruggitrice dei flutti. Ma la provvidenza della natura non è arrivata al punto di dar loro una resistenza a tutta prova; chè anzi, lasciate a loro stesse, soggiacerebbero soventi nella lotta contro le acque. L'uomo che non si contenta di questa provvidenza *a grandi tratti*, ma vuol vivere sicuro da ogni visita dell'importuno elemento, deve venire in ajuto alla natura. All'ingegnere è affidato il grave compito.

Gravissimo danno può venire dal disfacimento delle dune, anche dove non servono di riparo a estese regioni. Il loro movimento verso terra cuopre questa di sabbia: e tale flagello, meno temibile dell'acqua irrompente, perchè non compromette la vita, è però maggiormente capace di distruggere la ricchezza di un paese. Il vento ritogliendo alle dune la rena può cuoprire con questa luoghi abitati e fertili campagne. Nel secolo scorso alcuni villaggi del golfo di Guascogna furono insabbiati al punto da non essere più abitabili, e più volte quei meschini abitanti dovettero ritirarsi coi loro tugurii, lasciando case e terre alla sabbia devastatrice. Le dune di La Teste camminavano di più che 20 metri all'anno. Della chiesa di Vieux Soulac per molto tempo (sino a che non è stata sgombrata) non si poteva vedere che il campanile. Questi ed altri fatti sono registrati nel *Trattato di Geologia* di A. De Lapparent. Per le spiagge inglesi si leggono dei particolari su trasformazioni consimili nel trattato del Lyell.

Anche per questa ragione interessa di *fissare* le dune: ed è naturale che ogni sforzo sia stato fatto per fissarle in modo da potere anche trarre un frutto da quelle zone di terreno, che in certi paesi rappresentano estensioni ragguardevolissime.

Noi non daremo che quelle notizie più importanti le quali entrano nell'arte dell'ingegnere, lasciando a chi è competente la trattazione delle dune sotto l'aspetto agronomico.

A un altro utilissimo ufficio possono prestarsi le dune: a quello di fornire acqua, che col sussidio di filtri semplici, diventa potabile. Anche di questo faremo parola.

La sabbia delle dune, poi, quando la larghezza loro consente l'estrazione, è una risorsa preziosa per quei paesi, dove le fondazioni sono difficili, causa la instabilità del suolo, e dove scarseggiano i materiali da costruzione. Vi torneremo in seguito.

Sul modo di consolidare le dune. — L'Olanda è il paese dove da tempo più remoto si è studiata la maniera di consolidare le dune. Una gran parte di quella regione è situata sotto il livello dell'alta marea e la sua precipua difesa contro il mare sta nelle dune. Queste difendono, salvo brevissimi tratti, la costa della terra ferma sul Mare del Nord.

Esse costituiscono l'ultimo tronco di quella lunghissima sfilata di dune, che comincia presso Calais e finisce ora a Schagerak. In due soli punti, questo riparo naturale è stato interrotto e l'uomo ha dovuto supplirvi costruendo delle dighe sui resti delle dune.

Così sono nate le famose dighe di Hondsbossch e di Helder, la prima delle quali non rimonta che al XVI secolo.

Le isole del nord sono pure difese da dune. Quelle del sud, appartenenti all'Olanda meridionale e alla Zelanda, sono in parte difese dalle dune, in parte dalle dighe, e queste sono al posto delle dune venute a mancare. La più notevole, quella di Westkappel, che è divenuta celebre e costa somme ingenti per l'annuo mantenimento, non è che un'antica duna regolarizzata e difesa.

Il mare e il vento creano le dune e poi sono le cause del loro disfacimento.

Il mare attacca le dune coll'azione distruggitrice delle onde e delle correnti. Il vento asporta la mobilissima rena sia verso il mare, sia verso terra, come avviene più spesso.

Il *fissare* le dune riguarda più specialmente la difesa contro i venti.

Per difendere le dune contro il mare si fanno due specie di opere.

Le une tendono a difendere la spiaggia propriamente detta, per impedire che il mare si avvicini al piede delle dune e le scalzi. Le altre hanno per mira di fortificare la parte delle dune esposta alle acque. Sono lavori direttamente applicati alle dune, quando sia assolutamente impossibile di tenerne lontano il mare.

Le opere della prima specie consistono particolarmente nelle seguenti categorie:

1° Affondamento di zatteroni di fascine caricati di pietrame e terra, che in olandese sono conosciuti col nome di *zinkstukken*. Questi si applicano sul fondo del mare presso la riva, seguendone le dolci irregolarità, gli fanno per così dire da fodera, e lo preservano dalla corrosione.

2° Gettate di pietrame e di rottami di mattone a fondo perduto. Queste si fanno quando le condizioni sono meno gravi; ma è ben difficile che quest'opera sia sufficiente. La prudenza consiglia generalmente di fare la gettata *dopo* avere affondato gli zatteroni.

3° I moli, che hanno per scopo di deviare le correnti e rendere più tranquille le acque. I moli si fanno in 3 modi:

a) Di argilla coperta e difesa contro l'azione dei flutti.

b) Di strati di fascine caricati con rottami di mattone, o pietre, e tenuti fermi da pali.

c) Di zatteroni caricati di pietrame.

Gli zatteroni poi sono impiegati come fondazione anche pei primi due sistemi, quando si tratta di fondare al disotto della bassa marea.

La distanza nei moli si fa non minore della loro *lunghezza* e non maggiore del doppio di questa; per lunghezza intendendosi quella della parte che due volte al giorno è coperta e scoperta dalle acque.

Un ottimo mezzo per rialzare una golena stata corrosa dalle acque è quello di fare delle steccate di fascine o di cannella, alte poco meno di 1 metro, rinforzandole con palotti. Si staccano a squadra dalla duna e si protendono verso mare. Queste steccate si fanno a una diecina di metri di distanza e si collegano con un'altra longitudinale al piede della duna.

Le dune dovrebbero avere una golena, che in Zelanda sul Mare del Nord avrebbe ad essere di circa 400 metri. Dalla linea della bassa marea in su dovrebbe avere una scarpata intorno al 50 : 1.

Quando, nonostante ogni rimedio, il mare si avvicina alle dune, quando la *linea della bassa marea* e quella

dell'alta marea si avvicinano fra di loro e camminano tutte due con passo minaccioso verso le dune, bisogna difendere direttamente queste.

Alle loro falde esterne si dà una scarpata non minore di quella corrispondente all'angolo di natural declivio della loro sabbia, che varia da 30° a 35°. Le falde esterne sono generalmente meno ripide di quelle interne, o volte verso terra. Allo stato naturale, anzi, quando sono in via di non molestata formazione, la scarpata esterna è assai meno inclinata di quanto porterebbe l'angolo di natural declivio. Il vento non potrebbe fare salire la rena su un piano molto inclinato coll'orizzonte. La inclinazione di questo piano dà una idea della intensità dei venti dominanti. In ogni modo si regolarizza, come è stato detto, la falda esterna, si taglia orizzontalmente la cima dandole una discreta larghezza per impedire gli scoscendimenti, e si riveste tutto di argilla. Su questa si fa in basso quella opera di fascine speciale, che gli Olandesi chiamano *rijsbeslag*, e che consiste in fascine collocate in più strati (alternando la disposizione delle fascine medesime) e caricate di rottami o di pietre, tenuti fermi da piccole stecconate orizzontali fatte con sverze che si intrecciano attorno a dei paletti. Più in alto si fa una copertura di paglia e cannella fissata al suolo mediante torchi di paglia, che vi si sovrappongono e vi si conficcano a intervalli, in modo da dare, per così dire, tanti *punti*. Questa opera in paglia è ciò che chiamasi *krammat*, e soventi si applica anche sotto il *rijsbeslag* come primo strato (1).

Nei casi più gravi, poi, si ricorre al partito di rivestire le dune con pietrame. Questi rivestimenti si fanno ora generalmente con prismi di basalto, che, regolari come sono, consentono uno stabilissimo aspetto. Si impiegano pure in certi luoghi delle palizzate fatte con pali sporgenti dalla scarpata per 3 metri circa, conficcati nel suolo per m. 1.50 almeno, e del diametro non inferiore a m. 0.20. Si mettono in file regolari, a distanza di circa m. 2.50, e si collegano con robuste filagne e controfilagne.

Le dune si difendono insomma come le dighe. La duna diventa una diga di sabbia.

Non aggiungeremo altri particolari sulla difesa delle dune contro il mare. La materia non farebbe difetto, e noi non l'abbiamo neppure sfiorata. Ma in Italia fortunatamente non abbiamo bisogno di queste opere: e perciò il già detto ci sembra sufficiente.

Passiamo alla difesa contro il vento.

Il mezzo più antico sta nel ricuoprire le dune di una pianta speciale, che del resto vi alligna anche naturalmente. È questa la *psamma arenaria*, o *arundo arenaria*, o *ammophila arundinacea*, che trovasi in abbondanza anche nelle dune del Mare Toscano, dove è chiamata *paglietta di mare*. In italiano viene chiamata *sparto pungente*, *canna marina*, *cannizzola marina;* in dialetto siciliano *burruni*. Questa graminacea, che d'ora in qua chiameremo *paglietta di mare*, intendendo sempre di riferirci alla *psamma arenaria*, è conosciuta in francese col nome di *hoyat;* e più specialmente con quello di *gourbet* nel Golfo di Guascogna. Corrispondenti sono *halm* in fiammingo, *helm* in olandese e in tedesco, *marram* (2) e forse anche *bent-grass* in inglese. Questi nomi si applicano anche a piante diverse, per esempio all'*elymus arenarius;* ma poichè in ogni modo l'ufficio loro è identico, non gioverebbe allo scopo nostro lo istituire speciali investigazioni su questo punto.

Da molto tempo (3) si trae profitto dalla *paglietta di mare* per *fissare* le dune sulle spiagge francesi, inglesi, belghe e olandesi. Ma il paese, ove questo mezzo di fissare le dune è applicato in maggiori proporzioni, è l'Olanda, per la quale può dirsi che sia una difesa nazionale.

Per lo *spolveramento* delle dune divenne inabitabile il Boschplaat nel secolo XVII, nel quale sparì pure l'isoletta di Heffezand (nome che in olandese significa *alza-sabbia*). Nel secolo seguente la medesima sorte toccò per la medesima causa all'isola Koornzand.

L'isola di Ameland ha minacciato più volte di spartirsi in due, e anche attualmente si fanno dei lavori per fermare non solo le dune esistenti, ma altresì per aumentarle in larghezza e altezza in certi punti pericolosi.

La *paglietta di mare* difende le dune non solo coi culmi ma anche colle radici molto lunghe, che fermano la sabbia. Ogni vegetazione cambia, poi, lo stato del suolo, e nel caso della sabbia la rende meno mobile.

Un privilegio di questa pianta è che sebbene coperta dalla rena non muore; ma si fa strada a traverso di essa (entro certi limiti naturalmente) e torna a crescere all'aria aperta. Si estrae dai luoghi interni, dove cresce in abbondanza, e fattine dei ciuffi del diametro da m. 0.06 a m. 0.08 (a m. 0.15 dalle radici) si pianta in file regolari, a distanze variabili da m. 0.35 a m. 0.50, entro buchette fonde da m. 0.16 a m. 0.20.

Talvolta, invece di questi ciuffi di piante vive, si infiggono nel terreno dei ciuffi delle medesime piante, ma segate, o più generalmente di paglia di grano o di segale. La paglia, fortemente ritorta, si pianta nel suolo a una profondità un poco minore: da m. 0.12 a m. 0.16.

Un buon sistema è quello per cui si usano e la *paglietta di mare* e la paglia. I ciuffi di paglia difendono le piante vive fino a che non hanno preso sufficiente sviluppo. Piantati i ciuffi di paglia regolarmente ai vertici di tanti quadrati di m. 0.50 di lato, si piantano quelli di *paglietta di mare* in tutti i centri. La distanza fra i ciuffi di *paglietta di mare* è quindi ancora di m. 0.50, mentre quella fra i ciuffi di due specie risulta di m. 0.35.

La paglia ha l'inconveniente che una volta coperta di sabbia deve naturalmente rimanere sotterrata e marcire.

Per ogni 100 mq. di duna ci vogliono quindi 400 ciuffi di *paglietta di mare* e 400 di paglia.

I capitolati di appalto prescrivono ordinariamente quanto segue:

Per ogni 3 mq. si devono usare Kg. 2.500 di paglia, quando non si pianta la *paglietta di mare*. La paglia deve essere di segale o di grano e avere la lunghezza di almeno m. 1.20 nel primo caso, di m. 1.00 nel secondo.

La *paglietta di mare* deve essere stata svelta nell'autunno, conservata nell'inverno entro buche, e deve piantarsi nei primi tre mesi dell'anno.

Ogni ciuffo deve avere almeno *sei* piante vive munite al basso di 3 nodi riproduttori.

Il lavoro si distribuisce così. Degli uomini scavano le buche pei ciuffi di *paglietta di mare* e di paglia. Dei ragazzi (4 per ogni uomo) piantano i ciuffi, torcendo bene quelli di paglia e pigiando dipoi la rena all'intorno.

Altri dati per l'analisi del costo sono i seguenti:

(1) Per dare una idea della industriosa cura colla quale gli Olandesi studiano questi mezzi di difesa, basta dire che sul *krammat* esiste una monografia di 67 pagine in-16°, scritta in seguito a un concorso bandito dalla Società zelandese delle scienze, da A. SCHRAVER. Middelburgo, 1804.

(2) Questa l'origine del nome *Marram* dato a certe dune inglesi.

(3) Secondo GEVERS VAN ENDEGEEST (*Het hoogheemraadschap van Rijnland*. L'Aja, 1871, parte I) trovasi accennato alla piantagione dello sparto in tutti i conti annuali del Consorzio generale di Rijnland, fino dal 1557.

Un uomo può fare in 9 ore di lavoro 8800 buche per ciuffi di paglia, o 16,000 per quelli di *paglietta di mare*: ossia, se le buche si fanno a m. 0.50 di distanza, un uomo può farne per 2200 metri q. di superficie di duna nel primo caso, 4000 mq. nel secondo.

Per comporre e legare i ciuffi di *paglietta di mare* occorre una giornata di uomo per ogni 1200 mq.

Un'avvertenza da aversi prima di piantare *paglietta di mare* è quella di ridurre, occorrendo, la scarpata della duna a essere non minore di 2:1. Se fosse più ripida, la vegetazione ne soffrirebbe.

Il consorzio generale di Rijnland, da cui dipendono delle dune importantissime per circa 40 chilometri di costa sul Mare del Nord, fa ogni anno delle considerevoli piantagioni di *paglietta di mare* collocando i ciuffi ai vertici di rettangoli di 0.40 × 0.45, o anche 0.35 × 0.40. Nel 1878 furono piantati 173 ettari. Il costo fu da L. 191 a L. 279 per ettaro. Nei 4 anni 1875-78 il numero medio di ettari piantati ogni anno fu di 148. Le relazioni annuali del Consorzio (da cui estragghiamo queste notizie) non danno per gli anni 1880 e 1881 il numero degli ettari piantati, le piantagioni essendo state saltuarie, solo dove n'era il bisogno. Si da però il numero di *fasci (bossen)* di *paglietta di mare* stata piantata. Di questi *fasci*, contenenti da 30 a 50 ciuffi, furono piantati 150273 nel 1880, 112553 nel 1881 e la spesa fu rispettivamente L. 18848 e L. 13193.

Si vede da queste cifre che riguardano *la sola spesa per difendere quei 40 chilometri di dune contro il vento*, che se esse sono dighe naturali e se non costano nulla d'impianto, costano però moltissimo pel mantenimento.

Abbiamo insistito alquanto su questo argomento, poichè il modo di *fissare* le dune può costituire un argomento interessante anche in Italia. Il sistema predetto può essere utile per fermare la rena sulle scarpate e nelle vicinanze dei canali di scolo, che sboccano in mare a traverso i nostri *tomboli*. Possono così difendersi contro l'insabbiamento dell'alveo prodotto dal vento: un malanno, che, in tempo di burrasche, si aggiunge a quello dell'insabbiamento della foce prodotto dal mare.

La formazione delle dune può ajutarsi, quando giovi, piantando delle siepi morte fitte, o facendo delle paratie di tavole. La sabbia si dispone dalla parte del mare secondo un piano inclinato, che va a poco a poco verso la cresta del riparo. In parte stramazza dall'altro lato, disponendosi qui secondo l'angolo di natural declivio. Dalla parte verso mare, attiguamente al riparo, avviene un turbinio, che ivi fa piegare un poco verso il basso il profilo; ma col tempo tutto viene coperto. Allora o si pianta una nuova siepe o si tirano su le tavole in modo da avere un altro riparo, e far continuare l'innalzamento.

Col primo di questi procedimenti si lavorava nel 1879 in un punto dell'isola di Ameland e si erano già ottenuti buonissimi acquisti.

Le siepi possono farsi con palotti e cannella nel modo seguente: Si fa una fossa profonda m. 0.60 o poco più. Vi si piantano dei palotti di circa m. 0.15 di circonferenza a un metro di distanza. A m. 0.30 dal piano di campagna e a m. 0.80, si collegano mediante doppie catenelle di sverze fissate con vette ai palotti. Frammezzo a queste si inserisce la cannella ben serrata, fino a darle uno spessore di 5 centimetri. La siepe, dopo rinchiusa la fossa e ben pigiata la rena, viene ad avere circa m. 1.00 di altezza.

Un mezzo talvolta impiegato per fissare la sabbia è quello di scavare delle fosse, e riempirle in parte di fascine, ricuoprire e pigiare.

In Francia è stato applicato fin dal secolo scorso un altro sistema per fissare le dune: quello del rimboschimento mediante il pino, segnatamente della specie *pinus maritima*. Questo mezzo di consolidare le dune e impedire la devastazione prodotta dal loro movimento verso terra, ha reso celebre chi lo ideò ed applicò pel primo. Fu questi l'ingegnere capo dei ponti e strade pel dipartimento della Gironda, N. T. Brémontier.

Brémontier dette vita ad un sistema, che, oltre avere conseguito perfettamente lo scopo, ha anche aumentato la ricchezza del paese, poichè il valore dei boschi sulle dune del golfo di Guascogna si valuta ora in 25 milioni. Queste dune sono su una lunghezza di costa di circa 240 chilometri e occupano la superficie di 85,000 ettari. La massima larghezza loro è di 8 chilometri.

Sulla spiaggia propriamente detta non si fa altro che piantare la *paglietta di mare* (1). Brémontier aveva creduto di poter piantare i pini fino a pochi passi dalla battigia del mare, ma non riuscì. Una distanza di 300 metri almeno è necessaria. Si fanno delle paratie di tavole per formare un alto cordone di sabbia, che cominci a riparare la *paglietta di mare* stessa. Queste paratie si fanno anche quando la golena è stata corrosa e interessa rialzarla. Per difendere poi le nuove piantagioni di pino, che si fanno verso mare, occorrono altre paratie. Queste si fanno in tre direzioni, una parallela alla spiaggia e le altre egualmente inclinate, in modo che l'insieme delle tre paratie formi un triangolo isoscele, nel quale i due angoli eguali hanno il valore di 45° circa. Le due paratie inclinate hanno lo scopo di opporsi ad angolo retto contro i due venti dominanti.

Si impiegano per la paratia parallela alla spiaggia delle tavole larghe da m. 0.18 a m. 25, grosse 3 centim., lunghe m. 1.60, di cui m. 1.00 sopra terra. Fra tavola e tavola si lascia un intervallo vuoto di 2 centim., per non impedire il passaggio dall'altra parte alla sabbia. Così si viene a formare, alzando più volte le tavole, una duna artificiale regolare, grossa e alta assai, che piantata con sparto, o con altra erba, difende il terreno retrostante dal vento e dalla rena. Le paratie inclinate si fanno meno robuste, e possono essere siepi intessute di vimini.

Fatte queste opere di prima difesa, si semina dietro di loro il pino insieme coll'*ulex europeus* o *ginestrone*, e colla *genista scoparia*. Queste piante crescono molto più rapidamente dei pini e difendono i pinastrelli teneri. Al quinto anno questi hanno la prevalenza e possono star soli. Appena seminato è indispensabile *cuoprire* gli appezzamenti seminati con dei rami a molte frasche bene spianate dalla parte che deve toccare terra, o con delle rappe di ginestra levate da dove non c'è più bisogno: anche queste ridotte col pennato a essere piane da una parte. Queste frasche vanno bene assicurate al suolo, conficcandovi l'estremità grossa e collocandole in una disposizione regolarmente *imbricata*. La copertura è la parte più costosa delle operazioni che riguardano la sementa.

Nelle *lame* (*pannes*) non occorre cuoprire. Ivi la vegetazione viene quasi sempre naturalmente, poichè il terreno è riparato e umido.

Alla fine del quarto anno i pini sono alti m. 0.45; alla fine del sesto possono essere arrivati a m. 5.00.

Allora si diradano e si continua col diradamento via

(1) Intendiamo qui, come sempre, di parlare dello *sparto pungente* o *psamma arenaria*.

via che crescono. All'età di 25 o 30 anni la distanza deve essere fra i 5 e i 6 metri.

Talvolta, invece di seminare, si trapiantano i pini dai vivai. Questo modo è stato seguìto anche nel dipartimento del Passo di Calais, dove le diverse condizioni di clima impongono cure maggiori.

L'idea da Brémontier applicata con lietissimo successo sulle coste di Guascogna, ha avuto dei buoni risultati anche nelle predette regioni settentrionali della Francia; ma non sono stati tali da confrontarsi con quelli del mezzogiorno.

Il Belgio ha pure una grande estensione di dune. La lunghezza loro misurata sulla costa è di circa 70 chilometri. Ricuoprono una superficie di 5000 ettari, che appartiene per considerevole parte a privati. La massima larghezza è di 2500 metri. Anche nel Belgio sono stati fatti diversi tentativi per imboschire le dune, e alcuni particolari sono riusciti. Ma il principale mezzo di difesa è ancora, come nella vicina Olanda, la piantagione della *psamma arenaria*.

All'Esposizione di Parigi del 1878 potevano vedersi alcuni particolari dei sistemi dei varii paesi per la difesa delle dune. Nel fabbricato speciale dell'Amministrazione forestale (da cui le dune dipendono in Francia) vedevansi i sistemi di paratie con tavole, cui abbiamo già accennato, e le opere di fascine per la difesa del piede delle dune attaccate dalle acque. Non si rilevava traccia nè di lavori volti a proteggere la spiaggia del genere dei moli olandesi, nè di difese mediante paglia o sparto segato.

I moli apparivano, invece, nella predetta Esposizione, come impiegati in Danimarca per la difesa dei punti più minacciati delle dune. Si notava anzi la particolarità di due sistemi di moli; uno provvisorio per rialzare la golena, l'altro stabile e da farsi dopo, a golena rialzata. I primi sono fatti con fascine, gli altri con pali e pietrame.

In Olanda sono stati fatti diversi tentativi di imboschimento; ma non hanno condotto sinora a risultato pratico decisivo per la vera e propria difesa del paese. In molti luoghi le dune *interne* sono coperte di bellissimi boschi, fatti crescere colla perseveranza di singoli proprietarii, che non hanno guardato a spese pur di arrivare a tal fine. Così sonosi rese incantevoli alcune plaghe prima nude e squallide. Basta citare le dune presso Haarlem, che fanno uno strano contrasto colle praterie dei *polders* sottostanti. Ma in questi luoghi non ci sarebbe bisogno di imboschimento per la difesa del mare, che è molto lontano. I boschi servono tutto al più, oltrechè ad ornamento, a impedire l'inoltramento delle sabbie; le quali del resto non farebbero male per tutto.

Sembra che col *Pinus sylvestris*, e non col *P. maritima*, potrebbe ottenersi l'imboschimento delle dune *esterne*. Le diverse condizioni di clima impediscono di applicare fedelmente i metodi usati in Francia. Con quella specie di pino si sono ottenuti buonissimi risultati lungo le coste russe presso Libau, e non dissimile è stato l'esito per delle piantagioni di altre conifere eseguite in Danimarca sulle coste dell'isola Seeland.

Qui dovrebbe l'Olanda trarre gli esempi che le servissero di guida. Ma occorre seminare in vivai e poi trapiantare. Sono necessarii dei buoni ripari esterni che proteggano le piante giovani, e dietro di loro soltanto possonsi trapiantare i pinastrelli. Fa bisogno estirpare i conigli che, dannosi sempre nelle dune, sono esiziali per le piantagioni. Occorre che queste sieno assai estese nella direzione normale alla spiaggia. Gli alberi esposti al mare devono difendere gli altri a loro spese. I primi crescono più meschinamente, ma sono necessarii al buon sviluppo degli altri. Dopo una distanza di un centinajo di metri dal margine verso mare, la vegetazione si trova in buone condizioni.

Perciò le prove andrebbero fatte in grande; e siccome costano assai, la cosa non è tanto facile.

La costa olandese, dove è difesa dalle dune, accenna sempre, nonostante le immense cure che vi sono prodigate, alla diminuzione; mentre su quella francese avviene l'opposto. Qui dove le golene tengonsi più facilmente all'ampiezza voluta, è più facile creare artificialmente un alto cordone di sabbia all'esterno, che riesce provvidenziale per le piantagioni. Questa differenza di condizioni, aggiunta a tante altre, rende diffidenti gli Olandesi, gente positiva quant'altra mai, nell'intraprendere nuovi sistemi. Hanno la *Psamma arenaria* che loro serve benissimo: a questa si attengono e si atterranno ancora per un pezzo.

L'imboschimento delle dune mediante il pino di più specie ed altri alberi e arbusti è riuscito benissimo anche in Italia, con vantaggio economico dei proprietarii e con utile grandissimo per le condizioni climatologiche e igieniche dei luoghi riparati da quei boschi. Noi che scriviamo da Pisa avremmo da parlare dei boschi dei nostri tomboli sulla costa del mare di Viareggio fino a poca distanza da Livorno, dove trovansi i superbi boschi di Migliarino, di S. Rossore e di Tombolo. Per una buona parte queste sono di utilità rilevantissima per la pianura e per la città di Pisa, e dovrebbero essere sottoposti, nel pubblico interesse, al *vincolo forestale*, giusta l'art. 1 della *Legge forestale*. Avendo assunto l'incarico di trattare delle dune soltanto nella parte che è più strettamente collegata coll'arte dell'ingegnere, non vogliamo e non possiamo invadere il campo che ad altri si spetta, e ci limitiamo a questo accenno.

Sul consolidamento delle dune e sul modo di conservarle a difesa contro il mare, possono consultarsi, oltre varii trattati di geologia, gli autori seguenti, che si occupano specialmente di ciò che entra nell'arte dell'ingegnere:

D. J. Storm Buysing, *Handleiding tot de kennis der Waterbouwkunde*, 1ª parte, Breda 1864 — A. Caland, *Handleiding tot de kennis der Dyksbouw en Zeewee-ringskunde*, Zierikzee 1833 — W. C. H. Staring, *De Bodem van Nederland*, prima parte, Haarlem 1856 — N. T. Brémontier, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, *Mémoire sur les dunes*, Paris 1797 — G. A. De Clercq, Memoria inserita negli *Annales des travaux publics en Belgique*, T. XVII, 1860 — *Stati deputati dell'Olanda del Nord*. Rapporto del 28 giugno 1865 agli Stati provinciali, inserito negli *Atti dell'Istituto degli Ingegneri olandesi*, anno sociale 1865-66.

Da queste due ultime pubblicazioni abbiamo tratto quasi tutti i ragguagli sui sistemi francesi.

W. C. H. Staring, *Rapporto del* 16 *giugno* 1865 *al Ministro dell'interno dei Paesi Bassi* (dal quale allora dipendevano i lavori pubblici). Inserito nel succitato volume degli *Atti dell'Istituto degli Ingegneri*.

L. C. van Kerkwyk, *Les travaux publics dans le Royaume des Pays-Bas*. La Haye 1878.

ESTRAZIONE DI ACQUE DALLE DUNE. — Parleremo ora del partito che si è tratto dalle dune per fornire alcune città di acqua potabile.

Torniamo alla distinzione fatta fra ridossi o colline (cotoni) e valli (lame).

L'acqua che piove sui cotoni vi si infiltra dentro in gran parte, mentre un'altra parte scorrendovi sopra e travolgendo della sabbia, va verso le lame. L'umidità e il riparo fatto dai cotoni favoriscono in queste la vege-

tazione, la quale, come abbiamo detto, modifica lo stato del terreno. Col tempo vi si forma uno strato che non ha più la permeabilità della sabbia ordinaria e che può arrivare a impaludare quella sinuosità. Uno strato così fatto con della sabbia mista ad avanzi organici funziona in modo simile a ciò che fa uno strato di argilla rispetto a un terreno sabbioso. Al posto della lama, il vento può far sorgere un cotone. Entro di questo viene così a trovarsi uno strato pressochè impermeabile. L'acqua non può traversarlo che in scarsa misura, e perciò si trova una strada laterale andando a sboccare sul fianco di qualche ridosso, in qualche vallicella, sotto forma di sorgente. In Olanda trovansi parecchie di queste sorgenti, che danno acqua anche in estate, per esempio a Bentveld presso Haarlem, a Wimmenum presso Alkmaar, ecc.

L'osservazione di questo fatto ha ispirato una buonissima idea negli Olandesi, abituati a studiare ogni modo per trarre profitto da tutte le poche risorse che la natura ha loro dato. Hanno scavato nelle lame dei canali a fondo assai basso per raccogliere l'acqua che caduta dal cielo, s'insinua nella sabbia, sottraendosi in gran parte all'evaporazione, senza scendere a molta profondità.

Se in una zona pianeggiante di dune, che non ha scolo sotterraneo nè verso il mare nè verso fiumi o canali, si scava un fosso, si trova l'acqua a una certa profondità. Scostandosi dal canale lungo varie sezioni normali, e facendo delle buche, si trova pure l'acqua. Confrontando i livelli di questa, si trova che, se il terreno è pianeggiante, la differenza loro è ben piccola, *purchè* l'acqua nel canale stia ferma.

Se invece, con un mezzo qualunque, la si estrae, vedesi che l'acqua nelle buche laterali si abbassa: e continuando l'estrazione uniformemente per un certo tempo si trova che la differenza di livello per una medesima sezione fra l'acqua del canale e quella di una buca è presso a poco proporzionale alla distanza della buca dal fosso.

Abbassando l'acqua nel canale, coll'operare una maggiore estrazione, aumenta la pendenza della linea sensibilmente retta, che segna il livello d'acqua in una sezione trasversale. Aumentando la profondità del canale e abbassando il livello assoluto dell'acqua, si scorge che si ha aumento di portata estraibile.

In estate questa è naturalmente minore, e lo stesso accade nelle annate poco piovose; ma, almeno in Olanda, è stato riscontrato che l'afflusso è perenne.

In tal modo si sono alimentate di acqua potabile l'Aja e il paese di Scheveningen, che è una frazione del comune Leida, Amsterdam e Haarlem: queste due ultime città pure con una sola opera nelle dune.

Daremo alcuni cenni sopra questi notevolissimi lavori, prendendo a descrivere in brevi tratti la presa d'acqua dell'Aja.

Nelle dune fra Scheveningen e Wassenaar è stato scavato un canale a più tronchi, facendogli seguire delle linee di depressioni, ossia delle lame. Il canale si compone di sei tratti. Il più basso, che immette nel bacino di raccolta, ha una lunghezza di circa 100 metri con una totale cadente di m. 2.00. Gli altri sono tutti a fondo orizzontale, e siccome fra l'uno e l'altro vi è un salto nel fondo, perciò ai punti di passaggio trovansi delle chiuse a traverso le quali si regola a volontà l'efflusso dell'acqua.

Dal profilo longitudinale che abbiamo sott'occhio (1), estragghiamo la tabella seguente, dove sono segnate le distanze progressive, le ordinate del piano di campagna, quelle che aveva l'acqua naturalmente prima dell'opera, e quelle infine del fondo del canale.

Avvertiremo che il piano di paragone corrisponde al *livello o zero di Delfland*, cioè al livello normale fissato pei *recipienti (boezem)* di quel consorzio idraulico. È il così detto *Delflandsch peil*, indicato con D. P., che corrisponde a m. 0.24 sotto il livello medio del mare (o più propriamente, sotto il conosciutissimo *zero* di Amsterdam). Le cifre seguite da — DP indicano ordinate negative; le altre sono positive.

Distanze progressive	Ordinata del livello del terreno *t*	Ordinata del livello dell'acqua naturale *a*	Differenza *t-a*	Ordinata del fondo del canale	*Osservazioni*
79.50	3.79	3.01	0.78	3.00 — DP	Bacino di raccolta.
544.50	2.95	2.00	0.95	1.00 — DP	Il 1° tronco a fondo inclinato finisce alla progressiva 175,00.
1100.00	2.45	1.84	0.61	"	
1516.00	2.69	1.78	0.91	"	
2010.00	3.04	1.82	1.22	"	
2487.00	2.53	2.03	0.50	"	Il 2° tronco finisce alla pr. 2700.
3000.00	3.70	3.09	0.61	0.00	
3540.00	4.53	3.67	0.86	0.00	Il 3° tronco finisce alla pr. 3700.
4028.00	4.72	4.01	0.71	1.00	
4508.00	5.11	4.45	0.66	"	
5010.00	5.57	4.95	0.62	2.00	Il 4° tronco finisce alla pr. 5000.
5500.00	6.86	5.92	0.94	2.50	Il 5° tronco finisce alla pr. 5400.
5664.00	7.36	5.96	1.40	2.50	Estremo del canale.

Se si costruisse il profilo, non con questi pochi punti, cui abbiamo dovuto limitarci, prefiggendoci di prenderli a distanze di circa 1/2 chilometro, ma con tutti i dati ricavati dalle livellazioni, si vedrebbe che il *livello di acqua naturale* ha un andamento molto regolare, seguendo quello del terreno in un modo molto migliore di quello che appaja dalla tabella, da dove non si sono potute scartare certe irregolarità accidentali.

La sezione del canale varia da tronco a tronco. Per tutto havvi una panchina di m. 0.50 che spezza le ripe in due parti. La inferiore ha la scarpata di 2 : 1, la superiore di 1 1/2 : 1.

La larghezza di fondo, il livello di questo e quello della panchina stanno come risulta dal quadro seguente:

Tronco	Larghezza di fondo	Ordinata del fondo	Ordinata della panchina
1°	6.00	Varia da 3.00 — DP a 1.00 — DP	0.00
2°	6.00	1.00 — DP	0.00
3°	4.00	0.00	1.00
4°	3.50	1.00	2.00
5°	3.00	2.00	3.00
6°	3.00	2.50	3.50

Delle esperienze fatte in questo canale, e confermate altrove, provano che considerando una medesima sezione normale che si estenda dalle due parti del canale, la pendenza del pelo d'acqua in essa verso il pelo d'acqua

(1) Dobbiamo queste notizie alla cortesia del valentissimo ingegnere direttore, Th. Stang.

del canale varia da 1/200 a 1/360 (1) quando la portata in 24 ore è di 2800 m.c.

Il canale sbocca in un bacino di raccolta circolare del diametro di m. 38, profondo m. 4.

Adjacente a questo trovasi l'edificio delle macchine elevatorie.

Due motrici a vapore, a bilanciere, del sistema Woolf, della forza di 80 c. v. ciascuna, mettono in movimento le pompe. Due di queste sono destinate a mandare l'acqua dal bacino di raccolta ai filtri più alti, le altre due a cacciare l'acqua filtrata nella conserva del *castello d'acqua* situato a poca distanza. La quantità d'acqua filtrata che può essere cacciata dalle due pompe ascende a m. c. 460 all'ora.

Originariamente si avevano due filtri soli della superficie di circa m. q. 1600 l'uno e più un *bacino di precipitazione*, di circa m. q. 4100, dove l'acqua veniva dal bacino di raccolta e subiva una prima purificazione mediante il sedimento. Questi due filtri e il bacino predetto erano riuniti insieme e presentavano la forma generale di un quadrato. Poi si soppresse, salvo due piccoli scomparti, il bacino di precipitazione, e se ne ricavarono altri due filtri.

I filtri si compongono di tre strati di frantumi di mattoni, di ghiaino e di sabbia delle dune, aventi gli spessori di m. 1.05, m. 0.80, m. 0.30 respettivamente. L'acqua passa sempre dal materiale più grosso al più fine.

Il serbatojo, di lamiera, contiene 1100 m. c. Il suo principale ha forma cilindrica, col diametro di m. 13.00, Il fondo inferiore è sferico col raggio di m. 1.80. Il fondo superiore è conico e termina con una boccajola aperta. L'estremo inferiore del serbatojo è a m. 30.20 + DP, il superiore a m. 43.97 + DP.

Il tubo di condotta principale ha il diametro di mm. 457 e la sua prima diramazione per la città dista m. 3000 dal *castello d'acqua*.

Il livello medio delle strade della città è a circa 1.00 + DP.

Il prezzo di costo dell'acqua è stato di L. 0.11 a m. c. quando il carbone fossile costava L. 23.50 la tonnellata.

I canali per la presa d'acqua e le strade occorrenti costati L. 600000 circa. I fabbricati, compresi i filtri, L. 918000. Le macchine L. 310000.

Per giudicare adeguatamente di queste spese per ciò che riguarda la presa d'acqua nelle dune, bisogna aggiungere almeno qualche dato sui prezzi locali. Lo scavo e il trasporto della sabbia a lato del canale si pagano per tali lavori da L. 0.85 a L. 0.95 il m. c. La muratura (in mattoni) circa L. 36 il m. c. Il calcestruzzo intorno alle L. 20.

I rivestimenti in fascine per le scarpate costano L. 2.50 al m. q. I rottami di mattoni, messi in opera, dai 4.20 ai 4.50 al m. c. Il consolidamento delle sabbie con *paglietta di mare* da L. 2.50 a L. 3.40 i 100 m. q.

L'acqua è ottima e l'uso di essa va prendendo uno sviluppo sempre maggiore.

In un rapporto ufficiale per l'ampliamento della presa d'acqua, si fanno dei calcoli che possono interessare chi si abbia a occupare di queste cose.

L'estensione superficiale di dune, che è necessaria a fornire una determinata quantità d'acqua, si deduce nel modo che segue:

La pioggia annuale media è misurata dall'altezza di mm. 750. Si ritiene, per sicurezza, che solo 350 mm. si sottraggono all'evaporazione e all'assorbimento permanente. Ogni ettaro avrebbe *disponibili* m. c. 3500 all'anno.

Le dune fra Scheveningen e Wassenaar hanno 1800 ettari di superficie; ma 300 scolano in mare, o in certe bassure, ne restano quindi solo 1500, che possono essere sfruttati. Questi devono poter dare 5,250,000 m. c. all'anno, ossia 15,000 m. c. al giorno.

Contando su una popolazione di 150,000 abitanti, si vorrebbe arrivare a dare 80 litri al giorno per abitante. Ci vorrebbero quindi 12,000 m. c. al giorno.

La superficie di dune riferita sarebbe dunque più che sufficiente.

Per calcolare la portata possibile coi canali di presa esistenti, sbassandone però il pel d'acqua, il rapporto citato si fonda sulle osservazioni riferite circa alla pendenza del pelo d'acqua nell'interno delle dune verso il canale di presa. Ritenendo per prudenza che sia assai forte, 1/200, a ogni metro di dislivello fra il terreno e l'acqua nel canale *si fa corrispondere una larghezza di duna scolante pari a m. 200 per parte.*

Ritenendo pure che l'altezza viva dell'acqua nel canale sia di m. 0.50, si calcola che il canale di presa esistente possa coi varii suoi tronchi raccogliere l'acqua di 1015 ettari, ossieno 3,552,500 m. c. all'anno. Si ammette che per ogni tronco il terreno sia orizzontale e al medio livello del piano di campagna lungo il canale. Con questa ipotesi si pecca in difetto di stima, anzichè in eccesso, poichè il terreno rialza sensibilmente dalle parti.

Tale è il metodo ben semplice di calcolo per valutare la produttività delle dune.

Ci sarà permesso di fare osservare che una cosa non ci sembra giusta, ed è il prendere come intieramente scolante *per tutta la quantità d'acqua che piove e rimane disponibile dopo le sottrazioni operate dagli agenti naturali, tutta la zona* determinata in ogni sezione dalla retta tirata dal pel d'acqua nel canale colla pendenza 1/200.

Ammessa pure questa cifra, vuol dire che da tutta quella larghezza l'acqua piovuta *può* affluire; ma non *tutta quanta* ne cade.

L'acqua scende nel terreno fino a una certa profondità. Almeno verso il contorno della zona determinata in quel modo, una parte considerevole dell'acqua deve sfuggire alla chiamata verso il canale, perchè scende giù nella sabbia e non ha più disponibile la pendenza ritenuta necessaria.

Nel calcolo fatto come abbiamo riferito, questo errore può compensare l'altro cagionato dal ritenere orizzontale la superficie delle dune; ma ciò non toglie che l'errore esista e sia secondo noi assai rilevante.

Difatti se prendiamo a considerare i primi due tronchi del canale descritto, lunghi insieme 2525 m., troviamo che il dislivello fra l'acqua e il medio piano di campagna è dato in m. 4.00, e la larghezza di duna scolante integralmente da ogni parte viene calcolata in

$$4.00 \times 200 = \text{m. } 800,$$

cosicchè per le due parti si ha un totale di m. 1600 e la superficie scolante risulta di 404 ettari.

Riflettiamo ora che l'acqua affonda nella sabbia. Per stare in difetto, ammettiamo che si affondi tanto che il suo pelo superiore rimanga di soli m. 0.80 inferiore al piano di campagna. Da ogni parte abbiamo quindi (continuando nell'ipotesi del terreno orizzontale) una striscia

(1) Un buon numero di osservazioni circa all'altezza che assume l'acqua nell'interno delle dune, quando scolano internamente verso il mare o verso un canale, trovasi in una memoria dell'illustre olandese, ora defunto, T. J. Stieltjes, inserita negli *Atti dell'Accademia delle Scienze di Amsterdam*. Anno 1878, Sezione di Scienze Naturali, serie II, parte XII, fascicolo 2°.

larga 0.80 × 200 = m. 160, ossia il 20 0/0 di quella calcolata, che poco dopo il finire della pioggia non dà più acqua o, se ne dà, certo in modo diverso dal rimanente.

Con un sistema simile a quello tenuto per l'Aja si provvedono di acqua le città di Amsterdam e di Haarlem. Fu per queste città che si adottò per la prima volta il modo di trarre l'acqua dalle dune: circa 30 anni or sono. 13 chilometri di canali nelle dune, 8000 metri quadrati di filtri fatti similmente ai descritti, e 3 macchine a vapore della complessiva forza di 210 cavalli, dànno dell'acqua eccellente a quelle due città. Amsterdam sola ne consuma 10,000 m. c. al giorno, ossia 30 litri per abitante circa.

Utilizzazione della sabbia. — A un altro ufficio si prestano le dune: a fornire sabbia, che può essere preziosa in certi paesi, dove i terreni hanno bisogno di questo correttivo sia per l'agricoltura, sia per le costruzioni. L'Olanda, dove il terreno è instabilissimo e dove i materiali da costruzione scarseggiano, offre numerosissimi esempi di queste applicazioni.

Presso Overveen si trasporta la sabbia delle dune, onde formare sulla torba un ottimo terreno per la coltura dei giacinti e dei tulipani, origine di proventi straordinarii. Nel Westland, celebre pei suoi ortaggi, che vanno fin sui mercati di Londra, la sabbia si mescola coll'argilla per avere un buon terreno ortale.

Colla sabbia delle dune si empiono fossi e stagni nelle città. Un braccio di strada ferrata collega a bella posta le dune colle ferrovie ordinarie; e questo avendo fatto diminuire molto il prezzo della sabbia, ha reso più generale il sistema di fondare gli edifici costipandone il terreno colla sabbia, sistema molto usato in Belgio e talvolta adottato, secondo che si legge, anche a Parigi.

Si ricuopre il suolo con un alto strato di sabbia delle dune, cui si dà tale un'altezza da farlo affondare convenientemente nel suolo cedevole. La sabbia, così, in parte si sostituisce al terreno già esistente e costipa quello che rimane sotto.

A Amsterdam, per esempio, si ha nel fondo dell'antico Y un pessimo terreno composto di argilla scorrevole, torba vera, avanzi organici recenti. A una profondità, che varia generalmente fra gli 11 e i 15 metri sotto il livello medio del mare, ma che può arrivare sino a 24, trovasi lo strato sabbioso resistente. È a questo che bisogna sempre arrivare coi pali, ma in molti casi le palizzate non basterebbero a offrire la voluta garanzia. Si corregge allora il terreno colla sabbia delle dune. Ultimamente pei lavori al nuovo scalo del porto, è stato fatto un rilevato portandolo e mantenendolo per un anno, o circa, all'altezza di m. 5.00 sul livello del mare. Si aggiungeva sabbia, via via che affondava e faceva rigonfiare da parte la melma. In tal guisa lo spessore dello strato di questa interposta fra quello naturale della sabbia inferiore e l'artificiale superiore, è stato ridotto a non superare i 6 o 7 metri.

Consolidato così il terreno, si fanno le palificazioni e si fabbrica.

Colla sabbia delle dune e col cemento (per terminare l'enumerazione degli usi cui si prestano le dune) si fanno delle eccellenti pietre artificiali.

Il procedimento fu inventato e applicato per la prima volta in Inghilterra, quasi trent'anni or sono, servendosi di sabbia delle dune olandesi, estratta presso Wyk aan Zee.

Nelle dune di Ymuiden è sorta recentemente una fabbrica di *mattoni di rena*, che nel 1879 accennava a rigoglioso sviluppo e dava ottimi prodotti. Colla rena di quelle dune si facevano dei mattoni, che su luogo riescivano più economici degli ordinarii, resi molto cari sul posto dalle spese di trasporto.

I pregi speciali di questi mattoni, in confonto agli usuali, sono di essere più regolari, di fare miglior presa colla malta e di non assorbire nemmeno un terzo dell'acqua di cui s'imbevono gli altri. I muri asciugano subito e le fabbriche sono più presto abitabili.

Nel periodico pubblicato dalla *Società pel progresso dell'architettura* di Amsterdam (Bouwkundige Bijdragen, settembre 1880) si riferiscono delle esperienze di resistenza. Risulterebbe che hanno retto a una pressione fino di 222 chilogrammi per cent. q. senza alcun segno di rottura. La superficie sperimentata era di 300 cent. q. La pressa non potè spingersi ad uno sforzo maggiore di 66880 chilogrammi. Ing. G. Cuppari.

Coltivazione delle dune. — Là dove la spiaggia del mare è formata da terreni di alluvione si trova posto il primo fondamento per la formazione delle dune o tomboli che chiamar si vogliano. Aggiungete a ciò un lido che abbia una certa lunghezza e che sia bagnato da un mare in cui si possano scatenare le più forti burrasche, come negli Oceani, e voi avete l'elemento-acqua che animato dalla forza del vento porta alla spiaggia una quantità di sabbia la quale altrimenti sarebbe colata nei più reconditi abissi del mare. Codesta rena che le acque infuriate sollevano sulla riva viene ad esser deposta nella parte più elevata raggiunta dalle acque stesse, poichè è là appunto che esse perdono l'intera loro velocità acquistata per effetto del vento e ricadono obbedendo alla gravità che le richiama nella parte più bassa.

Ecco dunque un primo orlo di sabbia che rimane più alto del livello del suolo, il quale non solo aumenterà in altezza e grossezza ad ogni colpo di marea, ma acquisterà la figura di argine a trincea colle due pendenze laterali ripidissime, più ripida dal lato del continente, più dolce dal lato del mare, in quanto che da quest'ultimo riceve continuamente materiale e si colma; mentre dall'altro la rena rimanendo sospesa ed essendo soggetta a prosciugarsi rapidamente, fa sì che la trincea perda l'equilibrio e tenda a cadere e ad allargare la sua base, investendo e coprendo i terreni sottostanti nei quali colla salsedine porta la sterilità la più completa.

Aggiungete inoltre all'azione colmante delle acque quella prosciugante e vorticosa dei venti ed allora avrete la rottura della trincea in diversi punti ed in diverse direzioni; le sabbie perciò sollevate più qua e più là saranno deposte in parte nei punti ove la diga è rimasta intatta aumentandone il volume, ed in parte verrà trasportata sui campi e paesi vicini: causa per cui mentre la trincea o duna sarà sostituita da tanti cumuli o tomboli le direzioni dei cui versanti e delle principali vallatelle sarà più o meno parallela alla direzione del vento dominante, i luoghi vicini risentiranno i perniciosi effetti della salsedine portatavi insieme alla sabbia.

Non basta l'azione delle acque e dei venti continua, i tomboli aumenteranno in dimensione ed in numero, le vallatelle da cui sono intersecate varieranno di profondità e direzione, e le loro uscite finiranno per chiudersi da tutte le parti, vuoi dal lato del mare per l'azione colmante delle acque, vuoi dagli altri lati per l'azione del vento, il quale per l'urto dei tomboli tende ad assumere la forma di tromba che scava nel centro e colma dalle parti. Or bene codeste vallatelle chiuse da tutti i lati non potranno smaltire le acque di pioggia ancorchè il loro fondo sia superiore al livello ordinario dell'acqua del mare se non per infiltrazione, mentre non lo potranno in nessuna guisa se di livello inferiore. Quindi a lungo

andare si convertiranno in tante pozzanghere capaci di viziar l'aria che vi passa al di sopra.

Consegue adunque che una costa bagnata da un mare d'una certa estensione dà origine alle dune, zona più o meno estesa limitata da una parte dal mare, dall'altra dalla terra ferma ed ai lati da fiumi o da terreni che si vanno alzando; zona che, per dirlo col Brémontier, « può essere paragonata a quella d'un mare in burrasca i cui flutti sollevati siano istantaneamente resi solidi nel forte d'una tempesta; zona che non offre allo sguardo se non una bianchezza che lo ferisce, una prospettiva monotona, un deserto spaventevole ».

Le dune sono dannose:

1° Perchè col movimento delle sabbie coprono i terreni circostanti.

2° Perchè i venti di continuo sollevano nembi di polvere e di salsedine che trasportano lontano estendendo la zona sterile.

3° Perchè dànno origine alle pozzanghere o paduli che viziano l'aria.

Si tolgono i pericoli della prima categoria col consolidamento artificiale dei tomboli. Si evitano quelli della 2ª e 3ª categoria coll'imboschimento.

L'Italia, che ha un lido lunghissimo, non conta però alla sua spiaggia dune che la minaccino dell'insabbiamento, poichè non essendo bagnata da mari di grande estensione, il volume delle sue dune non può aumentare repentinamente, ma soltanto adagio adagio, e quindi con lieve sforzo si fissarono i tomboli della spiaggia Tirrena; si fissarono bensì, ma non si risanarono.

La Francia, che all'ovest è bagnata dall'Oceano Atlantico, è il paese in Europa il quale presenta la massima estensione di territorio occupato dalle dune, e mentre i nostri tomboli possono arrivare all'altezza di 10 metri, in Francia raggiungono quella di 30 metri e più, altezza che aumenterebbe continuamente se non venissero fissati. All'aumento in elevazione tien dietro quello in larghezza, molto più rilevante, tanto d'arrivare perfino a quella di metri 20 all'anno; ciò che darebbe annualmente una perdita di terreno fruttifero della lunghezza di tutta la duna e della larghezza di 20 metri, come si rileva da una relazione sulle dune della Coubre presentata da Vasselot de Régné all'Esposizione di Parigi del 1878. La Francia al principio di questo secolo era seriamente minacciata dall'avanzamento delle dune.

L'Inghilterra non è priva di dune specialmente in Iscozia, ma quella nazione previdente le ha fissate al principio della loro formazione, poichè già nel 1500 si ha memoria di un'operazione di questo genere, e colà le dune dei tempi antichi sono oggi trasformate nei migliori boschi che essa possegga.

Negli altri Stati d'Europa le dune sono poco rappresentate, se si eccettuano i Paesi Bassi, il nord della Germania ed il sud-est dell'Austria, ma anche costì la dimensione delle dune è inferiore a quella della Francia e sono tutte o quasi rese salde e boscose.

Non v'ha sistema più razionale di coltivare le dune di quello del bosco, tanto per la forza colla quale tien collegate le sabbie, quanto per quella colla quale si oppone e rompe le correnti che spirano dal mare, quanto ancora per l'ostacolo che oppone alla sabbia, alla salsedine ed alla malaria di invadere le campagne e paesi vicini.

Il difficile dell'operazione, quando si tratti di dune di gran mole, consiste tutto nel rendere immobili le sabbie, ed i Francesi lo sanno a meraviglia per i milioni che vi hanno rifusi; ad ogni modo i loro sforzi furono e sono coronati dal risultato il più soddisfacente, ed oggi si può dire che le loro dune non solo sono fissate, ma sono coperte di bellissimi boschi di pino marittimo (*Pinus pinaster* Sol.).

Il processo della fissazione delle sabbie può compendiarsi in tre operazioni principali e cioè:

1° Costruzione od impianto di dighe o palizzate prospicienti il mare ed in direzione perpendicolare a quella dei venti dominanti per impedire il movimento delle sabbie per causa delle correnti d'aria e per proteggere le susseguenti colture.

2° Coprimento delle sabbie per impedire il rapido prosciugamento e favorire la vegetazione.

3° Inerbimento ed umificazione delle sabbie con piante erbacee più adatte e loro imboschimento con piante legnose.

La diga o stecconata è la prima operazione eseguita dalla mano dell'uomo colla quale si provoca la formazione della così detta duna littorale. Essa è generalmente formata come segue: Sulla parte piana che indica il deposito dell'alta marea e ad una distanza di 100-200 metri dal pelo ordinario dell'acqua si impianta parallelamente alla linea dei flutti uno stecconato di tavole di pino o di altro legno poco costoso, lunghe metri 1.60, larghe metri 0.12-15 collo spessore di 3 centimetri circa. Per fissarle stabilmente nel suolo si scava lungo la linea mentovata un solco della profondità di 40 centimetri e vi si affondano le tavole appuntite per una profondità di centimetri 20, di modo che quando il solco è ricolmato le tavole rimangono immerse per una sessantina di centimetri circa e sopravanzano sul suolo dell'altezza di 1 metro, e disposte in modo da lasciare fra loro un intervallo di 2 o 3 centimetri. La sabbia portata dal mare e sollevata dal vento viene ad urtare contro codesto ostacolo, si accumula alla sua base per effetto del suo peso, passa in parte senza grande velocità negli intervalli lasciati fra una tavola e l'altra, penetra in qualche modo attraverso la diga e la colma da ambe le parti. Si forma allora un rialzo di sabbia che a poco a poco arriva all'altezza sopravanzata dalle tavole sul suolo tanto da seppellirle quasi completamente. Al momento che le tavole stanno per essere nascoste dalla sabbia si sollevano ad una ad una, dopo averle scalzate col badile alla profondità di 20-30 centimetri, col mezzo di una catena che si avvolge alla loro estremità e che si obbliga ad esse mediante un cercine o punte portate dagli anelli della catena medesima, la cui disposizione è tale che permette alla catena di scorrere sulla tavola abbassandosi a misura che questa s'innalza; l'altra estremità della catena è attaccata all'asta di una leva la quale permette di alzare le tavole medesime con leggiero sforzo fino all'altezza di prima cioè di un metro. Nel mentre si eseguisce codesta operazione alcuni operai armati di badili sono incaricati di regolarizzare la duna formatasi massime là dove il vento minaccia di renderla irregolare; avendo cura inoltre di pilonare le parti smosse tanto nel sollevare le tavole quanto nel regolarizzare la duna stessa.

La figura da darsi alla duna littorale di cui si è provocata la formazione collo stecconato dev'essere quella di un prisma a base di trapezio in cui la pendenza delle faccie non parallele sia di 5 a 8 di base per 1 di altezza per quella che prospetta il mare, di 2 di base per uno di altezza per quella rivolta al continente.

Per far in modo che la duna conservi codesta forma si piantano a partire dalla palizzata dei mazzetti di rami di salcio o dei fasci di ramaglie a quinconce per una larghezza eguale a circa 8 volte l'altezza della palizzata medesima, disponendoli più radi dalla parte più

lontana e via via ravvicinandoli di mano in mano che ci si accosta ad essa. Siccome il deposito della sabbia sarà maggiore dove questi fasci sono posti a distanza più piccola, così la distanza ed il loro ravvicinamento si regoleranno in modo da avere il deposito maggiore là dove si vuole fino a raggiungere la pendenza richiesta. È utile che i rami di cui sono formati i fasci siano tali da poter emettere radici e diventare così dei cespugli viventi; allora essi concorreranno a rendere più fresco il suolo e ne cominceranno l'umificazione, cosa che permette la vegetazione di piante stolonifere quali l'*Arundo arenaria* L., il *Triticum junceum* L., la *Salsola*, ecc.

Una volta che la palizzata per effetto del deposito sia di nuovo vicina ad essere sepolta, si solleva come fu detto e si estende il collocamento dei piccoli fasci, usando le medesime avvertenze, e così di seguito.

Qualora non si voglia o non si possa ricorrere alla regolarizzazione ed innalzamento della duna littorale col mezzo dei fasci suddetti, ovvero che si abbia timore che essa non basti, si munisce la stecconata principale di altri secondari che abbiano una direzione perpendicolare al primo. Codesti contro-stecconati o spine si costruiscono a volte a seconda del bisogno non solo dalla parte del continente, ma anche da quella del mare, la loro lunghezza dipende dall'estensione che si vuol fissare o colmare, e la distanza che li separa sarà una volta e mezzo circa la loro lunghezza, notando che quelli posti dalla parte del mare debbono essere più ravvicinati e per conseguenza meno lunghi. Per maggiore sicurezza e nei punti più minacciati i contro-stecconati si possono munire di altri simili di 3° e 4° ordine, dando ai medesimi la stessa disposizione.

Può succedere a volte che il mare rompa o minacci di rompere colla corrosione la duna littorale, ed allora è necessario di provvedervi immediatamente se non si vuole che tutto il lavoro venga distrutto. È a questo scopo che le buche scavate dal mare a' piedi della duna stessa, si riempiono con fascine legate con filo di ferro zincato poste le une sulle altre a strati in modo che in uno siano disposte per il largo e nel successivo per il lungo, ed infilate con pali appuntiti che si ha cura di far arrivare fino ad una certa profondità nella banchina o suolo sottostante. Codesti pali, che devono sopravanzare il livello superiore della duna dell'altezza medesima dello stecconato, s'intrecciano nella parte libera con dei rami di salcio e si uniscono così allo stecconato stesso. Formata ed assicurata così la duna littorale, si comincia dallo scegliere immediatamente dietro la palizzata di 1° ordine una zona della larghezza di m. 300 circa e di lunghezza variabile, appoggiandola ai lati a delle depressioni o pozze naturali perchè costì sono le località più riparate, in caso contrario si chiude con due palizzate laterali dette *di fila* e con una verso il continente parallela a quella littorale detta *volante*. A codesto modo la zona presa a bonificare si trova isolata dal resto ed il suo insabbiamento rimane impedito. È costì dentro che si procede alla coltura mediante semina o piantagione di piante meglio indicate, procedendo nel modo che segue.

S'incomincia dal dividere la zona in tante sezioni più o meno grandi a seconda del personale disponibile ed a seconda dell'andamento della stagione. La prima sezione si appoggia lateralmente alla palizzata di fila od alla sponda meno esposta e longitudinalmente alla palizzata volante, limitandola dalle altre due parti con linee tracciate sul terreno. In essa si comincia dal distribuire, partendo dalla linea di fila o laterale, delle fascine di legna di metri 1 di circonferenza e della lunghezza di m. 1.30 circa in mucchi di 25 l'uno, disposti in file distanti m. 10 l'una dall'altra ed a quinconce impiegandone così 2500 per ettaro. Codesti mucchi presentano la forma di coni o paraboloidi, e le fascine piuttosto che esser distese sul suolo sono obliquamente appoggiate le une alle altre colla parte grossa rivolta in giù per evitare che il vento li disfi e che le sabbie li coprano. Le fascine si fanno preferibilmente di giunco (*Spartium junceum* L.) o di ginestra (*Ginista scoparia*), ovvero di scopa (*Erica arborea* L.) o di rami di pino marittimo. A questo punto il lavoro comincia dalla parte della palizzata volante lasciando intatta una striscia di m. 5 circa di larghezza che corre lungo la palizzata volante medesima, per evitare che l'insabbiamento successivo da essa provocato riesca dannoso alle colture. Alla detta distanza quindi si traccia una linea che suol chiamarsi *testata dell'operazione*.

Alcuni ragazzi distribuiscono regolarmente le fascine di 2 in 2 m. sul suolo parallelamente alla linea di testata per una lunghezza di un numero di metri doppio del numero delle persone che vi dovranno lavorare, dirigendosi verso la base della zona ossia verso la palizzata littorale e codesta sarà la lunghezza della sezione.

Allorquando la larghezza della superficie sulla quale sono distese le fascine raggiunge una ventina di metri contati sulla linea di testata, vi si spande alla volata il seme delle piante che si vogliono ottenere. In Francia la semente a ciò impiegata si compone per ettaro di:

Pino marittimo (*P. pinaster* Sol.) .	Cg.	30
Giunco (*Spartium junceum* L.) . .	»	3
Genista (*G. scoparia* L.)	»	3
Salcia (*Salix repens* L.)	»	3
Semi diversi preferiti dagli uccelli . .	»	3

Il rimanente del personale lavorante disposto in fila prospiciente lo stecconato volante, composto in modo che vi siano due donne ed un uomo, si mette successivamente all'opera. Le donne armate di forche rompono i legami delle fascine e ne distendono i rami avendo cura che la parte grossa del ramo sia rivolta verso il mare e le ramaglie coprano le estremità lasciate scoperte dalla fila precedente, cosicchè vengano ad avere la disposizione delle tegole di un tetto. Gli uomini sollevano delle grosse palate di sabbia nella parte non ancora coperta e le buttano sulle ramaglie distese e più leggiere; codeste palate di sabbia si tengono alla distanza di m. 0.60 circa all'ingiro ed hanno per ufficio di mantenere la copertura.

L'assieme del lavoro procede così all'indietro, i ragazzi continuano a distribuire le fascine, i seminatori a spargere seme in modo, che quelli incaricati della copertura abbiano sempre dietro a sè del terreno sementato. Arrivati alla fine della 1ª sezione ossia alla palizzata littorale o base del lavoro, se ne comincia una nuova contigua alla precedente conservando il medesimo ordine e così via sino al termine della zona cioè fino a che sia giunto all'altra palizzata di fila. Finita una zona se ne traccia un'altra della larghezza medesima trasportando la palizzata volante e prolungando quelle di fila; si eseguisce in questa lo stesso lavoro e nello stesso ordine fino alla fine e così via via per tutta la superficie occupata dalle dune medesime.

Dal 1872 codesto sistema venne perfezionato in alcuni punti della Francia stessa nel seguente modo. Si divide la sezione presa entro la zona in striscie parallele nella direzione del lavoro cioè perpendicolarmente alla palizzata volante. Seguendo ciascuna di codeste linee si zappano fino alla profondità di m. 0.40 delle striscie di m. 0.60 di larghezza che si alternano con altre che riman-

gono sode, si apre nel centro di quelle lavorate un solchetto in cui si butta del seme di pino e sopra di esso si sparge un ingrasso in polvere, indi col piede si chiude e si pigia alquanto la terra sul solchetto stesso; si scavano da ambe le parti ed alla distanza di m. 0.30 dal mezzo altri due solchi in uno dei quali si semina del seme di giunco, nell'altro di quello di ginestra e si chiudono come il primo. Terminate le striscie della sezione, si procede alla semina alla volata in tutta la superficie buttandovi quella parte di semente che manca a compiere il quantitativo per ettaro, il tutto poi si copre colle ramaglie e colle palate di sabbia come sopra, avendo cura di buttare le palate sulla parte non zappata.

Per altro le dune così coltivate possono andare incontro a due specie di avarie e cioè:

1° Il vento può sollevare qua e là la copertura e radunarle in qualche punto esponendo così la parte scoperta all'insabbiamento. Bisogna allora coprire di pelliccie codeste radure parziali e sementarle di nuovo;

2° Può avvenire l'insabbiamento completo d'una parte della zona fissata. Allora basta di sementare nuovamente codesta parte, seguendo il metodo generale e l'inerbimento ne è sicuro quanto o meglio di prima.

Si è con questi metodi che la Francia ha riconquistato all'agricoltura le zone littorali minacciate e deve un tempo esisteva un triste deserto di sabbia si elevano oggi delle bellissime foreste di pino.

Nella Scozia o nella rimanente Inghilterra la fissazione e coltura delle dune si ottenne con lievi sforzi, poichè s'intraprese il bonificamento delle dune appena si formarono. Colà non è il pino marittimo che le ha rese boscose ma bensì il pioppo tremolo e bianco, per la mirabile proprietà che hanno coteste piante di rimettere polloni dalle radici. Essi adunque non fecero che piantare sulle dune stesse delle talee di pioppo e queste divennero tanti sostegni viventi che poi si convertirono in alberi.

Nel Belgio, in Germania ed in Austria il rivestimento delle dune non differisce molto da quello della Francia, solamente le piante che colà formano i boschi littorali son quelle adatte al terreno ed al clima di quelle contrade.

Da noi che il pericolo dell'insabbiamento non ci minaccia, si attende la fissazione delle sabbie per via naturale o tutt'al più ci si limita a piantarvi qua e là dei ciuffi di tamarisco (*Tamarix gallica* L.), di *Hippopæ rahmnoides* L., di salcio arenario e simili, in mezzo a cui si seminano delle bacche di ginepro coccolone. Cominciata l'umificazione per effetto della magra vegetazione di codesti arbusti, si procede alla semina del pino mescolato a polvere di fieno in cui prevalgano i semi di *Arundo arenaria* L., di *Psamma arenaria* R. e Sol., di *Carex arenaria* L., ecc. A promuovere la germinazione di codeste piante si dà una leggiera erpicatura al terreno e lo si copre nei luoghi più esposti di alghe marine o di minute ramaglie che si tengono ferme con alcune palate di sabbia. Anche noi siamo riusciti con mezzi molto più semplici alla fissazione ed imboschimento dei tomboli, ma mentre altrove i boschi littorali sono vantaggiosi all'igiene, da noi non è dappertutto così, ed è per ciò che conviene ventilare se la coltura delle dune a bosco debba considerarsi come una coltura di bonificazione la quale in processo di tempo possa venire sostituita da quella agraria propriamente detta. È inutile pensarvi, poichè in breve tempo questi boschi convertiti in campi ritornerebbero ad essere insabbiati e si dovrebbe ricominciare il lavoro di fissazione e di bonificamento con grande spreco di forza e di danaro. Il bonificamento e la coltura delle dune e dei littorali sono destinati bensì a riconquistare all'agricoltura delle estensioni quasi perdute, non tanto per se stesse, quanto per il bene che arrecano e per il pericolo che tolgono alle vicine campagne.

I capitali rifusi nella fissazione e bonificamento delle dune siano pure capitali di per sè quasi privi di rendita, ma porteranno e manterranno sempre la prosperità nei luoghi del continente; per cui se nessun proprietario può tener fronte a codesti lavori, lo Stato non potrà esimersene per il medesimo principio col quale egli provvede alla difesa delle coste dall'invasione del nemico.

La coltura di esse a bosco è quella che riunisce in sè tutti i vantaggi di protezione, i boschi littorali, è detto da tutti, sono una barriera protettrice. Ed infatti gli alberi che penetrano colle loro poderose radici negli strati più profondi del suolo col distendere lateralmente le innumerevoli radici capillari, danno al terreno un legame il più efficace, facendogli inoltre acquistare le proprietà le più pregevoli; mentre i fusti e le chiome che si innalzano nell'aria ne rompono le correnti, impediscono il rapido prosciugamento del suolo e filtrano in certo modo l'aria stessa rendendola più sana.

Alcuni però potrebbero obbiettare che nei luoghi caldi ed umidi il bosco può concorrere all'impaludamento parziale del suolo specialmente in località a scolo lento come codeste. Infatti percorrendo i tomboli imboschiti del Pisano e gli altri boschi littorali, s'incontrano qua e là delle pozzanghere le quali potrebbero concorrere ad appestare l'aria malgrado la proprietà risanante che si attribuisce agli alberi: costì non si conoscono però febbri di malaria vere e proprie e ciò o si deve ai benefici effetti dei boschi di pino, ovvero alla vicinanza del mare che colla salsedine uccide i germi malsani, o meglio ad entrambi uniti insieme, mentre non si può dire egualmente degli stagni di Comacchio, di Ravenna e dell'Agro romano.

Non è il bosco quello che produce codeste pozze, è stato il sistema d'imboschimento quello che vi ha concorso. Difatti si è accennato in principio quale sia la origine di codeste pozze; orbene noi nell'umificazione ed imboschimento delle dune ci limitiamo alla semina delle piante e curiamo tutt'al più la loro riuscita, lasciando al terreno le sue tendenze naturali e le sue pozze che gli alberi non hanno la virtù di far scomparire, ed allora ci si scaglia contro di essi perchè sono impotenti a far quello che vorremmo.

In Francia, in Inghilterra ed in Germania l'impaludamento non succede, perchè hanno corretto il male nella radice; essi prima di procedere all'imboschimento hanno regolarizzata la duna, hanno colmate le pozze, dando all'intera superficie quella leggera inclinazione verso i fiumi o terreni destinati a raccogliere le acque di pioggia. Colà il problema della coltura delle dune può dirsi completamente risolto, ciò che non è da noi, poichè se da un lato i nostri littorali sono in parte coperti di boschi, dall'altro non siamo privi di paludi; e la lotta in cui siamo impegnati non è quella delle dune, ma bensì quella delle paludi, alla cui formazione non è certamente estraneo il lento aumentare e rinsaldirsi delle dune littorali medesime.

Noi non siamo minacciati come in Francia dall'insabbiamento repentino delle pianure littorali, perchè codeste aumentano lentamente e continuamente, ma se non arrestiamo codesto innalzamento, se non pensiamo al bonificamento delle sabbie che il mare ci regala di continuo, le nostre paludi piuttosto che diminuire aumenteranno, saremo sempre impegnati nella dura e fa-

ticosa lotta cogli effetti per aver trascurata quella colle cause. Ragione per cui da noi si può realmente porre la questione se la coltura delle dune debba essere esclusivamente boschiva, ovvero possa essere mista, cioè boschiva e agraria, e quale delle colture agrarie nel caso meglio convenga.

Il prof. Paolo Savi in una dotta relazione sulle dune o tomboli del Pisano, che, come ricordammo, sono i più elevati ed estesi in Italia, ne dà la seguente descrizione, non senza sceverare il giudizio della loro coltura.

La pianura pisana, come a tutti è noto, ha forma triangolare, ed è limitata a ponente dal lido del Mediterraneo, a tramontana ed a levante dai monti pisani, ed a mezzogiorno dalle colline dello stesso nome. I suoi due grandi fiumi, cioè l'Arno ed il Serchio attraversandola da levante a ponente, con il loro letto più o meno ondulato, la dividono in tre parti o sezioni; in una superiore, vale a dire in quella che sta alla destra del Serchio, essa pure triangolare, in una media compresa tra il Serchio e l'Arno, ed in una meridionale o inferiore, la interposta all'Arno ed alle colline pisane: e queste due ultime di forma trapezoide.

La superficie dell'intera nostra pianura, come quella d'ogni altra che abbia un lato bagnato dal mare, ha, in conseguenza del modo con cui si produsse, una generale inclinazione diretta normalmente contro questo lato o verso il lido, oltre a quelle pendenze parziali dirette in traverso, che stanno lungo le falde dei monti e colli limitrofi, fiancheggiando il corso dei fiumi nella parte più alta della pianura, pendenze prodotte dai detriti dei monti e colli e dallo straripamento dei fiumi.

Ciò posto, è agevole comprendere come per causa dell'indicata generale inclinazione del suolo pisano verso la spiaggia, la sua superficie, secondo che è più o meno vicina al lido, si debba trovare in circostanze assolutamente diverse riguardo alle acque superficiali di scolo; circostanze che non possono a meno d'indurre delle differenze notevoli nei terreni, nei prodotti e perciò ancora nella loro attitudine alle varie industrie agricole.

Oltre alle accennate tre diverse qualità di terreni di cui può considerarsi essere formata ciascuna zona, avvi poi quella dei terreni sabbiosi della spiaggia o del cordone littorale, che non tanto per la qualità dei componenti merita di essere distinta, quanto più specialmente per la sua origine, la quale è tutta marina, mentre le altre debbono la loro o alla sola azione delle acque terrestri, o a quella delle terrestri e delle marine.

Oltrepassato il porto della città di Livorno, incomincia la spiaggia sabbiosa che procedendo a N. N. O. continuasi non interrotta fino al fiume Magra; ed eccettuate le foci dei nostri fiumi ed il terreno compreso fra Livorno ed il Calambrone, cioè quello che ora occupa lo spazio dell'antico porto Pisano, essa è ovunque guarnita dal lato di terra da quei rilievi sabbiosi detti *tomboli* o *dune*.

Le onde marine col loro perpetuo moto spingendo sul lido le sabbie che sceverano dalle torbe loro portate dai fiumi, accrescono di continuo il lido arenoso; ed i venti poi che ad intervalli irregolari spirano furiosamente da S. O., qualche volta anche da N. O., sollevando e spingendo queste sabbie verso terra producono *tomboli* o *dune*, cioè quegli ammassi di rena paralleli al lido di dimensioni le più svariate, i quali furono dall'uso o dal carattere loro classificati in quattro diverse categorie.

Così dicesi *spiaggia o battigia del mare*, il loro piano inclinato esterno, che nel mare s'immerge. *Tomboli* chiamansi le dune elevate in collina, *cotoni* quelle più basse ed a dorso amplio o spianato, e *lame* finalmente i solchi o le allungate vallatelle dalle quali i *cotoni* ed i *tomboli* sono fra di loro divisi.

Il fondo delle *dune* composto da sabbia a luogo vestito da terriccio vegetale, che col correr degli anni vi produsse gli avanzi della sua vegetazione, per essere, come ho detto, basso ed irregolare, sta, se non sempre, almeno per buona parte dell'anno, inondato dall'acqua e perciò è ricoperto da una vigorosa vegetazione. I giunchi *(juncus maritimus* ed *acutus)* quasi esclusivamente ne riempiono colle grosse loro ceppe la parte centrale, giacchè essi non sdegnano le acque leggermente salmastrose, come sovente son quelle di tali località, o perchè le acque marine possonvi penetrare a quando a quando da foci più o meno remote, o perchè la salsedine è loro comunicata da porzioni di fondo marino nascosto nel sottosuolo. Sulle gronde poi di queste giuncaje ove anzichè acque salmastrose, non vi hanno che le dolci, provenienti dall'infiltrazione dei circostanti ammassi sabbiosi, vi ha una vegetazione puramente lacustre, talchè frequenti vi sono i boschetti di Ontani, di Periploche *(Periploca græca)* e di Vetrici *(Salix cinerea)* limitati dal lato esterno da gerbe di Sola, di Tifa, di Felce florida *(Osmunda regalis)*, d'*Agnocasta (Vitex agnus castus)*, di Cannella marina *(Saccharum Ravennæ)*, e al disopra dei quali veggonsi a luogo a luogo signoreggiare giganteschi gattici *(Populus alba)*.

I cotoni cioè le dune poco elevate e pianeggianti, le quali essendosi specialmente formate durante la prima epoca della produzione del nostro cordone littorale, si trovano ormai molto distanti dal mare, sono vestiti di una vegetazione composta da piante riunite in una società caratteristica di tale stazione, la quale riconosce la specialità delle sue condizioni, non tanto dalla qualità del suolo arenoso, quanto nel molto declive della sua superficie, che assicura facile scolo alle acque, e nel non essere più esposta alla furia degl'impetuosi venti. Tale è quella duna che nella tenuta di *San Rossore* si estende dalle Cascine nuove ai terreni alluvionali del Serchio, che essendo priva nella massima parte della sua superficie di vegetazione arborea, è coperta da una bella ma bassa prateria, e da felciaje. Ve ne hanno peraltro ancora di quelle vestite da folte boscaglie di Pini, tanto salvatici *(Pinus pinaster)* quanto domestici *(Pinus pinea)*, o da macchie di Scopa *(Erica arborea* ed *E. scoparia)*. Molto più variata è la flora dei tomboli, giacchè questa non solo sta in relazione coll'età loro, ma ancora coll'esposizione e con la maggiore o minore prossimità del mare. I più distanti, quelli che da tempo più lungo si produssero, quali sono per esempio i tomboli di Palazzetto, oltre al sostenere dei Lecci assai vegeti, sono poi tutti vestiti di Scope e di Cisti.

Nei più recenti, e perciò nei più prossimi al mare varia la vegetazione specialmente dal lato rivolto al mare. Ginepri, Pini salvatici, Ginestroni, Lillatri, Crateghi, Pruni bianchi vestono ordinariamente il fianco che pende verso la lama, mentre la parte più elevata è popolata da Lillatri e Ginepri con pochi Pini. La parte bassa poi che termina con la *spiaggia* è in generale vestita da folti ciuffi di *Ammophila arenaria* e di *Triticum juncum*, con qualche pianta di *Euphorbia Parialis*, *Pancratium maritimum*, *Salsola tragos*, *Eringium maritimum*.

Fra noi la cultura di piante erbacee, non vi è in modo alcuno esercitata, benchè, a mio credere, esser lo potrebbe in varie delle loro parti più pianeggianti e basse, ma non sommergibili, come lo sono nel Pietrasantino, e più specialmente nel Massetano, ove non solo tali terreni si utilizzano col coltivarvi la vite, ma non ancora con

mezzi più industriosi per altre piante cereali o bulbose domestiche.

È con la coltura forestale che principalmente si trae profitto dalle parti non allagate di questi terreni, giacchè essendo estremamente adatte alla vegetazione dei Pini domestici e selvatici, le sementa loro dànno in breve corso d'anni rendite cospicue, prima producendo fascine da fornai, in occasione del diradamento e sfrascamento delle giovani piante, quindi col somministrare legna da squarto, ed infine anche mediante il prodotto dei loro frutti se trattasi di Pini domestici.

La città e vicinanze di Ravenna ci provano egregiamente quanto siano utili le piantagioni di Pini domestici sui littorali sabbiosi ed aridi del mare, e la celeberrima pineta di cui Sisto V fece elogio nelle sue Encicliche, è gloria del nostro paese e concorre ad arricchire ed a render florida quasi un'intera provincia, senza di che l'aria pestifera delle vicine paludi e la salsedine del mare avrebbero convertito cotesta ubertosa pianura in un deserto spaventevole.

Il prof. P. Cuppari in un discorso tenuto davanti l'Accademia dei Georgofili accennando alle proprietà agrologiche dei terreni di cui sono formate le dune, così si esprime: — Circa ai depositi del mare non possono i medesimi che essere in generale sterili, perchè composti di sabbie più o meno grossolane. Si osservi però che i flutti gettano sulla riva degli avanzi organici, vegetali specialmente, che vengono ricoperti poi da nuove sabbie. Ciò accade specialmente in prossimità dello sbocco dei fiumi, dove le quantità di foglie gettate, e quindi coperte dalle sabbie è talmente grande da rendere malagevolissimo il passeggiarvi sopra. Gli effetti di siffatti avanzi organici che si rendono poco sensibili per le piante annue a corte radici, diventano manifesti sulla vegetazione di quelle a lunghe radici, degli alberi in ispecialità. In mezzo alle dune poi le parti depresse o *lame* raccolgono le sabbie fini e le materie organiche che le acque o i venti tolgono ai *tomboli* e *cotoni*, perciò che esse lame sono più fertili e possono possedere, come avvisa il Savi, un'abbondante vegetazione.

Il citato prof. Cuppari, fondatore dell'agraria e pastorizia italiana, trova nell'erba degli stagni o lame della pianura pisana, e dopo di lui molti altri, che esse esercitano una certa influenza sulle condizioni agrologiche ed economiche delle campagne vicine, ed allorchè parla dei paduli pisani che vengono fra le dune ed i monti, accenna al modo di cultura colà usato, a risaja cioè ed a marzuolatura. Non è oggetto del nostro argomento trattare di questi due generi di cultura eminentemente agraria, ma non possiamo non prendere in considerazione ciò che dice pel miglioramento dei paduli stessi, pei quali egli molto saggiamente consiglia il prosciugamento o colle colmate, o con macchine idrovore, per poi convertirli in campi ben sistemati. Certamente le paludi colmate costituirebbero una grande conquista per l'agro italiano in genere e pisano in specie, ed è del pari certo che quando il piano di codeste paludi fosse tale da non rimanere al disotto dei *cotoni* o per lo meno delle *lame*, potranno prolungare la zona campestre fino alla spiaggia, molto più che da noi non è a temersi il flagello dell' insabbiamento.

Per altro codesti nuovi campi sarebbero tanto più fertili, quando una striscia di bosco di Pini domestici specialmente li separasse dalle sabbie e dalla salsedine del mare, e dai venti marini, molto più che da noi codesta pianta cresce e prospera benissimo e fornisce insieme a legname di tutte le dimensioni dei frutti molto ricercati, e di essa mi riservo parlare in seguito nell'articolo *Foreste e loro prodotti*.

Bibliografia.— Chi desiderasse acquistare per questo argomento maggiori conoscenze, consulti le opere di Joseph Wessely, *Der Europäische Flugsand und seine Kultur* — Vasselot de Régné, *Notice sur les dunes de la Coubre* — P. Bortier, *Boisement du littoral et des dunes de la Flandre* — G. Bagneris, *Manuel de sylviculture* — C. Heyer, *Der Walbau* — *Studii geologico-agricoli sulla pianura pisana*, Memoria letta all'Accademia dei Georgofili dal prof. P. Savi (1856) — P. Cuppari, *Atti dei Georgofili di Firenze*, 1850 e 1856.

Vincenzo Benzoni
Sott'Ispettore forestale insegnante nell'Istituto forestale di Vallombrosa.

E

ECONOMIA INDUSTRIALE — Franc. *Économie industrielle*. Ingl. *Industrial Economy*. Ted. *Gewerb-Wirthschaft*. Spagn. *Economia industrial*.

I. — Nozioni preliminari. La Scienza e l'Industria.

Le forze produttive e il progresso della loro organizzazione.

1. L'Economia industriale è la scienza che stabilisce i principii ed assegna le regole del migliore impiego delle forze produttive naturali ed umane.

Nell'opera della produzione concorrono la natura con le materie prime e con le energie, e l'uomo col lavoro e col capitale. Dall'azione di queste quattro classi di forze produttive risulta la *ricchezza*, cioè il complesso delle cose atte a soddisfare i bisogni dell'uomo.

Le *materie prime* sono i corpi del mondo inorganico ed organico, che l'uomo modifica e trasforma applicandovi le energie naturali e il proprio lavoro e il capitale.

Le *energie naturali* sono le forze e le proprietà onde sono dotate le varie parti del mondo inorganico ed organico. La scienza dimostra che queste forze e proprietà sono convertibili le une nelle altre, e riducibili sostanzialmente ad altrettante forme del movimento.

Il *lavoro* è l'esercizio delle facoltà umane al fine di ottenere una utilità.

Il *capitale* è il prodotto di un lavoro anteriore destinato a cooperare ad un lavoro successivo.

L'applicazione del lavoro e del capitale alle energie naturali, coll'intento di modificare utilmente le materie prime, è la *produzione*.

2. La produzione si esercita in quattro forme distinte:

1° Per *dissociazione*, quando materie pur dianzi combinate o riunite, vengono separate. Esempio: l'estrazione delle sostanze coloranti dai residui della fabbricazione del gas illuminante.

2° Per *associazione*, quando materie pur dianzi divise, vengono insieme riunite o combinate. Esempio:

l'agricoltura che, ponendo il seme a contatto della terra e delle sostanze fertilizzanti, ottiene la raccolta.

3° Per *dissociazione* ed *associazione insieme*, quando entrambe le operazioni concorrono al risultato definitivo. Esempio: l'estrazione dell'argento dalla ganga mercè l'amalgama a freddo, e la successiva sua separazione dal mercurio.

4° Per *trasferimento*, quando, senza modificare la disposizione delle molecole o delle parti dei corpi, vengono questi trasportati in massa dai luoghi ove non hanno utilità o dove hanno una utilità minore, nei luoghi ove acquistano una utilità o dove questa si fa maggiore. Esempio: la navigazione, il commercio.

3. I differenti processi tecnici con i quali si compiono queste diverse modificazioni e trasformazioni della materia, determinano e caratterizzano le diverse *industrie*.

Le industrie sono di cinque specie:

1° Industrie *estrattive*, che hanno per ufficio di trarre fuori dalla materia inorganica od organica sostanze, delle quali l'uomo non ha previamente preparato la produzione. Tali sono la pesca, la caccia, lo sboscamento e l'arte delle miniere.

2° Industrie *agricole*, le quali traggono dalla materia inorganica ed organica sostanze delle quali l'uomo ha previamente preparato la produzione. Tali sono, oltre l'agricoltura propriamente detta, la pastorizia, la selvicoltura, la pescicoltura.

3° Industrie *manufattrici*, che modificano e trasformano le materie prime fornite dalle industrie estrattive e dalle agricole.

4° Industrie *commerciali*, le quali operano il trasporto e lo scambio dei prodotti delle tre prime categorie d'industrie.

5° Industrie *personali*, che prestano all'uomo servigi diretti, come la domesticità, le così dette arti liberali, ecc.

4. In tutte le sue forme l'industria ha bisogno dell'ajuto della scienza, vale a dire della conoscenza dei fenomeni e delle leggi della natura.

Debole ed imperfettissima alle origini sociali, la scienza è divenuta potentissimo fattore industriale nell'epoca nostra. I progressi compiti in quest'ultimo secolo furono certamente più grandi di quelli ch'erano stati fatti in parecchie migliaja di anni nell'antichità. La macchina a vapore, le applicazioni dell'elettricità e del magnetismo, le innumerevoli invenzioni meccaniche, fisiche e chimiche, hanno determinato nella condizione dell'umanità una rivoluzione più profonda e più benefica di quelle che risultano dalle imprese clamorose ma spesso vane o dannose della politica, della diplomazia e della guerra.

I caratteri di questa rivoluzione, ossia le conseguenze economiche dell'applicazione della scienza all'industria nel mondo moderno, sono:

1° *L'aumento della potenza produttiva dell'uomo.* — Mediante i progressi della scienza l'uomo risolve il grande problema di ottenere un effetto utile maggiore con un minore dispendio di forza. Una donna abile ricamatrice mannale fa 80 maglie al minuto: col telajo circolare, può farne 480,000. Una cucitrice impiega quattordici ore e ventisei minuti a fare una camicia; con la macchina da cucire la fa in un'ora e sedici minuti. La macchina a vapore applicata alle miniere, alla filatura, alla tessitura, ai trasporti, ha immensamente accresciuto la quantità e migliorato la qualità di prodotti e di servigi che, riservati una volta alle sole classi ricche della società, sono oggimai accessibili alle più modeste fortune. Mediante una modicissima somma, e che sarà un giorno ridotta quanto lo fu la tassa delle lettere dopo la riforma di Rowland Hill, il telegrafo elettro-magnetico permette a tutti, ricchi e poveri, di ricevere notizie in un tempo mille volte più breve di quello nel quale i più potenti monarchi della terra potevano un giorno procurarsi le loro.

2° *La trasformazione e l'innalzamento della natura del lavoro produttivo.* — Finchè l'uomo ignora le leggi del mondo fisico e non sa servirsene per migliorare la sua sorte, la sua condizione differisce poco da quella di una bestia da soma. « La schiavitù cesserà di essere necessaria, disse Aristotele, quando la spola ed il martello lavoreranno da sè ». Il progresso umano procede mercè la sostituzione successiva, e gradatamente più completa, del lavoro degli agenti meccanici e chimici al lavoro fisico dell'uomo, non lasciando a quest'ultimo che le funzioni di direzione e di sorveglianza. La filatura a mano richiedeva l'applicazione della forza fisica del lavorante, con una piccolissima dose di attenzione. Un telajo *self-acting* invece, che fa andare mille fusi, non esige dall'operajo alcuno sforzo fisico, ma richiede per contro da lui una continua tensione dello spirito per invigilare la macchina. Il portatore di palanchino o di lettiga fa una fatica muscolare enorme per trasportare un viaggiatore. Cinquecento viaggiatori sono trasportati con vertiginosa celerità da un macchinista sulla ferrovia, senza che quest'ultimo faccia quasi alcun lavoro materiale, ma con uno sforzo continuo di lavoro mentale. La scienza nobilita e spiritualizza l'industria.

3° *Il cambiamento nella proporzione scambievole del lavoro e del capitale.* — Nella industria primitiva il lavoro è tutto, il capitale è nulla. Nella industria perfezionata e scientifica, la parte del capitale aumenta sempre, e la parte proporzionale del lavoro diminuisce. Il facchino non ha altro capitale che le robuste sue spalle: i vagoni della ferrovia sono i facchini di una società incivilita e ricca. Contrapponete un gigantesco maglio a vapore di molte tonnellate di peso al martello del fabbro; il *Duilio* che costa 25 milioni alla piroga del selvaggio; una Banca come la nostra Nazionale alla bottega di un cambia-valute, e sempre e dappertutto voi vedrete questa grande legge del progresso economico: la sostituzione del capitale al lavoro; la parte proporzionale ognora maggiore del primo a paragone del secondo.

II. — La divisione del lavoro.

5. È legge biologica che, quanto più si rimonta indietro nella scala della vita, tanto più semplici e più omogenei sono gli esseri che vi si incontrano. La struttura dei protisti, coi quali la vita ha cominciato sul nostro pianeta, è così rudimentale e indefinita, che la scienza non ha potuto classificarli fra i vegetali o fra gli animali. Fra i vegetali e fra gli animali medesimi gli infimi presentano organi estremamente semplici aventi funzioni pochissimo differenziate. Ma a misura che si risale innanzi la scala dei viventi, s'incontrano organi man mano più specializzati e più adatti alle singole funzioni. La divisione del lavoro è una legge biologica prima ancora di essere una legge economica; e può enunciarsi così: il lavoro è tanto più fecondo e perfetto, quanto sono meglio e più minutamente ripartite le funzioni fra i diversi organi del lavoro medesimo.

Nella sua applicazione economica, questa legge è stata messa primieramente in evidenza da Adamo Smith. « L'aumento della quantità di prodotto che un dato numero d'individui può eseguire mercè la divisione del lavoro, dipende da tre cause differenti, le quali sono: 1° il perfezionamento dell'abilità di ogni operajo, individualmente; 2° l'economia del tempo che d'ordinario si perde passando da una occupazione ad un'altra; 3° l'in-

venzione di un gran numero di congegni che agevolano il lavoro, che lo abbreviano e rendono un solo uomo capace di compiere l'opera di parecchi operai ».

6. I vantaggi che reca la divisione del lavoro sono sì grandi e dessa è un così importante fondamento dell'economia industriale, che sarà qui opportuna una esposizione alquanto più analitica delle cause generali, per le quali la perfezione e la fecondità del lavoro dipendono dalla sua ripartizione.

a) *Del tempo necessario per imparare una funzione industriale.* — È chiaro che la durata del tempo necessario ad imparare un mestiere è in ragione diretta della sua difficoltà, e che quanto sono più numerose le sue peculiari funzioni, tanto è più lungo il tempo richiesto pel suo tirocinio. In parecchi mestieri di prima classe, si è in media computato a cinque o sei anni il tempo necessario perchè il tirocinante arrivi a conoscere mediocremente l'arte e riesca negli ultimi due o tre anni a rimborsare col suo lavoro utile le cure e le spese che il padrone ha dovuto fare per lui nei primi tre anni del tirocinio. Ma se invece di imparare tutte le peculiari operazioni di un mestiere, l'apprendista limita la sua attenzione ad una sola fra siffatte operazioni, è evidente ch'egli riuscirà più presto a farsene perito, e sulla durata totale del tirocinio non vi sarà che una piccola parte di perdita al principio.

b) *Materia perduta nel tirocinio.* — Chiunque impara un'arte, sciupa inevitabilmente una porzione della materia impiegata. Questa perdita è tanto più ragguardevole quanto sono più numerose le singole peculiarità del mestiere che l'apprendista deve successivamente imparare. Lo stesso dicasi del guasto degli strumenti.

c) *Perdita di tempo nel passaggio da una operazione ad un'altra.* — Allorchè la mente e la mano furono per un certo tempo occupate in un dato genere di lavoro, non è possibile ottenerne istantaneamente tutto l'effetto utile di cui sono suscettibili, se si fanno passare ad un altro genere di lavoro. Vi è un vero *momento d'inerzia*, durante il quale la potenza produttiva intellettuale e fisica resta sospesa.

d) *Perdita di tempo nel cambiamento di strumenti.* — Ciascuna specie di lavoro si giova di determinate classi di strumenti, che devono essere accuratamente aggiustati prima di essere posti in opera. È questa la ragione per cui nelle grandi officine si riscontra una sensibile economia nel tenere una data macchina costantemente occupata in una sola e identica sorta di lavoro. Per esempio, un torno animato da un movimento di traslazione per mezzo di una vite, che fa inoltrare il sopporto del bolino parallelamente a se stesso, farà costantemente dei cilindri; un altro torno, il cui movimento è regolato in modo da rendere uniforme la velocità dell'oggetto nel punto che passa dinanzi al bolino, sarà unicamente impiegato a modellare delle superficie; un terzo sarà destinato a tagliare denti di ruota, ecc.

e) *Abilità acquistata mercè la frequente ripetizione dello stesso atto.* — La ripetizione costante della stessa operazione conferisce necessariamente all'operajo un grado di abilità e di speditezza, cui non può arrivare un individuo obbligato a impiegare successivamente la sua attenzione ed i suoi muscoli in operazioni diverse. Adamo Smith osserva che un fabbro, il quale sappia far chiodi, ma che non eserciti abitualmente il mestiere di chiodajo, non può produrne più di 800 o 1000 al giorno; mentre un operajo che non ha mai fatto altro che chiodi, può fabbricarne più di 2300 nello stesso periodo. La destrezza con la quale gli operai compositori di stamperia dispongono i caratteri nelle forme, o quella anche più mirabile, con la quale scompongono la forma per distribuire i caratteri nelle rispettive caselle, ha anche essa la medesima origine.

Questo fenomeno acquista una particolare importanza mercè l'azione dell'eredità, che trasmette e perfeziona di generazione in generazione le attitudini acquisite coll'esercizio. È così che si spiega la singolare abilità con la quale il selvaggio polinesiano riesce a scagliare il suo colpo di bomerango. Le straordinarie attitudini per certi lavori industriali, possedute dai Cinesi e dai Giapponesi, non hanno altro fondamento che questo.

f) *Invenzione e perfezionamento degli strumenti.* — Quando ogni minuta parte della fabbricazione di un oggetto diventa l'unica e costante applicazione di un individuo, la sua attenzione essendo consacrata intera ed assidua ad un atto semplice, trova più agevolmente le combinazioni atte a perfezionare i suoi strumenti, che se fosse distratta in direzioni diverse. Lo spaccalegna non tarda a scoprire l'angolo sotto il quale gli conviene applicare il filo della sua scure. Un ragazzo come il Potter scopre l'automatismo per la condensazione del vapore nella primitiva macchina a fuoco. Innumerevoli processi tecnologici usati nelle arti meccaniche e chimiche non ebbero altra origine che questa.

g) *Utilizzazione delle attitudini speciali dei lavoranti.* — Dividendo una produzione totale in parecchie operazioni distinte, ciascuna delle quali richiede varii gradi di destrezza e di forza, l'imprenditore può procurarsi esattamente la quantità precisa di destrezza e di forza necessarie e sufficienti per ogni operazione; nell'atto che, invece, se la produzione intera dovesse eseguirsi da un solo operajo, quest'operajo dovrebbe avere ad un tempo tutta la destrezza occorrente per compiere le operazioni più delicate, e tutta la forza richiesta dalle operazioni più grosse e più violente.

7. Gli avversarii della moderna grande industria, nella quale la divisione del lavoro ha raggiunto il suo apogeo, hanno rimproverato a quest'ultima di danneggiare profondamente l'operajo, riducendolo quasi allo stato di macchina, condannandolo ad inevitabile degradazione mentale, non permettendogli di coltivare armonicamente tutte le facoltà del suo spirito sacrificate al perfezionamento parziale di quell'unica attitudine che la divisione del lavoro sviluppa in lui.

Ma gli autori di questa obbiezione non hanno osservato:

1° Che la grande industria, in virtù appunto della divisione del lavoro, mette sul mercato una grande abbondanza di prodotti di ogni specie, riducendone i prezzi a benefizio specialmente delle classi più numerose e più povere;

2° Che fra i prodotti resi così più copiosi ed accessibili all'operajo, i più importanti sono appunto i prodotti del lavoro intellettuale, l'istruzione e la coltura, i cui benefici effetti tendono a neutralizzare l'accennata conseguenza della divisione del lavoro;

3° Che gli abusi della divisione del lavoro sono resi impossibili dall'interesse stesso dell'imprenditore d'industria, cui importa assaissimo di avere operai intelligenti al proprio servizio.

E qui giova notare che in qualunque siasi impresa industriale vi ha un limite al di sotto del quale non è utile spingere la divisione del lavoro. Nella famosa fabbrica di spilli osservata e descritta da Adamo Smith ogni spillo risultava da 18 operazioni differenti. Dieci operai erano impiegati in quella fabbrica. Ivi la divisione del lavoro non era ancora portata al limite estremo, poichè ogni operajo faceva in media una parte e otto decimi di

parte di uno spillo, mentre sarebbe stato vantaggioso portare il numero dei lavoranti a 18, quante appunto erano le parti elementari nelle quali dividesi la produzione dello spillo. Ma la convenienza della divisione del lavoro sarebbe cessata, se il fabbricante avesse portato il numero dei lavoranti o delle squadre di lavoranti a 19.

III. — Il Capitale.

8. A tutto rigore si può immaginare una forma di produzione rudimentale, in cui non interviene che il lavoro attuale dell'uomo. Ma fa d'uopo perciò di ideare il selvaggio nell'infimo stadio di vita umana, in cui le sue condizioni non differiscono da quelle degli animali inferiori.

Appena l'uomo esce da queste condizioni e comincia ad ajutare il suo lavoro attuale con qualche prodotto di un lavoro anteriore a tal uopo preparato, comparisce allora il capitale.

Quanto è maggiore il concorso del capitale, tanto è più grande la potenza produttiva dell'industria. Rondelet, nell'*Art de bâtir*, calcola che, per trascinare un macigno del peso di 1080 libbre, occorre uno sforzo di 758 libbre quando la trazione si effettua direttamente sopra una superficie orizzontale di pietra. Lo sforzo discende a 652 libbre sopra un tavolato di legno; a 605 libbre, quando il macigno è armato di una piattaforma di legno; a 182 libbre, quando le due superficie confinanti sono spalmate di sostanza lubrefaciente; a 34 libbre, se si aggiungono rotoli di legno di 3 pollici di diametro; a 22 libbre, se i cilindri sono fatti scorrere su rotaje. Al principio della serie occorre dunque un lavoro che rappresenta i 2/3 del peso da trasportare; nell'ultimo stadio basta 1/50 di questo peso. La progressiva riduzione del lavoro è dovuta all'intervento nella produzione di una proporzione ognora crescente di capitale.

Aumentare l'effetto utile diminuendo la fatica, accrescere la proporzione tra l'utilità prodotta e lo sforzo, far più con meno, tale è adunque il risultato che l'uomo si propone mercè l'introduzione, l'aumento ed il perfezionamento del capitale.

Per gl'individui come per le nazioni e per l'umanità intera la potenza di produzione è in ragione diretta della potenza di capitalizzazione.

Il capitale, che lo spirito di sofisma ha talvolta rappresentato come il nemico del lavoro, ne è invece ad un tempo il figlio e l'alleato più fedele.

9. I capitali si dividono in varie categorie, sotto il triplice rispetto dell'essenza, della forma, della destinazione.

a) Rispetto all'essenza loro, i capitali sono *materiali* ed *immateriali*, a seconda che consistono in oggetti esterni o in attitudini acquisite dell'uomo. Il primo capitale dell'uomo è l'uomo medesimo. Una buona educazione rappresenta un'accumulazione di lavori preordinati ad ajutare e fecondare i lavori futuri. Ciò non è vero soltanto nell'individuo, ma eziandio nella specie. La parte migliore del patrimonio di una famiglia è il tesoro di capacità e di virtù trasmesso ereditariamente ed incorporato nelle succedentisi generazioni. Le nozioni della mente che gli antichi filosofi chiamavano *idee innate*, altro non sono che il frutto di questo capitale intellettuale e morale, per secoli accumulato.

b) Rispetto alla forma, il capitale è *fisso* o *circolante*. *Fisso* è quel capitale che concorre alla produzione per tempo generalmente lungo, durevolmente, senza passare da un possessore ad altro, e sovrattutto senza trasformarsi. *Circolante* invece è il capitale che contribuisce alla produzione passando per le mani di possessori diversi e rapidamente trasformandosi. L'edificio, le macchine, gli strumenti di una officina sono capitali fissi; le materie prime, il combustibile, le somme pagate in salarii sono capitali circolanti.

Regola eminente di buona economia industriale è: data una produzione, procurare di ottenerla col *minimum* di capitale fisso e col *maximum* di capitale circolante. In altri termini, giova aumentare quanto è possibile la proporzione dal capitale circolante al capitale fisso.

Contravvengono a questa regola quei produttori che nell'impianto dell'impresa consacrano una parte eccessiva, esuberante dei capitali onde dispongono alle spese di prima fondazione. Molti fallimenti, il mal successo di molte imprese non hanno altra cagione che questa.

c) Rispetto alla destinazione, i capitali si dividono in *capitale-strumento* e *capitale-materia*. Il primo è quella parte del capitale *con* cui si lavora; il secondo, quella parte del capitale *su* cui si lavora. Tutti i capitali fissi e in modo particolare le macchine sono capitali-strumenti; e fra i capitali circolanti lo sono pure le somme destinate a pagare i salarii. Le sostanze che l'industria umana trasforma, sono capitali-materie.

Suprema regola d'industriale economia è di aumentare progressivamente la proporzione dal capitale-materia al capitale-strumento.

IV. — Le Macchine.

10. Qualunque congegno che adopera una potenza per vincere una resistenza con lo scopo di ottenere un effetto utile, è una macchina. La corda, la leva, la puleggia, il verricello, il piano inclinato, la vite, il cuneo sono macchine semplici. Le macchine che risultano dalla combinazione di parecchie macchine semplici sono macchine complesse o composte. Sono dette *utensili* quelle macchine che servono direttamente ai lavori manuali, e nelle quali il motore è la forza dell'uomo.

Per l'economista il concetto di macchina è più generale che pel meccanico, e comprende tanto gli utensili più semplici quanto le macchine più complicate. Qualsivoglia strumento di cui il lavoro umano si serve è macchina, dall'ago da cucire e dalla penna da scrivere fino al torchio idraulico ed alla vaporiera. Anzi un vasto sistema di mezzi d'azione applicato ad ottenere un dato risultamento, come un cantiere, un dock, una ferrovia con tutto il suo materiale rotante, si considera dall'economia industriale come una macchina.

11. Scopo generale delle macchine è di agevolare il lavoro umano nelle varie sue forme, utilizzando le forze e le proprietà dei corpi. Perciò l'effetto generale delle macchine è di diminuire, per una data produzione, la parte dello sforzo umano, sostituendovi le energie naturali.

È questo carattere generale delle macchine che, superficialmente considerato, crea in talune menti un pregiudizio contro le macchine stesse ed un'avversione ai progressi industriali.

Mon métier est de faire travailler, rispondeva Colbert a quell'inventore il quale proponeva al grande ministro di Luigi XIV una macchina, che, riducendo in forte proporzione il numero dei braccianti, avrebbe diminuito notevolmente il costo di produzione in un'industria. Alla medesima idea obbediva Montesquieu quando esprimeva il dubbio se l'introduzione dei mulini ad acqua e ad aria fosse da riguardarsi assolutamente come un progresso. Con questo stesso criterio Sismondi non avrebbe voluto che si permettesse senza vincolo la libera importazione delle macchine dall'estero.

Più ancora che nelle idee degli scrittori questo modo di considerare le macchine si riscontra nelle nozioni del volgo, quando gli amanuensi minacciati dal torchio di Gutenberg mettono in fiamme la prima stamperia, quando Jacquard si sottrae a stento alla folla dei tessitori lionesi irritati contro l'inventore del meraviglioso telajo, quando i boscajuoli inglesi fanno in pezzi la fornace di Dudley che sostuisce alla legna il carbone fossile.

Importa dunque esaminare se regga a fil di ragione il volgare pregiudizio contro le macchine.

12. Fra poco vedremo quanto sia lungi dal vero che le macchine tolgano occupazione e lavoro agli operai. Ma ammettendo per poco che questo rimprovero fosse fondato, non basterebbe però a gran pezza per giustificare l'avversione alle macchine.

Mediante quella macchina estremamente complessa che è il sistema ferroviario, un macchinista, due fuochisti e cinque o sei guardie provvedono al trasporto di cinquecento viaggiatori e di parecchie centinaja di tonnellate di merci. Per operare questa locomozione, prima di Watt, prima di Stephenson occorrevano centinaja e centinaja di carrettieri e di vetturali. Procedendo colla logica di Colbert e di Sismondi, il sistema ferroviario avrebbe dovuto proscriversi in nome dei carrettieri, all'opera dei quali tendeva a sostituirsi. Ma con la logica stessa doveva proscriversi il carro e la vettura, nell'epoca in cui queste macchine venivano a sostituirsi al palanchino ed alla lettiga. Doveva punirsi come un malfattore il primo uomo che domò e domesticò il cavallo ed il cammello; perchè le bestie da soma, economicamente considerate, sono vere e proprie macchine, le quali, sostituendosi al lavoro muscolare dell'uomo, hanno per ufficio e per effetto di diminuire la parte diretta che questo lavoro prende nella produzione.

Questo medesimo ragionamento, questa *reductio ad absurdum* può applicarsi a qualunque macchina, anzi più generalmente a qualunque progresso; perocchè il progresso umano ha ognora per intento di diminuire sforzo, fatica, stento e di aumentare godimento, soddisfazione, ricchezza.

La guerra mossa alle macchine non è che un episodio della eterna guerra dell'ignoranza contro la scienza e la coltura, ed appartiene a quella stessa categoria di fenomeni che la storia registra nelle pagine consacrate alle persecuzioni di Galileo e di Colombo, alla Inquisizione e, in generale, agli errori ed alle passioni che osteggiano i progressi dell'umanità.

13. Ma noi concediamo troppo agli avversarii quando ammettiamo anco per poco il fatto che le macchine tolgano lavoro agli operai.

Nella storia dell'uomo, come nella costituzione del pianeta ch'egli abita, è una forza centrifuga di progresso e d'innovazione ed una forza centripeta di conservazione e di resistenza. Se la prima sospinge i genii più inquieti ed attivi a cercare cose nuove e peregrine, la seconda induce la pluralità delle menti tarde e restie a star contente all'antico. Entrambe queste tendenze possono tralignare ad eccesso e divenir perniciose, l'una determinando un movimento disordinato e scomposto, l'altra cagionando un ristagno inglorioso e sterile. Ma nella economia generale dell'umano consorzio hanno entrambe la loro utile funzione, e si è dal loro finale contemperamento che risulta la perfettibilità delle istituzioni politiche, economiche e civili.

Applicata al problema che stiamo disaminando, la forza di conservazione impedisce quei repentini rivolgimenti che sognano gli avversarii delle macchine. Sono vent'anni dacchè Wilson ha creato la macchina da cucire, e questo eccellente trovato non è riuscito ancora a penetrare nell'uso comune di una gran parte delle popolazioni.

Arroge la lentezza con la quale le macchine si perfezionano. Rarissimo è il caso che nascano perfette nella mente del primo inventore, come Minerva nel capo di Giove. Prima di diventare, per opera di Watt, la macchina a vapore, si conservò a lungo grossolana ed ingombrante la *Fire-Engine* di Newcommen e di Cawley. L'idea del torchio idraulico era già teoricamente nel cervello di Pascal; ma passarono lunghi anni prima che Bramah l'attuasse. Il principio sul quale riposa la fabbricazione delle candele steariche, come dottrina scientifica, trovato dal chimico Chevreul, dovette aspettare che un imprenditore tecnico, il De Milly, se ne impadronisse, per passare nel campo industriale.

Da ciò tutto deriva che le trasformazioni nel magistero del lavoro non iscoppiano mai come folgore. Ma, lentamente svolgendosi, danno tempo ed agio alle classi lavoratrici di prepararsi al passaggio dall'antico al nuovo. E la lentezza, per questo lato benefica, di un tale passaggio, si fa tanto maggiore, quanto più si diffonde la grande industria moderna, per la maggiore difficoltà di trasformare il costosissimo suo capitale fisso, cambiando la forma e la destinazione de' suoi strumenti di lavoro.

14. Del resto, tutta la storia dell'industria prova ad evidenza che, *ben lungi dal togliere lavoro agli operai e dal diminuirne il numero, le macchine accrescono la domanda delle braccia lavoratrici e ne aumentano le mercedi.*

È classico l'esempio del cotonificio inglese che, prima della *Spinning-Jenny* di Tommaso Highs e del *Throstle* di Riccardo Arkwright, impiegava, nella contea di Lancastro, nel 1769, 9000 operai. Dieci anni dopo, le invenzioni di quei meccanici e quelle di Kay, di Crompton, di Hargreaves, di Watt avevano moltiplicato i lavoranti nel cotone fino alla cifra di 134,000.

Un fenomeno della stessa natura si è manifestato nell'arte della tipografia relativamente a quella degli amanuensi, nell'arte dei trasporti per la sostituzione del vapore al carro ed alla vela, ecc. ecc.

È agevole trovare di questo fenomeno la razionale e scientifica spiegazione.

Una macchina ha sempre per iscopo sia di aumentare la produzione, sia di migliorare la qualità della ricchezza. In ogni caso il suo ufficio è quello di agevolare la soddisfazione del bisogno o, in formola economica, di scemare il prezzo del prodotto.

Or bene, il bisogno che i consumatori hanno del prodotto non è già una quantità assoluta ed invariabile. Se agevoliamo la possibilità di soddisfarlo, noi vediamo tosto manifestarsi il bisogno in una folla di consumatori novelli, che prima non esistevano. A misura che il prodotto diventa accessibile a nuove classi di consumatori, in virtù del prezzo diminuito, il numero delle persone che si presentano sul mercato a far domanda del prodotto medesimo, *si aumenta con una progressione assai più rapida di quella con la quale il prezzo è diminuito.* Se la diminuzione procede con una serie di proporzioni aritmetiche, la moltiplicazione della domanda cammina per rapide proporzioni geometriche. Ciò nasce dalla maniera con la quale è costituita la società umana, in cui i ricchi sono sempre pochi, al paragone dell'immenso numero dei non ricchi. Alla base della sociale piramide trovansi le piccole fortune, il cui numero costituisce la grande maggioranza dei cittadini; al vertice sono le poche e rare case opulente: il corpo della piramide di-

videsi in tante sezioni intermedie fra questi due estremi, sezioni rappresentanti le diverse ed intermedie condizioni sociali; talchè il numero delle famiglie formanti ciascun gruppo cresce rapidamente a misura che dal vertice si scende verso la base. Ora è chiaro l'effetto che questa condizione di cose deve determinare relativamente al consumo del prodotto ad ogni successiva diminuzione del suo prezzo. Quando il prezzo è talmente alto da riuscire inaccessibile assolutamente a tutti i consumatori attuali (nella nostra scala dei prezzi lo segniamo 125) il prodotto è come non esistente, nessuno lo acquista. Oggi è il caso della locomozione aeronautica. Se domani un grande ingegno riuscisse a risolvere il problema e mettesse sul mercato, al prezzo di 100, un pallone dirigibile,

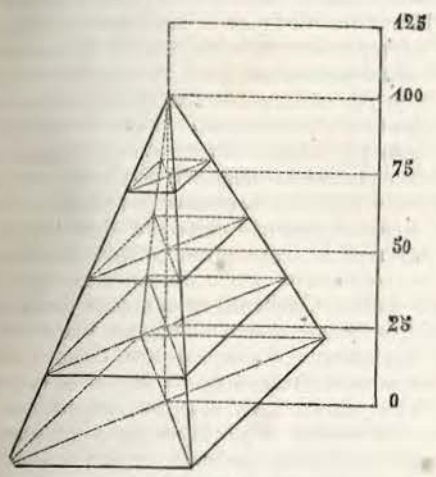


Fig. 163.

solo le più colossali fortune potrebbero procurarsi questo prodotto, il cui consumo sarebbe limitato al fastigio della piramide sociale. Ma quando successivi perfezionamenti, successive macchine ribassassero il prezzo a 75, a 50, a 25, il numero dei compratori possibili andrebbe aumentando, non già in una semplice ragione diretta di queste successive riduzioni, ma bensì in una proporzione immensamente più rapida. E se il costo del prodotto potesse mai discendere a zero, divenendo ottenibile da tutta quanta la sociale piramide, sarebbe utilizzato gratuitamente da tutti i consumatori, come l'aria atmosferica e la luce del sole.

Questo progressivo ampliarsi della sfera di consumo spiega il fatto accennato poc'anzi, dell'aumento di domanda delle braccia lavoratrici determinato dalle macchine. I caratteri mobili ed il torchio di Gutenberg si sostituivano, è vero, alla tarda mano dei copisti, e ad una superficiale osservazione parevano tendere a togliere lavoro e pane ai poveri amanuensi. Ma siccome il prodotto libro veniva a costare molto meno del manoscritto, e quindi il numero dei compratori si ampliava in rapida misura, quindi avvenne che, per soddisfare a questa cresciuta domanda, fu d'uopo ricercare e pagare un numero del pari maggiore di operai. Le tele di cotone fatte colle macchine nuove potendo essere comprate da masse ognora più grandi di consumatori, richiamarono all'industria del cotonificio moltitudini ognora più fitte dei braccianti. La potenza di compra sul mercato cresce più rapidamente di quello che il prezzo diminuisca: l'ultimo risultamento di questa legge è e deve essere che le macchine aumentano la domanda di lavoro e la rimunerazione degli operai.

15. Aggiungeremo da ultimo che si fanno una erronea idea dell'economia industriale coloro i quali si figurano che ogni nuovo processo di lavoro distrugga ed annienti inesorabilmente il processo antico.

Il vero si è che Gutenberg non ha punto sbandito la penna da scrivere, nè Wilson l'ago, nè la *Self-acting* la rocca ed il fuso, nè la locomotiva i carri, nè la vaporiera i bastimenti velieri.

La legge di progresso è ad un tempo legge di conservazione. Nel mondo sociale, come nel mondo fisico, le energie si trasformano, si convertono, ma non si annichilano mai. Una invenzione cambia il modo di usare e la destinazione del procedimento che l'ha preceduta, ma non lo fa mai scomparire affatto.

V. — La piccola e la grande industria.

16. Dovunque i due fattori della produzione, lavoro e capitale, possono, sotto un regime di pace e di libertà, organizzarsi spontaneamente, tendono ad aggrupparsi in vaste imprese. La piccola ed appartata industria scomparisce, per cedere il luogo alla grande industria.

Le cause che determinano questa evoluzione sono le seguenti:

1° *La grande industria economizza le spese generali.* — In qualsiasi produzione sono dette spese generali quelle parti del costo di produzione che sono indipendenti dalla quantità della produzione stessa, o che almeno si sviluppano meno rapidamente di essa. Tali sono le spese di edifizio, di sorveglianza, d'illuminazione, di scaldamento e, in generale ed entro a certi limiti, le spese di capitale fisso. Mentre il fitto del locale, il dispendio di lume o di focolare, restano presso a poco identici sia che la sala da lavoro serva a cinque o a dieci lavoranti, queste spese sono più facilmente rimunerate dal prodotto del lavoro di dieci anzichè di cinque operai. Facendo una grossa nave di tre mila tonnellate, l'armatore fa un migliore impiego del milione di lire che la nave gli costa, anzichè fabbricando con questa stessa somma dieci piccole navi di cento mila lire ciascuna. In questo ultimo caso gli occorrerà spendere molto di più nel primo impianto e nell'esercizio: dovrà stipendiare dieci Capitani ed un numero di marinai maggiore di quello che basterà ad equipaggiare una sola grossa nave.

Quando l'Ammiragliato inglese incaricò il costruttore Maudsley di provvedergli una quantità di casse di ferro per l'acqua potabile della flotta, il celebre fabbricante si dichiarò disposto a dare le casse al prezzo di 17 sterline l'una (L. 425), se l'Ammiragliato ne prendeva solo 40 per settimana, ed al prezzo di 15 sterline l'una (L. 355), se la provvista settimanale saliva al numero di 80. Ma la macchina da forare le piastre per infiggervi i bolloni costava al Maudsley la stessa somma, tanto nel caso che le casse da fornirsi ebdomadariamente fossero 40, quanto in quello in cui fossero il doppio. E lo stesso dicasi delle altre macchine dell'officina, le cui spese generali erano più presto compensate e coperte da una grande produzione che da una mediocre.

Il Roscher, nel suo saggio intitolato *Handwerk und Fabrik*, calcola che a Berlino in una filatura di cotone che impieghi 10,000 fusi, il costo medio di ogni fuso è di 76 marchi e 80 pfenn.; mentre sale a 82 marchi e 80 pfenn., se la filanda non conta che 4000 fusi.

Come tutti i principii, questo delle spese generali ha i suoi limiti, che variano con le condizioni proprie di ogni singola industria. Al di sopra di 30,000 fusi, una filanda cessa di essere vigilabile da un buon direttore. Una rete ferroviaria non è più amministrabile regolarmente, quando misura al di là di 3000 chilometri.

Nell'industria come nella guerra. *Dieu assiste les gros bataillons*, disse un po' cinicamente Napoleone I. Ed è vero, finchè i battaglioni non sono abbastanza grossi e numerosi per eccedere la capacità tattica e strategica del condottiero.

17. *La grande industria utilizza meglio i residui.* — I residui di fabbrica, i capi-morti sono quasi sempre suscettibili di successive utilizzazioni. Residui e capi-morti di una prima industria, diventano materie prime e capi-vivi di una seconda o terza fabbricazione.

Ora, la grande industria, potendo rannodare insieme varie funzioni, riesce più agevolmente ad utilizzare questi avanzi, che la piccola industria in tutto od in parte è costretta ad abbandonare. Le acque madri di una fabbrica di prodotti chimici contengono ancora sostanze acconcie a nuovi lavori. Uno stabilimento metallurgico come il Creuzot, come Serraing o come quello di Krupp a Essen, possono vantaggiarsi di un gran numero di cose, che per le piccole officine sono non-valori. Spesso tutta intera una industria non è altro che il frutto della utilizzazione degli avanzi di un'altra industria; la produzione della lana meccanica, che ha da capo a fondo trasformato il mercato dei panni, è una splendida applicazione di questo principio.

18. 3° *La grande industria si emancipa dai costosi intermediarii.* — Una grossa fabbrica, conosciuta in vasta sfera del mondo industriale, è sempre sicura di poter provvedere una numerosa clientela. Essa riceve le commissioni dirette, senza avere d'uopo di commessi viaggiatori e di sensali.

L'armatore capitalista di qualunque paese d'Europa sa che, volgendosi ad un grande costruttore navale della Clyde o dell'Humber, può a prezzo dibattuto e certo provvedersi, per un' epoca esattamente determinata, un piroscafo di dimensioni e di qualità nautiche perfettamente stabilite. Nessun cantiere, diretto anche da ingegneri e da maestranze di alta capacità, potrebbe ottenere un tale risultato, senza fare individualmente conoscere la propria esistenza e le sue condizioni su tutti i mercati dell'industria navale.

19. 4° *Principio della continuità del lavoro.* — Il lavoro continuo è sempre più proficuo del lavoro interpolato e saltuario. Dalle esperienze di Rumford risulta che un forno, il quale richiede 366 libbre di legna pel primo riscaldamento, ne abbisogna una quantità man mano minore se si mantiene acceso, talchè dal sesto giorno in poi bastano 74 libbre di legna a mantenere quel calore che avrebbe reso necessario il consumo quotidiano di 366 libbre di combustibile a riscaldamento interrotto. E questa la ragione per la quale nelle manifatture si ripartono in isquadre diurne e notturne i lavoranti, conservando incessantemente operanti le macchine, i fuochi, gli adattamenti.

Ora, egli è evidente che è tanto più agevole e completa l'applicazione del principio di continuità del lavoro, quanto più vasto è il sistema di una impresa industriale.

20. 5° *Imprese assolutamente impossibili per la piccola industria.* — Sono, anzitutto, quelle che di loro natura richiedono gagliardi mezzi di azione, forti capitali, simultanea occupazione di numerose schiere di operai. Col sistema della piccola industria il mondo non avrebbe posseduto giammai nè il bosforo di Suez, nè il traforo del Fréjus e del Gottardo, nè le reti ferroviarie, nè le flotte di piroscafi.

Ma vi è inoltre una speciale categoria d'imprese alle quali la piccola produzione non può fruttuosamente applicarsi. Sono le imprese il cui successo riposa sulla *legge dei grandi numeri*. L'impiego del capitale nelle Società di assicurazioni, quando queste siano bene organizzate, è uno dei più regolari investimenti. Un genere di affari che consiste nel cimentarsi con i più variabili casi, quali sono i sinistri del mare, gli incendii, le grandini, la durata della vita, può diventare così equabile e così lontano da eccezionali guadagni e da perdite esorbitanti, come la speculazione fondiaria meglio guarentita. Ma affinchè ciò avvenga, è anzitutto mestieri che l'assicurazione, tanto nel sistema dei premii quanto in quello della mutualità, comprenda un numero abbastanza grande di casi variabili perchè il riparto dei sinistri renda insensibile la tangente individnale. Una società di assicurazioni sulla vita che operasse sopra poche centinaja di contratti, od una società di assicurazioni marittime che riguardasse poche decine di bastimenti, correrebbero incontro a certa rovina, o diventerebbero mere speculazioni aleatorie di giuoco e di scommessa.

21. 6° *La buona fede e la moralità commerciale* sono meglio guarentite e tutelate dalla grande che dalla piccola industria. Impiegando ingenti capitali fissi, avendo estese relazioni, una vasta fabbrica sa bene che una frode che commettesse sarebbe presto scoperta e cagionerebbe irreparabile rovina. Il piccolo fabbricante, invece, si sente protetto dalla sua stessa oscurità: le adulterazioni delle sue merci, quando saranno conosciute dal consumatore, non diminuiranno guari il già esile suo credito. Obbligato a cambiare mestiere, gli è agevole il farlo, non avendo da convertire ad altro uso costosi adattamenti, e potendo dire, come il cinico antico: *omnia mea mecum porto*. Il sentimento del decoro e della dignità ed un grado, generalmente più elevato, d'istruzione e di educazione, persuadono al grande fabbricante la profonda verità del proverbio inglese: *honesty is the best policy*.

22. 7° *La grande industria è progressiva, la piccola è stazionaria.* — I perfezionamenti meccanici e tecnologici sono d'ordinario preceduti da un periodo più o meno lungo di tentativi, di prove, di esperienze, che rappresentano spese e rischi. Nell'industria come in qualunque altro ramo di umana attività il progresso obbedisce alla gran legge galilejana del *provare e riprovare*. L'esito incerto e la spesa certa ritraggono da questa pericolosa via delle innovazioni il piccolo fabbricante, i cui metodi rivestono quindi un carattere essenzialmente tradizionale e stazionario.

Il forte capitalista, invece, stimolato dalla concorrenza de' suoi pari sopra un vastissimo mercato, è costretto ad affrontare gli esperimenti che possono metterlo sulla via della vittoria. Nelle grandi officine sono impiegati giovani formati da un lungo e costoso tirocinio scientifico, abili disegnatori, versati nelle varie discipline tecnologiche, i quali sono costantemente occupati nella ricerca dei mezzi più efficaci, più perfetti, meno dispendiosi di produzione. L'industria, che è così nobilitata ed ajutata dalla scienza, restituisce sovente alla scienza il beneficio. È difficile il dire se la geologia abbia maggiormente giovato all'arte delle miniere, oppure questa a quella.

E notisi che, quando il periodo delle incertezze e delle prove è passato, quando un nuovo trovato, una macchina nuova, un novello processo di tintura od altro simile perfezionamento è stato attuato, anche la piccola e modesta industria può valersene e trarne profitto. La piccola industria, generalmente disposta a guardare la grande con gelosia (perchè, come disse Proudhon, *la démocratie c'est l'envie*), non sa forse abbastanza quanti siano i titoli che la grande industria ha alla sua riconoscenza.

23. Se, per le accennate ragioni, non è da mettersi in dubbio la superiorità del sistema economico che fondasi sull'impiego dei forti capitali e che lavora su vasto mercato di produzione e di smercio, sarebbe un errore però il credere che questo sistema vada assolutamente scevro da qualsivoglia inconveniente, e ch'esso sia indifferentemente applicabile a qualunque specie di produzione.

Tutto è grande nella grande industria: il male, come il bene; i pericoli come i vantaggi. Mentre la piccola industria non produce se non a misura che è sollecitata dalla domanda, la grande industria, per lo contrario, deve lavorare sempre e senza posa. Il ristagno e l'inazione de' suoi capitali fissi rappresentano una perdita netta e fatale. Essa quindi non aspetta mai le domande, e va innanzi nelle offerte.

I suoi magazzini rigurgitano talvolta di prodotti, che non trovano compratori. La concorrenza straniera determina trabalzi nei prezzi, che cessano talora di essere rimuneratori. Le vicende impreviste ed imprevedibili di lontani mercati, una guerra che chiuda i porti e renda malsicura la via dei mari, un cambiamento di tariffe doganali, un perfezionamento nei metodi di produzione nelle industrie rivali, bastano a compromettere le sorti dell'impresa ed a sgominare i meglio fondati calcoli preventivi.

Sono queste le cause più frequenti di quelle *crisi industriali*, che di tratto in tratto colpiscono la grande industria.

A queste cause si aggiungano quelle che nascono dall'impiego di numerose schiere di operai. La riunione e spesso la coabitazione di molte centinaja od anche migliaja di lavoranti dei due sessi, di età differenti, tendono pur troppo a favorevolare la propagazione di quei germi d'infezione morale e fisica, che nelle sparse e disgregate popolazioni dei paesi a piccola industria trovano un terreno meno preparato e meno acconcio.

Gli *scioperi* e, in generale, i concerti mercè dei quali le masse operaje esercitano pressioni non sempre giustificate sul mercato del lavoro, sono fenomeni che l'appartata e casalinga industria non teme, e la cui influenza procede di pari passo con lo sviluppo della vasta produzione.

24. Non a tutte le imprese industriali, del resto, è applicabile sempre il sistema della grande produzione. Questo sistema incontra i suoi limiti

1° *Nella natura stessa dell' impresa.* Là dove la parte che prende nell'opera il capitale è prevalente a quella che vi ha il lavoro personale, la grande produzione trova il suo più acconcio terreno. Ma quando si tratta di una industria nella quale l'abilità personale del lavorante costituisce l'elemento principale del successo, essa tende naturalmente ad organizzarsi in piccole separate officine. I merletti, i ricami di alto pregio, e, in generale, i prodotti dell'industria artistica si prestano egregiamente a questa forma di organizzazione;

2° *Nella estensione del mercato.* Quando il mercato è vasto e la domanda si esercita su grandi masse di prodotti, quando vi è sempre sicurezza di vendita, la grande industria può sorgere e fondare colossali stabilimenti. Ciò avviene appunto nel cotonificio, nella metallurgia del ferro, ecc. Ma allorchè l'esito della merce è meno assicurato e più ristretto il campo commerciale, come, per esempio, nell'industria dei bronzi di Cresco, le dimensioni dell'industria incontrano più presto i loro limiti;

3° *Nelle speciali condizioni e convenienze di certe industrie, le quali permettono di associare i vantaggi della grande produzione e quelli della piccola industria.* È così che il contadino della Selva Nera impiegando la giornata della morta stagione e le sere a fabbricare i giocattoli, che poscia il ricco negoziante di Norimberga o di Strasburgo manda in grosse partite su tutte le piazze del mondo, esercita una piccola industria organizzata in grandi dimensioni.

Così del pari il lavoro appartato in famiglia è conciliato con lo smercio in vaste proporzioni nell'industria degli orologi sulle rive del lago di Ginevra, od in quella dei velluti nella riviera di Genova.

VI. — Rimunerazione degli operai, dei capitalisti e degli imprenditori.

25. Qualunque operazione industriale è il risultato della cooperazione del lavoro e del capitale sotto l'impulso dell'imprenditore d'industria.

La rimunerazione degli operai è il *salario;* quella del capitalista, il *profitto;* quella dell'imprenditore, il *beneficio netto.*

Il salario si considera sotto tre forme distinte: *salario corrente* o *nominale*, che è la somma di denaro con la quale il lavoro è rimunerato; *salario reale*, che è il complesso di soddisfazioni dei propri bisogni, che l'operajo può procurarsi col salario nominale; *salario necessario*, che è la quantità di cose sufficiente al mantenimento dell'operajo.

Il salario corrente è *in ragione diretta della domanda, ed in ragione inversa della offerta delle braccia lavoratrici.* Se rimanendo uguale la ricerca che sul mercato si fa di queste braccia, il numero degli operai che le offrono aumenta, il salario corrente diminuisce; se quel numero scema, il salario aumenta. Reciprocamente, il salario cresce se, restando uguale l'offerta di braccia, si fa più attiva la domanda di esse; e il salario diminuisce, se è minore la domanda.

Il salario reale è *in ragione diretta della potenza di compra della moneta, ed in ragione inversa della domanda delle derrate.* Diminuisce quindi il salario reale tutte le volte che la moneta perde del suo valore, e tutte le volte che la popolazione cresce più rapidamente che la ricchezza generale. Il salario reale si aumenta, invece, tutte le volte che cresce il valore della moneta e che la ricchezza generale progredisce più energicamente del numero degli abitanti.

Il salario necessario è *in ragione diretta della civiltà generale, ed in ragione inversa della offerta del lavoro.* Quanto è più alto il grado di coltura, di benessere, di educazione, tanto più s'innalza il livello delle soddisfazioni alle quali aspira il lavorante. Esso è invece contento a sorte men lieta, se l'ambiente in cui vive e del quale è partecipe è meno civile. Del pari la sua condizione relativa migliora quando la massa delle produzioni di ogni genere cresce più rapidamente del numero dei consumatori, e peggiora nel caso opposto.

Come vedesi, tanto per rispetto al salario nominale, quanto in ordine al salario reale ed al necessario, la condizione dell'operajo è intimamente connessa con la evoluzione di due supremi principii: del principio di popolazione e del principio di capitalizzazione. Laonde la legge del salario, qualunque sia la forma sotto la quale lo consideriamo, può esprimersi con formola generale e sintetica: *il salario è in ragione diretta del principio di capitalizzazione, ed in ragione inversa del principio di popolazione.*

26. Il capitalista può impiegare il suo capitale nell'industria direttamente, ed allora la sua rimunerazione

conserva il nome di *profitto;* può impiegarvelo indirettamente, dandolo a prestito all'imprenditore industriale, ed il profitto allora assume il nome speciale di *interesse.*

Sotto entrambe le forme, la rimunerazione del capitale comprende tre distinti elementi:

1° Il *premio di assicurazione,* ossia quella parte del profitto che rappresenta il rischio di perdita del capitale. Siccome i rischi variano nelle diverse industrie, così varia questa parte della rimunerazione del capitale. Investito nella terra, questo corre meno pericoli che impiegato nella navigazione; in un paese ordinato e tranquillo, è meno esposto a catastrofi che in una contrada soggetta all'anarchia ed al despotismo.

È questa la circostanza che determina le maggiori oscillazioni nell'interesse fra i varii mercati, nei diversi tempi e nei differenti impieghi del capitale.

2° Il *fondo di ammortimento,* ossia quella parte del profitto che è destinata a conservare e ricostituire il capitale. Indipendentemente dai rischi eventuali ed accidentali, il capitale si consuma, e si dissolverebbe in un periodo più o meno lungo, se non fosse mantenuto e restituito alla forma primitiva.

La nave che dura quindici o vent'anni deve potere, co' suoi noli (la forma peculiare del profitto del capitale navigante) mettere l'armatore in grado di varare una nuova nave della stessa portata, trascorso quel periodo.

Lo stesso dicasi per le pigioni relativamente alla casa; lo stesso, per il prodotto di qualunque macchina, strumento, animale impiegato nell'industria, nell'agricoltura, ecc.

Il fondo di ammortimento varia quanto la *ragione* del consumo del capitale. Nella navigazione, la sostituzione del ferro al legname avendo rallentato la ragione del consumo del capitale navigante, ha diminuito i noli, perchè ha scemato il fondo di ammortimento.

3° Il *profitto netto,* ossia ciò che resta al capitalista quando ha coperto i rischi e pagato l'ammortimento del suo capitale. È agevole il dimostrare che il profitto netto, a differenza degli altri due fattori del profitto lordo o totale, non può variare nè molto, nè durevolmente fra i varii impieghi del capitale. Infatti, se vi fosse un investimento in cui il capitale fruttasse un lucro netto maggiore che in tutti gli altri, è chiaro che i capitali si ritrarrebbero da tutti gli impieghi men retribuiti per accorrere nell'impiego più lucroso. La diminuita loro offerta nei primi tenderebbe ad alzarne ivi il profitto, mentre la crescente offerta nell' impiego più ricercato ne farebbe discendere il profitto. E questo doppio movimento, di restrizione da una parte, e di espansione dall' altra continuerebbe fino a tanto che fosse ristabilita l'eguaglianza fra tutti i profitti.

Se però i profitti netti *tendono all'equilibrio,* non ne viene punto la conseguenza ch'essi *siano costantemente uniformi.* Non esiste in fatto quella perfetta libertà di movimenti che sarebbe la necessaria condizione per escludere la possibilità di ogni divario tra la potenza di fruttificazione dei capitali. Vi si oppone anzitutto la difficoltà e talvolta la impossibilità di trasformare i capitali fissi, per cui il capitalista è sovente costretto a contentarsi di un profitto netto minore di quello ottenuto da altri impieghi, non potendo convertire in questi i suoi capitali. Vi osteggia anche la distanza, per cui i capitali continuano a restare sopra un mercato dove fruttano meno, per non affrontare le spese e i pericoli del trasporto sopra altro mercato dove rendono più. Una circostanza che si oppone altresì all'assoluto pareggiamento dei profitti è l'esistenza di quel fenomeno che gli economisti chiamano la *Rendita,* e che è un lucro dipendente dal possesso esclusivo di un prodotto o di un agente di produzione. Il possessore di un terreno di prima qualità, quello di una potente cascata idraulica, quello che si trova in prossimità di un gran centro di consumo o di un'arteria di comunicazione, possono ricavare dal proprio capitale un profitto netto assai più alto di quello onde sono costretti a star paghi coloro che non hanno a loro disposizione cotesti eccezionali mezzi di produzione.

27. Celui che mette in azione il lavoro degli operai ed il capitale dei capitalisti, ed organizza queste forze ad uno scopo produttivo, è l'*imprenditore d'industria.* Non è strettamente necessario ch'egli vada personalmente distinto dalle anzidette due categorie di individui. Vi sono casi nei quali operajo, capitalista ed imprenditore formano una sola ed unica persona. Ma la divisione del lavoro e le peculiari esigenze della grande industria moderna rendono assai rari questi casi; e, ad ogni modo, anche allora che si verificano, le tre specie di funzioni rimangono perfettamente distinte.

La rimunerazione che l'imprenditore si propone di ottenere è il *beneficio della speculazione,* vale a dire l'utile risultante dalla speciale combinazione delle forze produttive ch'egli ha attinto nel lavoro e nel capitale impiegato.

E nel modo col quale questa combinazione è organizzata che risiede l'abilità dell'imprenditore, la sua esperienza, il genio degli affari, ciò che l'ignoranza e l'invidia usano chiamare *la fortuna.*

VII. — Il prezzo dei prodotti.

28. Il prezzo del prodotto ottenuto, vale a dire, il valore col quale il prodotto si scambia sul mercato, è la fonte dalla quale derivano e il salario degli operai, e il profitto del capitalista e il beneficio dell'imprenditore. È quindi necessario che queste varie categorie di persone, e l'ultima specialmente, che è incaricata della gestione di ogni economia industriale, si rendano bene conto degli elementi che determinano il prezzo e le sue variazioni.

Una ben nota legge di economia politica, che fu messa in piena evidenza da G. B. Say, tenderebbe a semplificare singolarmente questi elementi, dicendo che: *il prezzo è in ragione diretta della domanda, inversa della offerta del prodotto.*

Espressa così in generale, questa legge è di tutta evidenza. Se sopra un dato mercato non avviene alcun cambiamento in più o in meno nel numero dei compratori di un dato prodotto, ed accade invece un cambiamento nel numero dei venditori, o nella quantità totale del prodotto posto in vendita, è chiaro che il prezzo di questo prodotto tenderà a salire quando vada diminuendo la quantità esposta, o a ribassare se questa aumenti. Reciprocamente, supposto che non avvenga cambiamento alcuno nella quantità della merce, il prezzo di questa tenderà a ribassare se scema il numero degli acquirenti, tenderà invece ad alzarsi quando un crescente numero di persone venga a disputarsi la medesima quantità di prodotto.

29. La legge del prezzo però, così enunciata, ha il doppio difetto d'ingenerare un grave equivoco e di trascurare alcuni importanti fenomeni.

L'equivoco consiste nell'indurre a credere che tra le variazioni della domanda e della offerta e quelle del prezzo esista non solo un rapporto di causalità ma anche uno di misura, il che non è sempre vero.

Gregorio King e Tommaso Tooke hanno dimostrato che le oscillazioni del prezzo possono talvolta essere molto maggiori di quelle, corrispondenti, della domanda e della offerta. Quando la raccolta del grano è cattiva e l'offerta di questa derrata diminuisce, il prezzo ne aumenta in una proporzione molto più energica di quella che corrisponderebbe semplicemente allo scemare della offerta. La diminuzione

di 1/10	nell'offerta	fu veduta	rialzare	il prezzo	di 3/10
» 2/10	»	»	»	»	8/10
» 3/10	»	»	»	»	16/10
» 4/10	»	»	»	»	28/10
» 5/10	»	»	»	»	45/10

Il panico, le incette, il timore degli accaparramenti esagerano ed accrescono il rialzo del genere.

Questa mancanza di proporzionalità potrebbe del pari riscontrarsi nelle altre combinazioni possibili tra le vicende dei componenti del prezzo e la loro risultante ultima.

30. Inoltre la formola del Say non tiene conto di alcuni importanti fenomeni che al prezzo si riferiscono.

Il venditore che offre la merce desidera naturalmente di trovarne il prezzo più alto possibile, come il compratore che la domanda desidera di averla al più basso prezzo possibile. Se lo potessero, spingerebbero l'uno le sue pretese fino ad un prezzo esorbitante, verso l'infinito, l'altro ad un prezzo minimo, verso zero. Indi un dibattimento, nel quale i due avversi campi del mercato cercano di sopraffarsi a vicenda, e dal quale il prezzo comune e consensuale non emerge se non dopo una più o meno lunga lotta, da cui i venditori escono persuasi che non avrebbero potuto spingere più in su il prezzo, ed i compratori che non avrebbero potuto deprimerlo più in basso.

Se, per esempio, noi supponiamo che gli elementi tutti della produzione di un ettolitro di grano (salarii, profitti, beneficii) sarebbero rimunerati dal prezzo di 25 lire, i venditori comincieranno a chiederne 30 lire; poi, non trovando compratori, scenderanno a 29 lire, a 28, a 27, a 26, e la loro gara al ribasso non si fermerà che a 25 lire, prezzo rimuneratore. Dal canto loro i compratori, dopo avere inutilmente tentato il prezzo di 20 lire, e dopo essere successivamente saliti a 21, 22, 23, 24, sono disposti a pagare 25 lire l'ettolitro di grano, la cui produzione è rimunerata a questo prezzo. Si dirà adunque che in quel momento il prezzo dell'ettolitro di grano è di 25 lire.

Orbene, in un'epoca successiva possono verificarsi, su quel mercato, tre ipotesi differenti.

1° Si continua a domandare a 25 lire l'ettolitro una quantità eguale a quella che è offerta a questo medesimo prezzo. E si avrà allora invariato e stazionario l'equilibrio del mercato.

2° La quantità di ettolitri di grano domandati a 25 lire è superiore alla quantità offerta allo stesso prezzo. Allora vi sarà di certo, come dice la formola di Say, una tendenza all'aumento del prezzo, ma questa tendenza andrà complicata di un doppio fenomeno: *a*) quei compratori ch'erano disposti a pagare l'ettolitro di frumento 25 lire, ma non 26, 27, ecc., si ritirano dal mercato; *b*) quei venditori che non volevano dare la derrata a 25 lire l'ettolitro, ma che erano disposti a darla ad un prezzo alquanto superiore, sopravvengono sul mercato. Questo doppio effetto determinato dalla tendenza allo aumento del prezzo, riduce, attenua il rincaro; e dopo il solito dibattimento, si ristabilisce un nuovo equilibrio del mercato, per esempio a 26 lire l'ettolitro.

3° La quantità offerta a 25 lire l'ettolitro supera la quantità domandata a tal prezzo. D'onde una tendenza al ribasso, accompagnata da un doppio effetto, cioè: *a*) ritiro dal mercato di quei venditori che sono disposti a cedere la merce a 25, ma non a 24, 23, ecc.; *b*) affluenza di compratori, i quali non volevano pagare la merce 25 lire, ma sono disposti a darne un prezzo minore. E così, attenuandosi il ribasso, il mercato finisce per costituirsi in un terzo stato di equilibrio, a 24 lire l'ettolitro.

31. La considerazione del *costo di produzione*, siccome elemento determinante del prezzo, la quale non aveva abbastanza attirato l'attenzione degli economisti ligi alla formola di G. B. Say, era stata invece l'oggetto di un accurato studio per parte di Davide Ricardo, il quale affermò che *il prezzo è sempre determinato dal costo di produzione.*

Anche questa formola, così in generale, dice il vero. Il prezzo non può alzarsi al di sopra del costo, senza determinare un aumento dell'offerta ed una restrizione della domanda, che lo faranno infallantemente ribassare fino al limite rimuneratore. Reciprocamente, il prezzo non può scendere al di sotto del costo, senza provare una restrizione di offerta ed una espansione di domanda, che lo faranno necessariamente salire fino al limite predetto.

Ma dentro certi variabili limiti di tempo e d'intensità, queste escursioni del prezzo al di sopra e al di sotto del costo sono perfettamente possibili. Il fabbricante è costretto talora a vendere con perdita, come quando è avvenuto nella sua industria un perfezionamento ch'egli non ha ancora potuto applicare, o quando un cambiamento nella moda o nella corrente commerciale ha lasciato ingombrare di merce i suoi magazzini. Reciprocamente, il possessore di un monopolio sia naturale sia artificiale, può talora vendere la merce ad un prezzo superiore al costo, non temendo la concorrenza.

In ultima analisi, noi comprenderemo in una sintetica formola tutti gli elementi del dinamismo del prezzo, dicendo che: *il prezzo corrente varia in ragione diretta della domanda e in ragione inversa della offerta, e tende ad equilibrarsi col costo di produzione.*

VIII. — La Moneta e il Credito.

32. Il prezzo è il valore dei prodotti espresso in moneta. La moneta è il prodotto scelto come comune misura del valore degli altri prodotti.

L'oro e l'argento possiedono entrambi in grado eminente le sei qualità che si richiedono in un prodotto perchè possa essere scelto a moneta: 1° hanno un valore che è funzione composta del loro costo di produzione e del rapporto fra l'offerta e la domanda che se ne fa sul mercato; 2° questo valore dei metalli preziosi è alto relativamente al peso ed al volume; 3° i metalli stessi sono fisicamente inalterabili o poco alterabili, e quindi lungamente conservabili; 4° sono agevolmente divisibili; 5° sono omogenei, facilmente riconoscibili mediante una impronta; 6° il loro valore, senza essere assolutamente invariabile, va soggetto a meno frequenti e meno subitanee variazioni della più parte degli altri prodotti.

Potendo ambidue i metalli adempiere l'ufficio d'intermediarii degli scambi, gli è ben naturale che gli uomini li ammettano simultaneamente sul mercato in qualità di moneta. Indi è che anche nei paesi, la cui legislazione monetaria è fondata sul monometallismo (or ora spiegheremo questo vocabolo) i due metalli circolano di fatto e servono insieme ad agevolare gli scambi. L'oro, moneta unica della legge inglese, non ha punto escluso l'argento dal mercato britannico; sul mercato russo, ove la legge

non riconosce che la moneta di argento, l'oro circola concorrentemente coll'altro metallo.

33. Ma nella moneta non basta già considerare il solo carattere *economico* — di mezzo agevolatore degli scambi; vi è in essa ancora il carattere *giuridico* — di mezzo liberatore dei debiti.

È *moneta legale* quella valuta, dando la quale il debitore si libera, e la quale non può essere rifiutata dal creditore. Nei sistemi monetarii fondati sul *monometallismo* la qualità liberatoria non è riconosciuta che in uno dei due metalli: l'altro circola liberamente e solo in qualità di agevolatore degli scambi. Nei sistemi fondati sul *bimetallismo* il debitore può liberarsi a scelta coll'una o coll'altra specie, e la loro accettazione è ugualmente obbligatoria pel creditore.

Nei sistemi bimetallici la qualità liberatoria è attribuita ad entrambi i metalli, perchè la legge ha stabilito un rapporto invariabile e fisso tra il valore dell'uno e quello dell'altro. Per poter dire al debitore: tu potrai pagare, a scelta, il tuo debito sia in oro, sia in argento; ed al creditore: tu non potrai ricusare il pagamento, comunque fatto nell'uno o nell'altro metallo, la legge ha dovuto innanzi tutto dichiarare a quante unità ponderali del metallo meno prezioso equivale l'unità ponderale del metallo più raro. Fissando, per esempio, il rapporto legale 1 : 15 $^1/_2$, s'intende che il debito è saldato indifferentemente con valuta d'oro o con dischi d'argento, che furono coniati sulla base di quindici chilogrammi e mezzo d'argento per un chilogramma d'oro.

Ma siccome prima di essere moneta, l'oro e l'argento sono merci, e, come merci, hanno un valore che è indipendente dalla legge ed è regolato, come tutti gli altri valori, dal costo di produzione e dal rapporto della offerta e della domanda, indi avviene che, nei sistemi bimetallici, tra il valore legale ed il valore mercantile dei due metalli preziosi vi sono spesso differenze ed oscillazioni. I debitori cercano sempre di servirsi a loro profitto di queste variazioni, pagando col metallo che ha come merce un valore minore. Dacchè i debitori possono liberarsi pagando in oro od in argento, nel rapporto fisso di 1 a 15 $^1/_2$, è ben naturale e certissimo ch'essi pagheranno i loro creditori con monete d'oro tutte le volte che potranno procurarsi un chilogramma di questo metallo con qualche cosa meno di 15 chilogrammi e mezzo di argento; e pagheranno invece con monete d'argento tutte le volte che riuscirà loro di acquistare con un chilogramma d'oro qualche cosa più che 15 chilogrammi e mezzo di argento.

Si può quindi affermare che un regime monetario bimetallico è realmente inattuabile e si risolve in un regime *a metalli alternati*. Per la così detta *legge di Grasham*, quando due diverse monete legali esistono simultaneamente, la moneta formata di quel metallo che come merce è più svilito, tende invariabilmente a restar sola nella circolazione, discacciandone la moneta formata del metallo che ha come merce un valore superiore a quello che la legge gli dà come moneta. Allorchè l'argento è deprezzato, l'oro si ritira e va all'estero, dove esercita come merce tutta la sua potenza di scambio. L'oro invece rientra nel paese, scacciandone l'argento, quando la sua potenza di acquisto come moneta è superiore al suo valore come merce.

Spetta non all'economia industriale ma all'economia politica il risolvere i gravi e molteplici problemi che si riferiscono al sistema monetario. Ne abbiamo noi stessi fatta ampia trattazione nell'articolo MONETA della *Nuova Enciclopedia Italiana*. Noi ne facciamo qui cenno soltanto perchè vi ha un ramo di industriale e commerciale economia, che riposa interamente sui calcoli intorno al valore delle monete e dei metalli preziosi. I banchieri, infatti, specolano su questo valore, esportando i valori monetari la cui potenza di compra è maggiore sui mercati esteri che sul mercato nazionale, ed importando quelli che si trovano nel caso contrario.

34. A mano a mano che le transazioni commerciali si moltiplicano, le somme che devono pagarsi contemporaneamente diventano più ragguardevoli, ed il trasporto effettivo da un paese ad un altro, da un individuo ad un altro, presenta difficoltà ed inconvenienti. Allora s'introduce l'uso di promesse scritte di pagamento, dette *atti* o *titoli di credito*.

La *cambiale* o *lettera di cambio* è il più antico ed il più importante fra i titoli di credito. È mercè di essa che le diverse piazze di commercio saldano i loro conti, senza far viaggiare il numerario, se non per eccezione, e scambiando reciprocamente i prodotti con i prodotti. Se A di Genova deve una somma a B di Marsiglia, e C di Marsiglia deve a D di Genova la stessa somma, basterà che A paghi D e C paghi B, perchè i due crediti e i due debiti restino estinti, ciascuno sulla stessa città.

Ora in Genova sono sempre molte persone le quali, per merci comperate a Marsiglia, devono somme a persone di quest'ultima piazza. Ma, per somiglianti motivi, sono sempre in Marsiglia persone debitrici di negozianti di Genova. Vi ha dunque continuamente un conto aperto fra le due piazze, un debito ed un credito reciproco. Ne risulta che se A di Genova, dovendo fare un pagamento a B di Marsiglia, paga a D la somma di cui questi è creditore verso C, può procurarsi presso D una carta in cui D dichiari di avere ricevuto la somma da A ordinando a C di pagare la stessa somma a B. La medesima carta, prima di arrivare alle mani di C, potrà eventualmente servire ad altri scambi intermedii fra varii *giranti e giratarii*.

Invece di supporre che A vada direttamente da D a pagargli la somma ed a ritirare la cambiale, immaginisi che a Genova siavi un capitalista che faccia sua speciale professione di comprare e vendere appunto delle cambiali. A comprerà da costui una cambiale sopra Marsiglia ed effettuerà per tal modo la sua operazione. Questo commerciante di cambiali è il banchiere, nel cui portafoglio la cambiale sarà pervenuta, per opera di chi avendo a Marsiglia dei crediti su Genova, avrà quivi trasmesso il titolo.

Se all'istante in cui Genova deve pagare somme a Marsiglia, si trovasse a Marsiglia una quantità esattamente uguale di somme da pagare a Genova, e se tutti i creditori e debitori delle due piazze potessero combinarsi ed intendersi per farsi le cessioni delle loro cambiali, le operazioni di cambio sarebbero semplicissime, e tutto si compenserebbe mediante scambievoli girate, senz'altre spese che quelle del pagamento dei banchieri intermediarii.

Ma le vicissitudini del commercio rendono estremamente rara e quasi impossibile questa eguaglianza di crediti e di debiti scambievoli fra due diverse piazze. Accade sempre che l'una di esse abbia venduto all'altra più o meno di quello che ne ha comprato, e, per conseguenza, che debba pagare somme maggiori o minori di quelle che deve riscuoterne. Quindi avviene che le cambiali sopra date piazze siano più o meno offerte o domandate di quelle sovra altre piazze. La qual cosa introduce un nuovo elemento nel calcolo dei cambi.

I banchieri inoltre speculano, come abbiamo visto, sul valore dei metalli preziosi, comprando e vendendo sulle diverse piazze le valute o i titoli di credito che le rap-

presentano, e facendo le così dette operazioni di *arbitraggio*.

35. Oltre la cambiale, che serve principalmente al commercio fra diverse piazze, circolano eziandio altri titoli di credito, i *biglietti ad ordine* o *pagherò*, coi quali un individuo promette di pagare ad una persona od a suo ordine a chi ne avrà avuto girata, una data somma, i *mandati, assegni, vaglia* o *checks*, ordini di pagamento rilasciati da chi, essendo in conto corrente con persone o con banche, dispone così del suo credito.

Le banche hanno appunto per ufficio di costituirsi intermediarie fra chi ha capitali disponibili, e chi ne abbisogna. Operano ricevendo depositi, aprendo conti correnti, scontando valori, o emettendo promesse proprie di pagamento esigibili dal portatore ed a vista, detti *biglietti di banco*, i quali circolano come moneta e ne adempiono gli uffici.

Per regolare con la massima economia i loro conti e saldare i loro crediti e debiti reciproci, le varie banche di una stessa piazza, od anche di più piazze, si riuniscono in una *Casa di compensazione (Clearing-House)*, in cui periodicamente si liquidano le partite senza ricorrere all'uso effettivo della moneta salvochè per il pagamento delle differenze di conto.

IX. — Istituzioni commerciali.

36. Oltre alla moneta ed alle banche, l'economia industriale si giova di un vasto sistema di organi di scambio, di trasporto e di negoziazioni, i precipui dei quali sono:

1° Le *strade* e le *ferrovie;*
2° I *canali navigabili;*
3° I *porti;*
4° Le *fiere* e i *mercati;*
5° Le *borse* di commercio;
6° I *docks*.

X. — Istituzioni di previdenza.

37. Sono quelle imprese che hanno per ufficio sia di favorire e promuovere lo spirito di capitalizzazione, sia di rimuovere i sinistri e le perdite eventuali.

Tali sono:

1° Le *Casse di risparmio*, destinate a raccogliere e capitalizzare le somme sottratte alla consumazione improduttiva e poste in serbo per la formazione del capitale;

2° Le *Società di soccorso mutuo*, destinate alla scambievole assistenza, massime delle classi operaje;

3° Le *Società cooperative*, destinate sia ad emancipare i consumatori dalle spese d'intermediarii nell'acquisto di derrate e di merci, sia a fornire alle classi lavoratrici i benefizii del credito;

4° Le *Imprese di assicurazioni*, destinate a ripartire sopra un gran numero di persone le conseguenze di un sinistro eventuale, ed a renderle quindi meno sensibili e meno dannose.

XI. — L'Economia industriale e l'ingerimento governativo.

38. Carattere delle antiche legislazioni era l'occuparsi o *troppo* o *nulla* degli interessi industriali.

Se ne occupavano troppo, quando il legislatore, quasi diffidando delle ispirazioni e del senno degli individui, pretendeva ingerirsi di ogni negozio, fissando con *mete* e con *calmieri* i prezzi delle merci, statuendo l'ammontare dei salarii, prescrivendo la cifra del profitto dei capitali, vietando o incagliando l'importazione o l'esportazione di certi prodotti, regolando la *bilancia del commercio*, *proteggendo* l'industria nazionale. Con tutti questi inconsulti provvedimenti, il Governo incagliava e vessava il libero svolgimento delle forze produttive, sviandole dal naturale loro indirizzo.

Mentre era così viziosamente ansioso nelle sue ingerenze soverchie, il Governo era al tempo stesso non curante dei veri interessi industriali, non adoperandosi abbastanza a tutelare la sicurezza e la libertà delle persone e la proprietà degli averi, a facilitare gli scambi ed i commerci con buon sistema di viabilità, con savie leggi ed istituzioni.

Sarà sempre nobil vanto degli economisti lo avere insegnato ai legislatori ed ai governi di rifuggire da questi estremi e da questi erronei reggimenti.

Così potessero persuaderli oggi della insipienza di un brutale sistema militare, che crea e mantiene fra i popoli gli odii, i sospetti e le gelosie, e che ne esaurisce e ne spreca quelle ricchezze che il lavoro ed il capitale hanno con tanta fatica accumulato!

Bibliografia. — Boccardo, *Dizionario universale di Economia.* — Lo stesso, *Trattato teorico-pratico di Economia.* — Cossa, *Prime linee di una teoria delle imprese industriali.* — Babbage (trad. Biot), *Traité sur l'économie des machines et des manufactures.* — Jevons, *The State in relation to Labour.* — Mangoldt, *Die Lehre vom Unternehmergewinn.* — Piersdorff, *Die Lehre vom Unternehmergewinn.* — Roscher, *Ansichten der Volkswirthschaft.* — Laspeyres, *Die Gruppirung der Industrie.*

G. Boccardo.

ELETTROMETALLURGIA. — Franc. *Electrométallurgie.* Ted. *Elektrometallurgie.* Ingl. *Electrometallurgy.* Spagn. *Electrometalurgia.*

I.

Quand'anche non si fossero fatte moltissime altre scoperte di grande importanza, quali sono ad esempio quella della correlazione delle forze fisiche, della loro trasformazione, il loro equivalente dinamico, le leggi delle composizioni e decomposizioni chimiche, la fotografia, e via dicendo, una sola scoperta, cioè quella che ebbe luogo all'aprirsi di questo secolo, avrebbe bastato da sè sola ad illustrarlo, ad eternarlo nella memoria degli uomini, poichè essa ha portato una vera rivoluzione nella scienza, nelle arti, nella vita civile. Questa meravigliosa scoperta, come ognun sa, è la pila elettrica di Alessandro Volta; quella pila, che fin dal giorno in cui fu conosciuta al mondo, scosse il pensiero, e attirò a sè le menti per la varietà e potenza dei suoi effetti.

E chi non sa che la pila elettrica, dopo di essere rimasta per circa quarant'anni rinchiusa fra le pareti dei gabinetti di fisica, quale oggetto di profondissimi studii per le menti più elevate, ha esplicato gradatamente moltissima parte di quella potenza arcana che avea rivelato fin da principio?

E la sua corrente che sulle linee telegrafiche trasporta in un attimo il nostro pensiero da un polo all'altro della terra: è la sua corrente che trasporta inalterata la nostra voce da un capo all'altro nell'interno delle città, e attraversando esilissimi fili ci reca suoni armoniosi, soavi melodie. È la sua corrente che oggi vediamo in lotta colla forza delle macchine a vapore, e con quelle idrauliche, per mostrarci che non è meno potente di quelle, ma assai più conveniente per trasportare a grandi distanze la sua energia. È la corrente elettrica, che sfidando lo splendore abbagliante del sole, oggi ci promette di illuminare durante la notte le nostre contrade, e di penetrare con noi nelle viscere della terra, prestandoci luce, calore, e forza per metterci al possesso dei tesori sepolti della natura.

È la corrente elettrica che dalla potenza del fulmine si umilia fino a sostituire la delicata mano della donna nel cucito, nel ricamo, nel tessere, quindi disegna sui metalli o li incide profondamente: registra nei nostri Osservatorii i fenomeni delle meteore, le più scrupolose e delicate misurazioni cronometriche; e fida ancella a Marte, a Minerva, a Nettuno, facendo esploder mine e torpedini, sostituisce migliaja di eroi nella difesa di passi importanti, o nascosta nelle volubili onde dell'Oceano, impedisce al nemico di approssimarsi ai punti di facile approdo. E qual meraviglia non proveremo fra breve, quando stando anche agli antipodi potremo vederci reciprocamente, e ascoltare la nostra voce come se fossimo nello stesso ambiente? Ma lasciando agli studiosi di bearsi nella indagine di questi veri miracoli del sapere, che il più ostinato incredulo non saprebbe smentire, dobbiamo per ora abbandonare il grande poema della scienza e le soavi e profonde sue commozioni per limitarci a parlare della Elettrometallurgia, cioè di una delle tante industrie nate dalla pila di Volta.

Egli è inutile ripetere come quella corrente che rivaleggia col fulmine per la potenza, non la ceda alla luce solare per isplendore, e sebbene capace di destare altissime temperature, pur nondimeno attraversando bagni metallici alla temperatura ordinaria, sostituisca i fornelli fusorii nei quali si fonde il metallo per statue e oggetti d'arte. La riproduzione delle incisioni colle quali si adornano moltissimi giornali ed opere, che possono esser pubblicate contemporaneamente, pubblicate in più lingue e in diverse nazioni, è un fatto che contribuisce potentemente ad incivilire i popoli, ad educarli con mezzi dilettevoli, e più sollecitamente che in altri tempi.

Dei pregi della galvanostegia non v'ha alcuno che possa dubitare, per poco che conosca gli usi dell'odierna società, ove troviamo molteplici esempi della sua applicazione. Che diremo della galvanoplastica, se è divenuta un potente fautore della diffusione delle opere d'arte, e se con metodi semplici tenta d'insinuarsi in una delle più antiche industrie, la metallurgia? Essa vuol scalzarla dalle fondamenta per sostituirvi i suoi bagni, le forze elettrochimiche ai roventi fornelli fusorii, e alla falange degli operai sudanti, affumicati, semi-abbrustoliti, sostituirne un'altra più pacifica, tranquilla che sorveglia gli innocui bagni elettrolitici, i quali sembra che oggi tendano di aprirci un nuovo orizzonte, di crearci due nuove industrie fondate sull'uso della corrente elettrica, cioè la rettificazione degli alcool, e la produzione dei colori vivissimi, derivanti dagli avanzi della distillazione del carbon fossile adoperato nella preparazione del gas illuminante.

II. — Cenni storici generali.

Un dotto scrittore inglese di tecnologia elettrica, e dirò meglio, un cultore distinto di quel ramo di fisica applicata, pubblicando un suo manuale di galvanoplastica, che fu tradotto in altre lingue, ed ebbe ben cinque edizioni in Francia, si compiacque nel dire: che l'elettrometallurgia era nata colla invenzione della pila Daniell, nella quale si vede ridursi continuamente allo stato metallico sul polo negativo il rame, che è contenuto nella soluzione che bagna quel polo. Cotesta asserzione comunque si appoggi ad un fatto che nessuno può mettere in dubbio minimamente, nondimeno ci sembra che la semplice esistenza di un fatto non implichi per se stesso, che qualunque conseguenza che si voglia dedurne sia ugualmente vera: e se la logica non ci tradisce, riteniamo che per inventore di qualsiasi arte dovrebbe ritenersi colui che ha scoperto il primo fenomeno che si riferisce a quel dato ordine d'idee; colui che ha insegnato a riprodurre ed ad utilizzare il primo fatto intorno al quale si aggirano tutte le elocubrazioni, tutte le successive ricerche, dirette a ritrarne quei migliori vantaggi possibili che si ottengono, non dirò solo col volger degli anni, ma dei secoli ancora, giacchè sebbene lento e graduale, indefinito deve essere pure per la mente nostra limitata il progresso nella sua natura e nella sua estensione.

Se dunque non ci opponiamo al vero, e con noi convengono moltissimi dotti, non fu già il Daniell, del quale è ammirabile il bell'ingegno e le utilissime scoperte, ma il nostro Brugnatelli che deve essere riconosciuto ed ammirato quale fondatore della elettrometallurgia, poichè nel 1801 e 1802 pubblicò negli *Annali Chimici* di Pavia alcune memorie relative alle precipitazioni metalliche ottenute per mezzo della pila voltiana, e mostrò di comprendere tutta l'importanza che aveva la sua scoperta. Questo primo fatto, se ben si considera, forma la base della galvanoplastica, della galvanostegia, della elettrocromia, della elettro-incisione, e infine della elettrometallurgia, che tutte compendia queste diverse branche; ed oggi applicato su vastissima scala, costituisce il principio di un' industria nascente, la quale fra non molto sostituirà l'antica metallurgia.

Tutto intento come egli era a perfezionare il suo elettromotore, sebbene Daniell osservasse per primo, che il rame che si deposita sulla lamina che forma il polo positivo della sua pila, ne riproduce fedelmente le accidentalità della superficie, ei non pensò minimamente che un tal fenomeno potrebbe un giorno costituire un'industria utilissima. A. de la Rive occupandosi di una modificazione della pila Daniell, che egli descrisse nel *Philosophical Magazine*, si accorse egli pure del fenomeno osservato da Daniell e lo descrisse senza annettervi alcuna importanza: fu solo nel 1837 che Jacobi, professore di fisica a Dorpat, studiando egli pure la pila di Daniell, si accorse della riproduzione fedele dello stato della superficie del polo positivo, mediante il rame che si depone per la decomposizione del solfato di rame, che serve a depolarizzare quella pila e al suo mantenimento; e datosi ad indagarne il motivo, le leggi e il modo di riprodurre con sicurezza quel fenomeno, trovò che il rame si depositava in particelle cristalline, le quali costituivano nondimeno uno strato coerente e plastico; trovò poscia che dei disegni e dei caratteri incisi a bella posta sulla lama del polo positivo erano tutti riprodotti esattamente: pensò allora alle applicazioni che era possibile di fare, e comunicò i suoi progetti all'Accademia delle Scienze di Pietroburgo: ottenuti dipoi dall'imperatore Nicola i fondi per proseguire le sue ricerche, trovò che era conveniente di compiere l'operazione in un vaso esterno, che non fosse quello della pila, ma avvedutosi che durante l'operazione la soluzione s'impoveriva e che bisognava aggiungere di tanto in tanto dei cristalli di solfato di rame, scoprì che mettendo nel bagno una grossa piastra di rame, essa si scioglieva gradatamente sotto l'azione della corrente e il bagno resta di densità costante. Più interessante fu ancora la scoperta fatta da Jacobi di rivestire gli oggetti non conduttori con piombaggine, per averne una o più copie, mentre per l'innanzi non gli era possibile che di riprodurre lo stato della superficie di oggetti di rame. Fu quindi da quell'epoca in poi che il gesso, la cera, la cera di Spagna ed ogni altra sostanza non conduttrice potè servire di modello, purchè preparata convenientemente.

Venduto al Governo russo il brevetto di Jacobi sulla nuova arte di riprodurre oggetti mediante l'uso della corrente elettrica, sotto gli auspici del duca di Leuchtenberg, nacque un vasto Istituto galvanoplastico, ove lavo-

ravano circa 2500 operai; la fama del nuovo stabilimento e dei lavori che in esso si eseguivano, si divulgò rapidamente per tutta Europa, e molti cultori distinti della fisica, che si dedicarono a questa specialità, con successive ricerche e con nuovi trovati resero più perfetta la nuova arte, iniziarono le diverse altre branche; l'oro, l'argento, il rame, il platino e pressochè tutti i metalli furono cimentati coi nuovi procedimenti, le loro singole proprietà rese note, vinti gli ostacoli che essi presentavano, generalizzati i procedimenti e migliorati, aumentate le applicazioni; cosicchè oggi si contano per centinaja di migliaja le persone che vivono nell'esercizio delle diverse branche della elettrometallurgia e delle industrie affini. Moltissimo ci resterebbe a dire, se volessimo esporre tutte le ricerche e gli sforzi di quella benemerita falange di studiosi, che hanno creato e perfezionato quest'arte; ma basterà che trattando separatamente le varie sue branche, noi rammentiamo i nomi dei cultori che più si distinsero.

III. — Divisione.

Accennati a grandi tratti i mirabili fenomeni dell'elettricità e dimostrato come per cotesti, le composizioni e decomposizioni chimiche possano avere ed abbiano realmente il grandissimo pregio di dar luogo ad alcune industrie speciali, le quali mentre soddisfano ai bisogni crescenti della civiltà, sono sorgente di guadagno a tante braccia destinate a vivere col proprio lavoro: richiamate quindi alla memoria alcune date storiche le quali stanno a rappresentarci l'origine, lo sviluppo e il progresso delle diverse branche della Elettrometallurgia, avemmo il grato conforto di vedere, che sebbene nel passato il nostro paese fosse diviso in tanti piccoli reami isolati fra loro e potremmo anco aggiungere: separati fra loro per opera triste dei varii dominatori, i quali fra le altre cose trascurarono lo studio delle scienze positive, quando non fecero di peggio; ingegni preclari, ai quali la storia oggi consacra una pagina luminosa, nella povertà dei loro mezzi, nella difficile atmosfera dei tempi infelici nei quali vissero, seppero scoprire tali fenomeni, che sorpresero gli scienziati di quell'epoca; e non lasciano quelli viventi, come non lascieranno nemmeno i posteri senza meraviglia. Quei nomi italiani citati qua e là rappresentano quasi altrettanti capi saldi dai quali trae origine questa branca d'industrie affini, e ad essi si rannodano i successivi progressi; possa quindi il loro esempio esserci di sprone a migliori imprese per l'avvenire, sul quale l'unità nazionale potrà esercitare la sua benefica influenza.

Pertanto prima di entrare in materia, abbiamo divisato di tracciare il quadro, col quale intendiamo redigere questo piccolo lavoro, intorno al quale si potrebbe scrivere vantaggiosamente più che un grosso volume. Nel 1° Capitolo ci sforzeremo di far comprendere al lettore la grande utilità di conoscere le leggi della elettrochimica, e i principali fenomeni che vi si riferiscono: nonchè il vantaggio di sottoporre, quando occorra, alle debite misurazioni gli elementi diversi della corrente; poi riporteremo la tavola degli equivalenti elettrici, indicandone, sommariamente, il suo scopo. Nel 2° Capitolo daremo i cenni necessarii a ben comprendere e ad eseguire le successive operazioni della Galvanoplastica, che è quella parte della elettrometallurgia che ci apprende a riprodurre gli oggetti con metalli, per mezzo di operazioni elettrochimiche, in ordine alle diverse applicazioni, e vi indicheremo oltre ai relativi strumenti le formole generalmente adoperate. Le norme per bene esercitare la Galvanostegia, ossia l'arte di ricoprire i metalli con altri metalli, sarà indicata al Capitolo 3°, nel quale raccoglieremo un gran numero di formole per soddisfare ai bisogni della pratica nelle svariatissime sue circostanze, e secondo la natura dei metalli adoperati.

La Metallocromia, il suo principio, le sue formole, le sue applicazioni, sebbene ancora alquanto ristrette, le indicheremo al Capitolo 4°. Nel Capitolo 5° destinato alla Galvanografia ed alla incisione elettrica, raduneremo lo scarso materiale che ci verrà dato di rintracciare, poichè, non giova il dissimularlo, senza forse, i migliori procedimenti formano ancora col loro segreto il patrimonio di pochi industriali, alcuni de' quali vi spesero molto tempo ed altrettanto denaro ad impossessarsene. Alquanto breve sarà il Capitolo 6° relativo alle leghe galvaniche e alle saldature, sulle quali si può dire che assai poco è stato fatto e pubblicato: chiuderanno questo capitolo alcune notizie sulla fabbricazione degli specchi argentati di vetro.

Il Capitolo 7° ed ultimo si riferirà alla vera e propria Elettrometallurgia, che, come si vedrà, è una industria nascente della quale lo sviluppo è serbato ad un prossimo avvenire.

Cap. 1. — Gli elettrometri, la teoria elettrochimica e le misurazioni relative.

Lo scopo eminentemente pratico di questo lavoro non consente di esporre le molte e importantissime leggi che regolano i fenomeni della elettrochimica, che è la base della elettrometallurgia, e mentre ci accingiamo a fornire un corredo di quelle formole e notizie pratiche, che non si trovano nei trattati generali di fisica, sentiamo altamente per tutti coloro, che vogliono dedicarsi al trattamento elettrico dei metalli, o alle altre industrie chimiche, che ora cominciano a far capolino, la necessità di conoscere e di rispettare le leggi tutte della elettricità, e specialmente quelle che si riferiscono alle decomposizioni e composizioni chimiche, alle relative misurazioni, agli equivalenti elettrochimici, ecc., ecc., poichè egli è soltanto dal felice connubio di quelle nozioni con una buona pratica, che è possibile di esercitare l'arte elettrometallurgica con decoro, e di farla progredire e prosperare come industria nazionale.

Gli studii iniziati dal Mayer e proseguiti poscia con tanto interesse da Clausius, Thompson, Rankine, Regnault, Joule, Hirn, Matteucci e molti altri dimostrano già la perfetta correlazione fra l'energia cinettica, ed il calore sviluppato, indi la reversibilità di questo solenne principio della filosofia naturale col quale si veniva a provare in modo irrefragabile l'impossibilità del moto perpetuo, che aveva formato il sogno dorato di molti ingegni meccanici specialmente nel medio evo: più tardi alcuni fisici eminenti, fra i quali il nostro celebre Matteucci, convinti della necessità dell'unità e correlazione delle forze fisiche, cercarono e trovarono sperimentalmente l'equivalente dinamico della elettricità.

Faraday, Matteucci, Pouillet trovarono e mostrarono con fatti ripetuti, che oggi costituiscono le leggi elettrochimiche, che il lavoro esterno di una pila di qualsiasi numero di elementi è uguale al lavoro interno: però a bene interpretare codesta legge, oggi occorre trar partito dagli studii dei grandi elettricisti, per opera dei quali si è riscontrato, che come vi sono leggi che regolano le affinità chimiche, e gli scambi reciproci, secondo certe misure quali sono indicate nella teoria degli equivalenti e nella teoria atomica, così sonovi degli equivalenti elettrici, che noi indicheremo fra breve in apposita tabella, la quale servirà agli esercenti delle specialità diverse

della elettrometallurgia per ritrarne una norma del consumo dei loro elettromotori in relazione alla quantità dei metalli depositati, che in questo caso rappresentano il lavoro utile.

Studii speciali e assai recenti furono fatti per riconoscere quale o quali fra gli elettromotori fondati sopra azioni chimiche, o come suolsi chiamarli abitualmente, qual pila dia il maggior effetto utile, a parità di spesa per sostanze chimiche che si consumano per generare la corrente elettrica, contemplando fra queste lo zinco o il ferro che talvolta si usa come elemento negativo. Coteste ricerche riguardano specialmente il campo amministrativo ed economico, anzichè quello tecnico sul quale più specialmente noi dobbiamo estenderci, pur nondimeno, penetrati della loro importanza, abbiamo creduto segnalarle agli studiosi, che potranno a tutto loro comodo conoscerle estesamente consultando il giornale *La Lumière électrique*, anno 1880, 81, 82, redatto dal conte Du Moncel a Parigi. Da altri articoli interessanti di quel giornale gli studiosi potranno vedere le utili applicazioni già fatte da parecchi anni e sempre crescenti delle macchine dinamoelettriche, le quali sole possono dar luogo al completo sviluppo della elettrometallurgia, a meno che in avvenire non si scoprano nuove combinazioni chimiche più potenti e più economiche.

La conoscenza della economia relativa degli elettromotori può favorire e favorisce certamente l'industriale qualsiasi che farà uso di codesti apparati; però non v'ha alcun dubbio che una utilità speciale, che non può esser tutta espressa in cifre, vien data altresì dall'uso razionale della forza elettrica nelle sue diverse modalità di quantità e di tensione, e queste, subordinatamente alle superfici, alle resistenze, alla natura dei bagni, alla loro densità, alla temperatura alla quale si compiono le operazioni.

Tutte codeste condizioni implicano altrettante misurazioni, le quali esigono, l'una l'uso del termometro, un'altra del densimetro, una terza del metro, una quarta la conoscenza dell'equivalente elettrico, una quinta l'uso del reostata, una sesta quella di un voltametro campione, il quale può essere sostituito da altri strumenti più recenti, coi quali si possono misurare le altre forze elettriche secondo le unità recentemente adottate dal Congresso degli Elettricisti a Parigi, e poscia da tutti i cultori dell'elettricità. Gli strumenti, coi quali si misura secondo queste unità sono i potenziometri ed i reometri graduati in Volts e in Ampères.

E che si debbano conoscere tutti questi mezzi di misurazioni, e che queste si debbano farle e con accuratezza non vale la pena di dimostrarlo, se unanimemente si accordano i pratici e gli scrittori di galvanoplastica e di galvanostegia, che fino a questi ultimi due anni furono le sole branche sfruttate della metallurgia, nel dire che è mestieri di armonizzare per tentativi la forza della corrente a norma del lavoro che si fa, e del bagno che si adopera; tanto più che i galvanoscopi usati finora nelle industrie non sono stati mai comparabili fra di loro, nè graduati conforme unità elettriche, fossero pure convenzionali, quali si usavano spesso dagli elettricisti teorici e dai cultori della telegrafia, che ha esercitata una grande influenza sul progresso delle misurazioni e sulla scoperta di molte leggi della elettricità.

La necessità di proporzionare la corrente alla natura del bagno, e alle superfici degli anodi e dei catodi, ecc. fu conosciuta fino dalle prime applicazioni della scoperta di ricoprire metalli detti *ignobili* con altri detti *preziosi*, poichè una corrente eccessivamente energica fa depositare i metalli in istato di polvere e senza coesione; se è molto forte, il metallo è ridotto allo stato metallico, ma è soggetto a sfaldarsi, è fragile; una corrente eccessivamente debole può esser vinta dalla controcorrente, che in ogni caso esiste pel mutuo contatto e per la forza elettromotrice, che si genera fra i bagni detti *galvanici* e i metalli che stanno immersi dentro di essi.

E quando da qualcuno si obbietti, che col cangiare degli oggetti immersi nei bagni e delle loro superfici si altera altresì la forza della corrente, e con questa alterazione anche le risultanze, e che perciò è impossibile di operare con una quantità determinata di corrente: basterà di rammentare come mediante un reostata si possa modificare la quantità, e trovare l'armonia richiesta fra la quantità e la tensione o con un aggruppamento diverso delle pile, se si adoperano queste, o con una velocità diversa dell'apparato dinamoelettrico, qualora si generi l'elettricità con tal mezzo.

Sarà utile quindi rammentare, che in quella guisa che nei fenomeni elettromagnetici e in quelli luminosi si ottiene il massimo lavoro utile dall'elettromotore, allorchè la forza elettromotrice della pila è ridotta a metà del suo valore, lo stesso fenomeno si verifica nel caso dei depositi galvanici, perciò riportiamo le formole seguenti:

colla prima delle quali si dimostra che $L = \frac{E^2}{\rho + R}$,

colla 2ª $L = E^2 \frac{R}{(\rho + R + r)^2}$, (1)

colla 3ª $i = \frac{I}{2}$.

nelle quali L rappresenta il lavoro utile, E la forza elettromotrice della pila o altro generatore della corrente elettrica, ρ la resistenza interna del detto generatore, R la resistenza del bagno elettrolitico ed r la resistenza minore possibile del circuito interpolare, I la intensità della corrente, prima di attraversare il bagno, i la intensità della medesima durante la sua azione elettrolitica.

La quarta formola che daremo in appresso si applica al caso dei grandi bagni metallurgici, e specialmente quando molti bagni sono riuniti fra di loro, dimodochè contrappongono una sensibile polarizzazione alla corrente: però la condizione del massimo lavoro utile resta sempre indicato dalla terza:

4ª $$i = \frac{E - e}{\rho + r + R}.$$

Allo scopo quindi di far comprendere come colla stessa quantità di corrente si depositino quantità sempre diverse di diversi metalli, o in generale le quantità diverse di elettroliti decomposti e per comodo degli studiosi, riportiamo qui contro la tabella degli equivalenti elettrici con due esempi, che varranno a guidarli nel corso delle loro pratiche applicazioni (2).

(1) Il lavoro totale è uguale al quadrato della forza elettromotrice divisa per la resistenza totale del circuito elevata al quadrato; la seconda dimostra che il lavoro utile è una frazione del lavoro totale uguale al rapporto della resistenza del circuito esterno a quella del circuito totale; la terza finalmente indica il valore della corrente durante il suo lavoro.

(2) Per equivalente elettrico s'intende la quantità di elettrolite depositato sul catodo, colla unità di corrente nella unità di tempo; siccome per termine di confronto fu scelta l'acqua, questa tavola indica la quantità decomposta di un dato corpo, rispetto a 9 milligr. d'acqua.

NOME DEL CORPO	Peso atomico	Valenze	Equivalente elettrochimico
			grammi
Alluminio	27.5	3	0.000937
Antimonio	122	3	0.004156
Argento	108	1	0.011038
Arsenico	75	3	0.002555
Bario	137	2	0.007001
Boro	11	3	0.000375
Bromo	80	1	0.008176
Calcio	40	2	0.002044
Carbonio	12	4	0.00307
Cloro	35.5	1	0.003628
Cobalto	58.8	2	0.003005
Cromo	52.2	3	0.001778
Ferro	56	2	0.002862
Fluoro	19	1	0.001942
Fosforo	31	3	0.001056
Idrogeno	1	1	0.000102
Jodio	127	1	0.012979
Magnesio	24	2	0.001226
Manganese	55	2	0.002811
Mercurio	200	2	0.010222
Nichelio	59	2	0.003015
Nitrogeno	14	3	0.000477
Oro	197	3	0.006711
Ossigeno	16	2	0.000817
Piombo	207	2	0.010578
Platino	197	4	0.005034
Potassio	39	1	0.003986
Rame	63.5	2	0.003245
Silicio	28	4	0.000715
Sodio	23	1	0.002351
Solfo	32	2	0.001635
Stagno	118	2	0.006031
Zinco	65.2	2	0.003332

Se poi si vorrà sapere qual peso di un dato metallo si depositi per una data unità di corrente, basterà istituire il rapporto fra l'unità prescelta con una delle unità già note, per es. quella di Jacobi, di Weber, o altra qualsiasi, indi fare la proporzione fra l'equivalente del corpo scelto nell'unità di confronto, e quella del metallo che noi vogliamo depositare.

Cap. 2° — Galvanoplastica.

Lo scopo vero e proprio della galvanoplastica è di ottenere da soluzioni di sali metallici la riproduzione di oggetti di qualunque forma e natura, mediante la corrente elettrica; suolsi pure spesso denominare, ma impropriamente, galvanoplastica il rivestimento di metalli o di oggetti di qualsivoglia natura, operato mediante la corrente elettrica in bagni formati da sali metallici; cotesta seconda operazione entra nel campo della galvanostegia e formerà la materia del capitolo seguente. Il materiale che serve nella galvanoplastica differisce in parte da quello adoperato nelle altre branche della elettrometallurgia; però le pile od altri elettromotori, dei quali si voglia far uso, possono esser comuni alle due branche, quindi è cosa essenziale di preoccuparsi della regolazione della quantità ed intensità della corrente, secondo la dimensione degli oggetti, la natura dei bagni, la loro temperatura, ecc. Trattandosi adunque di riproduzioni, e queste essendo assai svariate, ognuno comprenderà, che se è cosa facile riprodurre una pagina tipografica, più difficile è riprodurre un'incisione in legno, in quanto che la copia ottenuta deve riprodurre fedelmente l'intonazione del chiaro e scuro, la nettezza ed esattezza dei tratti. Difficoltà pressochè uguali offrono le riproduzioni di medaglie, suggelli, monete, ecc. che perderebbero molto pregio qualora il bassorilievo non fosse conservato colla massima esattezza. Maggiori difficoltà si incontrano nel riprodurre oggetti di grandi dimensioni, come statue, candelabri e via dicendo, perchè nelle preparazioni delle grandi forme composte di molte parti s'incontrano maggiori ostacoli, e non è questione di pratica soltanto, ma fa d'uopo spiegare buona dose d'ingegno e di diligenza, altrimenti o non è possibile assolutamente servirsene, oppure la riproduzione riesce molto scadente.

Per riprodurre le opere d'arte, i capolavori, le difficoltà raggiungono il grado massimo, se la copia deve avere tutti i pregi dell'originale.

Le difficoltà relative alla natura delle riproduzioni si collegano intimamente colle difficoltà della preparazione delle varie forme o modelli, e così non basta più la semplice conoscenza delle varie sostanze adoperate per la costruzione di esse, la pratica vuole la sua parte, poi il genio dell'artista diventa necessario per scegliere fra esse la più adatta allo scopo speciale per ottenere il massimo grado di perfezione. L'artefice intelligente porrà dunque gran cura di studiare tutti i fenomeni che presentano le varie sostanze che si adoperano per fare le forme; adoperando, ad es., il gesso, vedrà in qual caso per impedire la sua permeabilità convenga meglio adoperare la cera, la stearina, la paraffina, l'olio di lino, le vernici resinose; talora potrà cercare l'economia, tal'altra volta la sollecitudine, tal'altra dovrà sacrificare denaro, tempo, e molte cure minuziose alla riuscita sicura e completa dell'oggetto. Ciò che abbiamo indicato sommariamente pel gesso dovremmo ripeterlo per la guttaperca, per le leghe metalliche che si fondono a bassa temperatura.

Le norme che insegneremo per preparare le casse nelle quali si pongono i bagni e i modelli che servono alle riproduzioni, saranno probabilmente sufficienti nella pluralità dei casi: passiamo quindi alle istruzioni generali di quanto si riferisce alla galvanoplastica.

Chiamansi pile, pile elettriche, od anche elettromotori tutti gli apparati nei quali si svolge l'elettricità; essi sono composti con vasi di cristallo, di porcellana, o di grès, entro i quali stanno una lastra o un cilindro cavo o una piastra di zinco. Dentro al cilindro di zinco un vaso poroso di porcellana cotta leggiermente e non verniciata, e dentro al vaso di porcellana una lama di rame o un prisma rettangolare di carbone. Nel vaso contenente lo zinco vi è una soluzione salina o acida; dentro al vaso poroso un'altra sostanza salina o acida; talvolta dei soli frantumi di coke, inumiditi dal liquido che trasuda dal vaso poroso. Oltre a questa forma generale di pile ve ne hanno moltissime altre che ci porterebbero troppo in lungo se volessimo enumerarle; ma siccome non hanno alcun vantaggio speciale per il caso nostro, ci limiteremo a spiegare quelle classiche di Daniell e di Bunsen, perchè esse soddisfano meglio di tante e tante altre.

La pila Daniell è rappresentata dalla fig. 164, nella quale si vede il vaso di cristallo V alto circa $0^m.18$ e largo $0^m.12$: il cilindro di zinco Z ha il diametro di circa $0^m.08$, è grosso almeno quattro millimetri, ed alto $0^m.17$; ha una fessura longitudinale che è visibile nella figura, e serve a mantenere uniforme la composizione del liquido, che lo bagna esternamente ed internamente: alla parte superiore vi è una codetta di rame ben saldata e possibilmente inchiodata; la codetta deve esser larga circa 20 millimetri e grossa uno: tanto la codetta quanto

la parte esterna dello zinco dovranno essere verniciate col mastice seguente:

Cera	gr.	200
Colofonia	»	150
Trementina	»	100
Nero fumo	»	50

il quale ha per iscopo di proteggere la parte esterna dello zinco dalle correnti locali interne e perciò lo zinco dura molto di più. Il vaso poroso D ha il diametro di 55 a 60 millimetri, ed è alto circa 0^m. 19. Nel vaso di vetro si mette acqua nella quale siano disciolti circa tre grammi di solfato di magnesia o di solfato di zinco per 100 di acqua, allo scopo di renderla meglio conduttrice: nel vaso poroso si mette un cilindro C di rame grosso mezzo millimetro, alto quanto il diaframma, del diametro di 45 millim. aperto longitudinalmente, e meglio ancora se dal basso fin sopra a metà vi sono una diecina di fori larghi circa 5 mill. per facilitare vieppiù la mescolanza della soluzione: al cilindro vi è attaccata una codetta o un filo di rame grosso 3 millim.



Fig. 164.

Montando la pila si riempie il cilindro di rame con cristalli di solfato di rame, poi vi si versa negli intervalli fra i cristalli una soluzione satura di solfato di rame, che si fa giungere fino al livello del liquido nel vaso esterno, e tal liquido trovasi circa a 3 millim. sotto l'orlo del vaso di vetro.

E siccome i sali di rame e quelli di zinco si arrampicano su pei vasi, del solfato di rame passa nella soluzione esterna e va ad imbrattare lo zinco, diminuendo la quantità di corrente; similmente le salificazioni dello zinco, propagandosi dal bordo alla base esterna, stabiliscono delle derivazioni di correnti, le quali, per quanto siano piccole, sono sempre a scapito della corrente principale che circola nella pila: per ovviare a tale inconveniente giova alquanto di spalmare i bordi interni ed esterni dei due vasi con paraffina; e perchè questa vi aderisca bene, prima di comporre la pila si asciugano accuratamente tutti i vasi, poi s'intiepidiscono leggierissimamente sopra carboni ardenti senza fiamma, e si tuffano per circa 4 centimetri in un vaso contenente la paraffina che si fonde a circa 40° e quindi si dovrà fonderla con poco fuoco, altrimenti, passata la ebullizione, si decompone e si incendia facilmente. Quando i vasi sono preparati e freddati si monterà la pila a comodo.

Preparata e montata la pila nel modo ora indicato, se l'oggetto da riprodursi è piccolo come una moneta, si collega con un filo di rame, grosso circa un millimetro, la codetta dello zinco alla forma dell'oggetto da riprodursi e con un altro pezzo dello stesso filo si collega al cilindro di rame coll'anodo solubile, che si mette alla distanza di pochi centimetri dalla forma, dentro al bagno di solfato di rame. Quando la pila è in azione tutti i giorni si dovranno mettere nuovi cristalli di solfato, togliendo, se occorre, con una pipetta un po' di soluzione rameica.

La pila Bunsen, la quale ha un'energia che raggiunge circa il doppio di quella di Daniell, è formata press'a poco come quella, giacchè non ne differisce che per la sostituzione di un prisma di carbone di storta, che riempie circa per metà il vano del diaframma o vaso di porcellana: nel vaso esterno vi è una soluzione che contiene 10 d'acido solforico per 90 d'acqua: dentro al vaso poroso si pone acido nitrico a 40°. È utile ricoprire di paraffina il bordo del vaso esterno, come già si disse, la sommità del carbone, la pinzetta stessa, ma non il punto di contatto fra pinzetta e carbone, perchè le due parti resterebbero isolate, e la corrente non passerebbe. In questa pila, oltre alla precauzione di verniciare lo zinco all'esterno nel modo già insegnato, torna utilissimo ad impedire il rapido consumo dello zinco, che questo sia amalgamato. Per compiere cotesta operazione, taluni stropicciano con un pezzetto di cencio, legato in cima ad un bastoncello e bagnato di soluzione di acido solforico, lo zinco, tenuto orizzontalmente, e postavi una goccia di mercurio la spandono col cencio e strofinano, finchè tutta la superficie abbia acquistato bianchezza argentea, senza lasciare alcun punto sudicio.

Un altro metodo assai più comodo per amalgamare gli zinchi è quello proposto da Berjot, il quale consiste nel preparare una soluzione acida di cloruro di mercurio nel modo seguente ed immergervi gli zinchi per alcuni secondi.

Si prende:	Acido nitrico .	gr.	125
	Acido cloridrico.	»	375
	Mercurio . . .	»	100

Si mettono dentro ad un pallone di circa due litri di capacità e sopra ad un fornelletto con pochissimi carboni sotto la cappa di un camino, che abbia un buon tiraggio; si fa sciogliere il mercurio a dolce calore: sarà prudenza mettere una reticella sottile di ottone sotto al pallone per impedirne la facile rottura: si agiterà di tanto in tanto, e quando il mercurio sia disciolto, si lascia raffreddare la soluzione, quindi si aggiungono gr. 500 di acido cloridrico. Con cotesta quantità di liquido, che costa circa una lira, si possono amalgamare sollecitamente circa 50 zinchi di dimensioni medie.

Negli stabilimenti industriali di grande importanza oggi si va estendendo l'uso delle macchine dinamo-elettriche, delle quali daremo più oltre un cenno e una figura: esse sono di prezzo relativamente mite e non domandano pressochè alcuna spesa di riparazione.

La galvanoplastica essendo nata da osservazioni fatte sul modo di funzionare della pila Daniell, i primi apparati proposti allo scopo di riprodurre medaglie, monete ed altri simili oggetti sui quali si facevano i primi tentativi, evidentemente dovevano conservare qualche somiglianza colla pila di quel valente fisico inglese. Fra gli apparecchi primitivi, sceglieremo il così detto elettrotipo di Smee, come quello che ha goduto di una certa riputazione ed è riportato da tutti i libri che trattano di galvanoplastica: cotesto apparato ci viene rappresentato in sezione verticale dalla fig. 165, che è un poco schematica anzichè una rappresentazione vera dell'apparato. Un largo vaso di cristallo AA contiene una soluzione satura di solfato di rame fin sopra alla metà della sua altezza. BB è un altro vaso conico aperto alle due estremità, e chiuso inferiormente con una membrana di cartapecora, o un pezzo di vescica. M è uno stampo sul

quale si deve fare il deposito di rame, che è riunito col disco di zinco z per mezzo del filo di rame fg. Dentro al vaso BB si versa una soluzione diluitissima di acido solforico, la quale trovandosi al contatto dello zinco si decompone, l'ossigeno intacca lo zinco, l'idrogeno si reca al polo positivo ove ha luogo un'altra decomposizione, vale a dire quella del solfato di rame; perchè il rame si

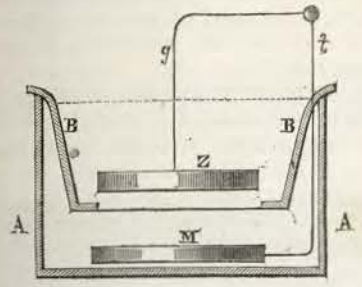


Fig. 165.

deposita sulla forma, e l'idrogeno che era rimasto libero entra nuovamente in combinazione nella molecola d'acqua accompagnata al solfato di rame che si è decomposto, e in questa guisa l'azione dell'apparato persiste finchè sia esaurito tutto il solfato di rame; e siccome molto probabilmente la quantità di solfato di rame che si trova nel vaso non potrebbe bastare per la riproduzione, si deve aver cura di aggiungere di tanto in tanto dei cristalli di quel solfato, laonde dopo due o tre giorni si troverà la riproduzione ultimata.

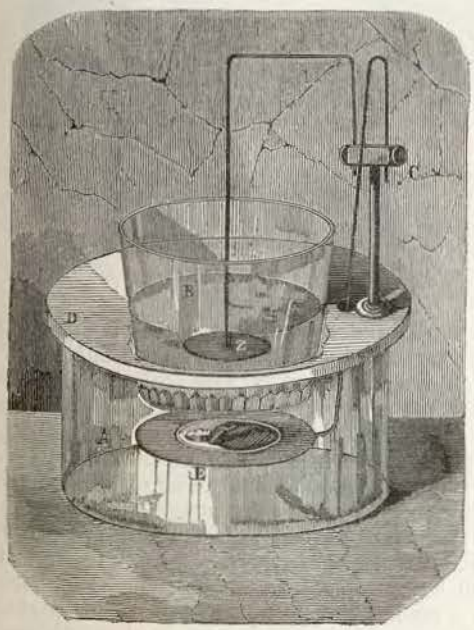


Fig. 166.

La fig. 166 dà un'idea più esatta dell'elettrotipo di Smee. A è il solito vaso esterno di cristallo contenente la soluzione di solfato di rame e la forma dell'oggetto da riprodursi, che è collocata sopra un piattello E, che è sorretto da un filo conduttore fissato con vite sopra una colonnetta C, piantata sopra un disco di legno, che ricopre il vaso A e che col foro che vi si trova sostiene il vaso conico di cristallo B con fondo di cartapecora e dentro al quale havvi lo zinco immerso nella soluzione acidulata: del resto l'operazione si compie come abbiamo indicato dianzi.

Coll'apparato testè descritto non era possibile riprodurre oggetti di dimensioni superiori a quelle di una grande medaglia, ed inoltre per la sua forma era incomoda la sorveglianza della riproduzione, e, quel che è peggio ancora, la corrente non poteva essere energica e quel che si sviluppava nell'apparato non si poteva regolare: si ricorse perciò ad altri apparati, fra i quali è degno di menzione quello rappresentato nella fig. 167,

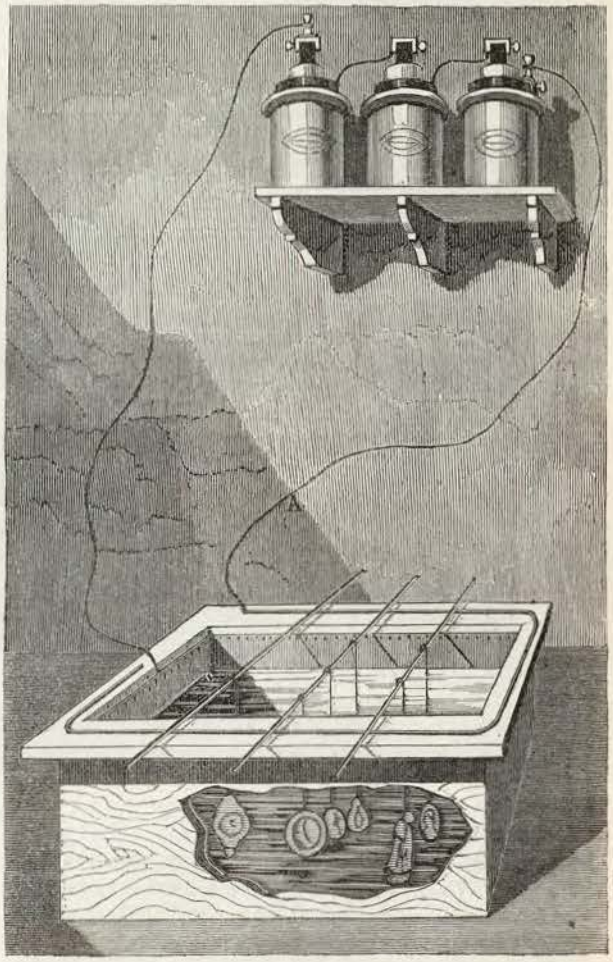


Fig. 167.

che si usa anche attualmente. Esso è formato da un certo numero di elementi Bunsen o Daniell, che si collegano fra loro in serie o in batteria, secondochè lo esige il genere della riproduzione; i reofori della pila sono collegati uno colla piastra solubile, che deve aver una dimensione pressochè uguale a quella degli oggetti da riprodursi; l'altro è congiunto con alcune verghe di rame, che sostengono le forme e che perciò sono poste trasversalmente sopra una cassa masticiata affinchè sia impenetrabile al liquido col quale si fa la riproduzione, la quale può essere a piacimento di rame, d'oro, di argento, di nichelio, di qualsiasi altro metallo, di quelli specialmente le cui soluzioni si lasciano decomporre con piccola quantità di corrente, e quindi che per riguardo al prezzo che può aver l'opera compiuta rispetto al costo di produzione risulti conveniente ricorrere al procedimento galvanoplastico anzichè ad altro sistema.

Disponendo le cose come ora abbiamo indicato, tostochè il circuito è chiuso comincia il deposito galvanico, e questo si può sorvegliare estraendo parzialmente le forme per esaminarle, nè vi è grande difficoltà nella riuscita come per il mantenimento, atteso il grande vantaggio dell'anodo solubile, che mantiene il bagno molto costante e uniforme. Considerando poi che nelle industrie i procedimenti e gli apparati devono convenire il meglio possibile ai singoli casi, non è da meravigliarsi se gli apparecchi si moltiplicano, se si trasformano, se si correggono; e riflettendo ancora che molto si fa sempre per imitazione di chi si crede, o è realmente più abile di noi, così dobbiamo indicare una terza forma di apparati, che generalmente vengono preferiti in cotesta industria, la quale conserva l'apparato che ora abbiamo descritto specialmente pei casi ne' quali si fa uso del procedimento Lenoir, per i bassorilievi: avvertiamo però che il nuovo apparato che ora stiamo per descrivere e che si può considerare come un bel miglioramento dell'apparato semplice o elettrotipo di Smee, è esclusivamente applicato alla galvanoplastica vera e propria, alle grandi riproduzioni, ma niente affatto alle operazioni di galvanostegia, delle quali parleremo più oltre, sebbene anche queste abbiano avuto la loro origine coll'uso degli apparati semplici.

Una robusta cassa di quercia (fig. 168), formata da cinque pannelli ben intelajati e riuniti fra di loro con grosse chiavarde di ferro, rivestita di guttaperca all'in-

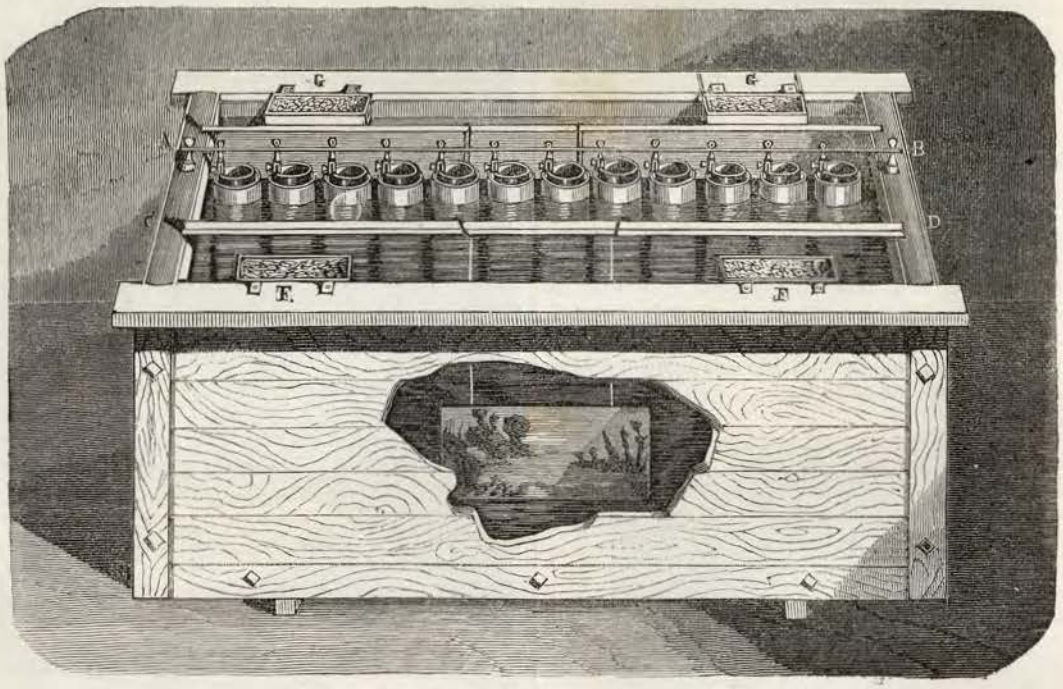


Fig. 168

terno, contiene la soluzione di solfato di rame; intorno alla cassa vi sono quattro o più recipienti di rame F, F, G, G, bucherellati, per contenere i cristalli del solfato che deve tenere costantemente satura la soluzione; un certo numero di grandi vasi porosi ripieni di soluzione leggiermente acidulata contiene gli zinchi, i quali sono fra loro riuniti con una sola verga di rame A B e formano il polo negativo; le forme degli oggetti da riprodurre, o gli oggetti da coprirsi di rame si mettono con appositi fili in comunicazione colla verga C D, e mentre si completa il circuito attraverso il liquido, queste funzionano come polo positivo. Se ora ben si considera cotesto apparato, esso non è altro che una pila Daniell di grandi dimensioni nella quale si è sostituito un numero più o meno grande di diaframmi al diaframma unico, che si mette nel centro della pila; cotesta disposizione fu preferita per facilità di costruzione, per comodità di regolare la quantità di corrente che si modifica, introducendo o tagliando dalla cassa i diaframmi coi relativi zinchi. Adoperando cotesto ed altri simili apparecchi quali noi indicheremo in appresso, è bene che i recipienti pel solfato di rame siano in alto per facilitare l'uniformità di densità del liquido, che per legge di gravità è sempre più denso negli strati inferiori, e s'impoverisce facilmente negli strati superiori dei recipienti nei quali si fanno le riproduzioni galvaniche. In ordine a questo fatto riesce vantaggioso alla uniformità del deposito galvanico di capovolgere, ad intervalli di tempo pressochè misurati, le posizioni degli oggetti o delle forme.

Qualora la superficie o il numero degli oggetti lo esiga, invece di una sola fila di diaframmi si potrà adoperarne due, disponendoli nella cassa, come ci viene indicato dalla fig. 169; finalmente, qualora si debbano riprodurre grandi vassoi, scudi antichi od altro, per es., un grande busto, o qualche altra cosa consimile, per distribuir meglio la forza e rendere il deposito uniforme si dovrà ricorrere all'apparato rappresentato nella fig. 170, congiungendo con uno o più fili alle due verghe incrociate l'oggetto da riprodursi.

Nei primi tempi ne' quali si cominciò ad esercitare la galvanoplastica, siccome essa era uno studio, una specie di divertimento piuttosto che un'arte vera e propria, si riproducevano specialmente medaglie, sigilli, statuine ed altri oggetti di piccola mole, quindi gli apparati semplici e i recipienti di vetro potevano bastare; quando poi la sicurezza della riuscita spinse gl'industriali alla riproduzione di statue al vero, ed altre cose simili, eglino si trovarono di fronte a tante altre piccole difficoltà, che

si dovettero combattere e vincere ad una ad una. La comodità e l'economia nel preparare i recipienti necessarii alle manipolazioni così dette idroplastiche con legni duri, come la quercia e il castagno, era forse suggerita dagli usi domestici delle botti, dei tini, mastelli, ecc.; ma tre condizioni sfavorevoli, cioè: la natura acida o salina dei liquidi, i quali, oltrecchè deteriorano più sollecitamente il legname, agiscono colla loro pressione idrostatica, d'altra parte per la forma spesso rettangolare i recipienti presentano una minore stabilità e una più facile sfuggita ai liquidi. Assicuratisi quindi della stabilità, era necessario guarentirsi contro la corrosione, e a questa fu provveduto con mastici speciali economici, i quali non dovevano esercitare alcuna azione decomponente sui liquidi contenuti, essere inalterabili al contatto del liquido, non patire per le variazioni comuni della temperatura atmosferica.

Un mastice che soddisfa abbastanza bene alle enunciate condizioni, semprecchè si tratti di soluzione di solfato di rame o altra soluzione salina o acida, non quelle

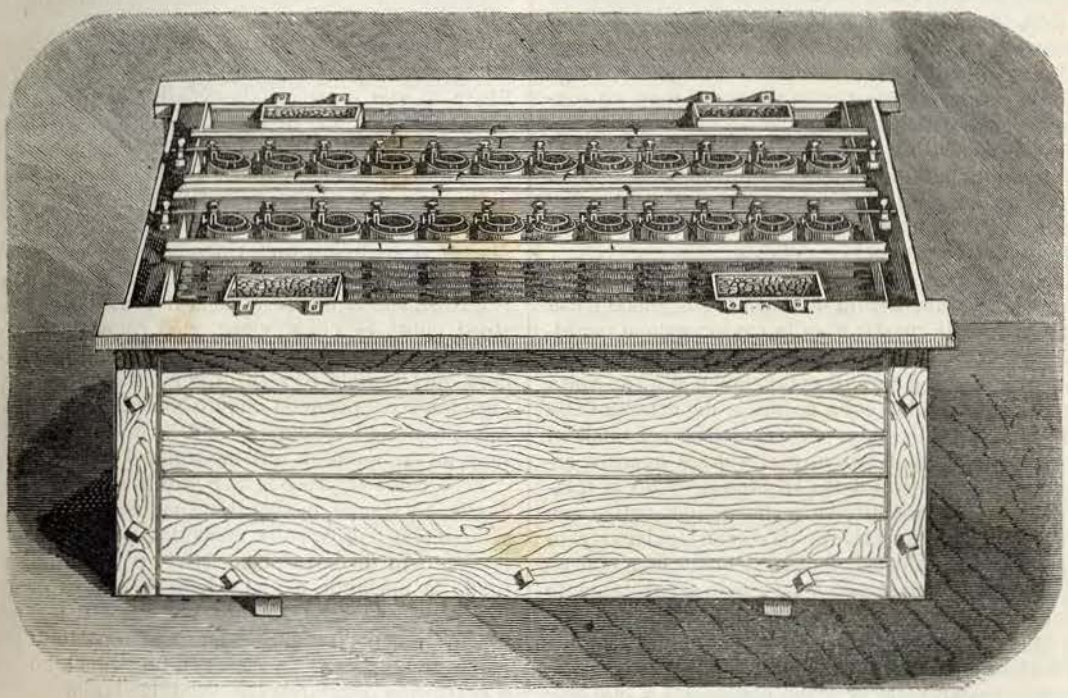


Fig. 169.

alcaline, che sono capaci di sciogliere i corpi grassi, è il seguente:

Cera gialla	gr.	500
Colofonia (pece greca)	»	2500
Ocra rossa (terra rossa)	»	500
Scagliola in polvere finissima, cucchiajate		2

Si dissecca primieramente l'ocra, scaldandola circa a 100° sovra una lastra di ferro, sulla quale sia stata ben distesa: si fonderà poi la pece in un vaso di metallo e quindi la cera, e dopo che queste si siano mescolate, versandole a poco a poco, vi s'incorporano la terra rossa e il gesso; quando la mescolanza sia uniforme, mentre ancora è ben calda, si stende con una spatola sopra il legno, tenendo orizzontalmente la superficie che si vuol ricoprire; ma siccome cotesto mastice si rapprende alquanto sollecitamente, quando siasi ricoperta tutta la cassa si potrà uguagliare il mastice, passeggiandovi con una leggiera pressione un ferro caldo, fatto all'incirca come i ferri da stirare la biancheria.

Un altro mastice che gode buona riputazione si fa colle materie seguenti:

Pece di Borgogna	gr.	1000
Guttaperca vecchia in ritagli . . .	»	250
Sabbia silicea finissima	»	750

Si fonde dapprima la guttaperca e s'impasta colla sabbia silicea, quindi vi si aggiunge la pece di Borgogna e si torna ad impastare e a rimescolare; si cola sul legno e si tratta press'a poco come si disse dianzi, infine, per maggior sicurezza, se ne versa con un cucchiajo caldo tutto intorno alla cassa negli angoli e spigoli.

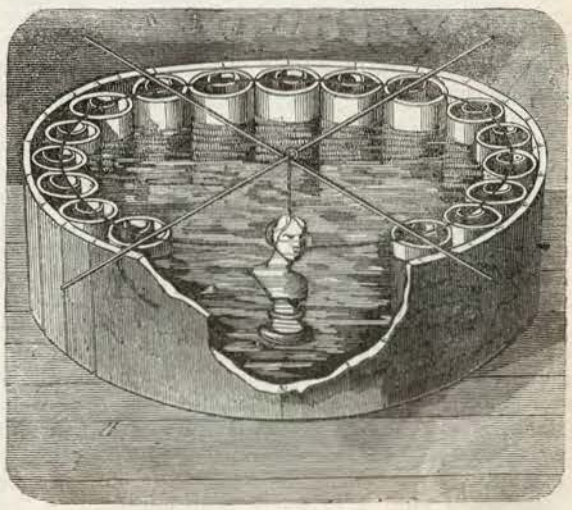


Fig. 170

Per ogni sorta di bagni, compresi quelli alcalini ricchi di cianuro di potassio, il miglior rivestimento delle casse si fa con la guttaperca. Cotesta sostanza si può acqui-

stare in lastre, delle dimensioni occorrenti, presso i commercianti o i fabbricanti degli oggetti di questa materia; per riunire le lastre se ne acquisterà qualche ritagliuzzo di più e si procederà esattamente nella stessa maniera colla quale uno stagnino farebbe una cassetta di latta, cioè adoperando un saldatojo, che in questo caso può essere anche di ferro, e dopo aver riuniti i due margini col fonderli leggermente, vi fonderà dell'altra gu[illegible]aperca fondendo gli orli dei ritagli, che abbiamo già det[illegible] essere a ciò opportuni.

Le casse fatte in quest'ultimo modo sono ce[illegible]amente preferibili, inquantochè reggono ad ogni specie di soluzione, ma sono assai più costose. Chi vuol farsi tali casse foderate con guttaperca, richieda lastre preparate da alcuni mesi, perchè cotesta resina nei primi mesi va soggetta ad un forte restringimento, che noi abbiamo trovato di circa cinque centimetri per metro, ed allora, sotto la pressione del liquido, non aderendo più ai fianchi della cassa, va soggetta a deformarsi, a staccarsi nei bordi e a rotture, che imbarazzano grandemente, se ciò avviene durante qualche riproduzione delicata.

La riproduzione galvanica degli oggetti può aver luogo in due modi: 1° colla perdita dell'oggetto originale o con probabilità di forti guasti; 2° colla conservazione perfettissima dell'originale. La diversità di condizione implica una variazione nel genere di operazioni e alla sua volta il procedimento cambia colla natura e delicatezza delle riproduzioni. Consideriamo, per es., il caso nel quale si dovesse riprodurre una pesca, e si volesse operare secondo il sistema del così detto *stampo perduto*, si tratterebbe di render conduttrice la buccia del frutto con una data sostanza, quindi ricoprirla con un leggiero strato di rame che imprigiona il frutto, il quale non può riaversi se non che guastando o tagliando accuratamente per metà il deposito galvanico: volendo invece conservare l'oggetto, bisognerebbe ritrarre l'impronta, o formare lo stampo in incavo di due o più parti, con una delle tante materie che vengono consigliate a tale uso: quindi, dopo averlo reso conduttore, immergerlo nel bagno, dove si farebbe il deposito grosso come meglio aggrada; la riproduzione si toglierebbe dallo stampo coll'aprirlo. Cotesto, dal più al meno, è il modo generale di procedere per le riproduzioni galvaniche, se non che, trattandosi di oggetti più o meno voluminosi, di superficie levigate o scabre, di bassorilievi, d'incisioni, di oggetti teneri o duri, di legni o di metalli, il modo e la materia per fare gli stampi o forme non può rimanere costante.

Le materie che si adoperano per fare gli stampi sono le seguenti: il gesso, la cera, la pece, la stearina, lo zolfo, la cera di Spagna, le leghe metalliche, la guttaperca; per l'uso di tutte queste materie bisogna seguire alcune norme speciali, senza delle quali si avrebbero frequenti insuccessi, e noi le indicheremo brevemente, seguendo l'ordine nel quale le abbiamo registrate.

Il gesso è un solfato di calce che si trova abbondantemente in natura in diversi stati, cioè cristallizzato, amorfo, e in forma di pietra; quello amorfo, dopo di essere stato cotto, serve specialmente nelle costruzioni civili, per fare ottimi stucchi, per pezzi di ornamento, oppure viene adoperato per fissare alle pareti della ferramenta o pezzi di macchine; ridotto in polvere finissima, serve pure a prendere delle impronte, a fare stampi; per quest'ultimo uso però è molto preferibile un'altra qualità, che si trova cristallizzata in lame tenere e sottilissime, e che forse per tal motivo viene denominata scagliola. Quest'ultima qualità sarà sempre da preferirsi quando si tratta di lavori finissimi, e quindi dopo di essere stata ben disidratata colla cottura, in appositi forni, si riduce in polvere finissima ed impalpabile, che quando sia impastata con acqua si rapprende dopo pochi minuti in una massa dura, omogenea, bianchissima, che conserva permanentemente la forma dell'oggetto sul quale fu versato l'impasto, che perciò non dovrà farsi nè troppo duro nè troppo liquido. Però, siccome un tale stampo dovrà essere immerso in una soluzione salina, o per lo meno dovrà contenerla, occorre primieramente che sia reso impermeabile, e poscia conduttore dell'elettricità, affinchè possa effett[illegible] il deposito galvanico.

Per rendere impermeabile uno stampo di gesso, primieramente si dovrà esporlo per un po' di tempo all'aria libera, al sole, o preferibilmente in una stufa nella quale la temperatura non si elevi al di sopra di 80° C., affinchè non perda tutta l'acqua, in virtù della quale sta aggregato, quindi, mentre è ancor tiepido, avendo già fuso in un tegame o in una capsula della cera vergine, o anche della cera bianca, con un pennello fino e di giusta lunghezza si spalmerà uniformemente per quanto è possibile, avendo cura che col raffreddarsi la cera non faccia ringrossi, specialmente quando il pennello ripassi sugli stessi punti. Se ciò avviene, vi si rimedia esponendo il modello ad un calore sufficiente appena appena a fondere quel piccolo eccesso di cera, e si eviterà di strofinare tanto col pennello quanto con cenci od altro, particolarmente se lo stampo avesse dei dettagli minuti, quali sono, ad es., quelli di una medaglia o cose simili.

Ecco come si procede per fare lo stampo di una medaglia. Si stende, mediante un pennellino, un velo invisibile d'olio d'oliva sulla medaglia, poi si contorna con una striscia di carta alta circa 4 o 5 centimetri, mettendo la medaglia a metà della larghezza della carta, ravvolgendola strettamente più volte e legandola intorno al bordo, quindi, preparato l'impasto di gesso, da prima se ne prende un poco con un pennellino finissimo e si strofina leggiermente sulla medaglia per farvelo aderire e cacciar tutta l'aria, poi, con un cucchiajo di legno o d'osso, si versa dentro a quella specie di cartoccio adagio adagio tanto gesso che ricopra la medaglia scacciando dinanzi a sè quell'aria che tentasse di rimanervi, e si riempie: si lascia a sè per alcuni minuti, indi, rovesciando lo stampo, si toglie la carta, e senza dare alcun impulso laterale, si solleva la medaglia, la quale ci farà vedere la bella impronta che si è ottenuta.

Asciugato meglio lo stampo, e dovendosi pur renderlo impermeabile, si può ricorrere all'uso dell'olio di lino: altri adoperano il sego, la stearina, lo spermaceti, una soluzione di pece nella trementina, della vernice di gomma lacca, della vernice a coppale, del balsamo del Canadà, una mescolanza di cera e pece; tutte queste sostanze servono allo stesso scopo, ma noi troviamo che l'olio, il sego, lo spermaceti, la stearina sono più adatti per gli oggetti delicati; le altre sostanze possono pressochè indifferentemente servire per gli stampi più grandi: vero è però che l'artefice dovrà sempre familiarizzarsi coll'uso di qualsiasi sostanza prescelta, se desidera di riuscir bene nei suoi lavori.

Giunti a questo punto, lo stampo esige di essere reso conduttore o come si suol dire in termine d'arte, deve essere metallizzato. Per metallizzare gli stampi vi sono diverse sostanze, come ad esempio la così detta piombaggine o carburo di ferro, i sali d'argento e d'oro, il fosforo, le polveri metalliche, o come chiamansi spesso i metalli polverizzati, il fosforo sciolto nel solfuro di carbonio e il nitrato d'argento, il solfato di rame incorporato negli stampi e trasformato in solfuro di rame me-

diante l'idrogeno solforato; però di tanti procedimenti, quello che è generalmente preferito per economia e sicurezza è l'uso della piombaggine, la quale deve essere di buona qualità, cosa che è facile a riconoscersi inquantochè quando è buona e fina, strofinata leggermente fra le dita aderisce fortemente mostrando una specie di untuosità e lucentezza particolare. Supposto quindi di possedere una buona piombaggine, con un pennello finissimo se ne prende un pochino e si strofina uniformemente lo stampo in tutte le direzioni, finchè abbia coperto tutta la superficie, la quale dovrà presentare un colore bigio scuro uniforme, se l'operazione è ben riuscita; nè vi si deve osservare sugli spigoli o nelle cavità alcun ammasso di polvere, la quale impedirebbe la riproduzione fedele della medaglia. Il polo negativo della pila si biforcherà in più rami sottili, che si fanno toccare in punti diversi dello stampo per assicurarsi del contatto perfetto e per ottenere un deposito uniforme.

La cera vergine, o anche la cera bianca, specialmente se per economizzare un poco sulla spesa si acquistano degli avanzi di candeletti o delle scolature, servono per ottenere l'impronta di oggetti metallici che voglionsi riprodurre; però siccome la cera si rammollisce facilmente col caldo, bisogna porre molta cura che gli stampi fatti con questa sostanza non si deformino e perciò si faranno di una grossezza tanto maggiore quanto è più grande la superficie dell'oggetto; non si trascurerà la scelta della posizione migliore per conservare lo stampo senza che si deformi, e quindi si terrà in luogo ove la temperatura sia bassa affinchè non avvenga lentamente il rammollimento, che è la principale causa della deformazione. Il prezzo, la mollezza e la plasticità proverbiale della cera sono i grandi ostacoli che impediscono di poter fare con questa sostanza delle forme di grandi dimensioni, mentre essa si presterebbe assai bene per la facilità di eseguirli colla fusione.

Quando vuol ottenersi l'impronta di una medaglia, di una moneta, di un suggello, o altra cosa consimile di metallo, che presenta piccoli rilievi, si spalma di un velo leggerissimo di olio d'oliva, che si stende con un pennellino di peli finissimi, quindi posato sopra un piano e preparato un cilindro di cera del diametro o dimensioni dell'oggetto da riprodurre, si espone per un istante il piano di cera ad un getto leggiero di vapore acqueo, alla evaporazione di un vaso d'acqua o ad un'alitazione ripetuta; poi si pone sull'oggetto e con pressione uniforme su tutta la superficie si preme finchè si creda che l'impronta è riuscita, indi si solleva la cera che si staccherà facilmente dalla medaglia od altro. Per la riproduzione di oggetti di gesso, si deve aver cura d'imbeverli bene d'acqua, poi dopo di averli contornati con della carta, vi si versa della cera fusa, la quale dovrà essere tanto meno calda quanto più piccolo è lo stampo che si prepara. Nel versare la cera si andrà lentamente per evitare la formazione di bolle d'aria, e dopo la fusione si aspetterà una o due ore e anche più avanti di staccare lo stampo, perchè la cera essendo cattiva conduttrice del calorico tarda molto ad indurirsi, e si corre il pericolo di sciupare lo stampo volendo cavarlo troppo presto. Il signor E. Mayo vanta come la migliore delle composizioni una mescolanza in parti uguali di cera e cerussa finissima di zinco: quanto alla metallizzazione si seguono le stesse norme già indicate per gli stampi di gesso.

I pregi assai limitati della cera quale sostanza per ottenere le impronte e gli stampi, spinsero i cultori della galvanoplastica in traccia di altre materie più adatte, e oltre di quelle offerte dalla natura, si volle tentare anche la loro mescolanza, le loro combinazioni. Un miscuglio in parti uguali di cera gialla e di pece, fuse assieme, producono una specie di mastice più resistente della cera, che si adopera altresì per diversi usi nelle arti meccaniche; questo stesso miscuglio è adoperato spesso in Italia per lo scopo indicato, e gode buona riputazione, perciò noi lo indichiamo, non senza rammentare che anche questo non è il migliore per gli stampi o forme di grandi dimensioni.

La stearina, materia a tutti ben nota, e che si estrae dai grassi, è adoperata anch'essa per preparare gli stampi di piccole dimensioni; essa è più economica della cera, presenta una stabilità maggiore, quindi è preferibile alla cera; però siccome in commercio essa si trova in diverso grado di purezza, ed il grado massimo di purezza non essendo quello che meglio si addice allo scopo nostro, siamo in dovere di avvertire che quando è troppo cristallina, troppo fragile, bisogna fonderla ed aggiungervi una piccolissima quantità di sego per comunicargli un pochino d'untuosità e direi quasi di solidità, perchè la troppa durezza la rende fragile.

Un'altra sostanza di prezzo assai basso, che potrebbe convenire in alcuni casi per fare stampi o forme, è lo zolfo, che ha la proprietà di dare i minuti dettagli dell'originale: disgraziatamente però cotesta sostanza offre una particolarità che spesso è dannosissima nei lavori di galvanoplastica, cioè quella di annerire i metalli che vi stanno in vicinanza, o che vanno al contatto di esso: è vero che si può rimediare a questo difetto col verniciarlo a coppale o con vernice di mastice, ma come ognuno comprende, lo strato di vernice non riesce mai uniforme, e specialmente nel caso di minuti dettagli essa li altera sensibilmente, cosicchè è peggiore il rimedio del male; noi crediamo perciò che lo zolfo possa essere riserbato ad alcuni casi, ne' quali si voglia ottenere degli stampi o forme di gesso.

La cera di Spagna, composta con 4 parti di gomma lacca, una di trementina, e 3 di cinabro, è adattatissima a prendere delle impronte finissime, che essa riproduce colla massima fedeltà; però, come tutti sanno, la buona cera di Spagna è assai costosa, e non permette quindi di poterne far uso che per la riproduzione di piccoli oggetti; quanto al modo di d'adoperarla è inutile parlarne poichè ognuno lo conosce.

Tanto per la riproduzione delle medaglie, delle monete, dei suggelli, che di tavole incise in rame, o anche di figure incise in legno, come per altri oggetti, possono servire le leghe che si fondono a bassa temperatura: bisogna però persuadersi che spetta unicamente all'artefice di saper scegliere nei diversi casi il procedimento che meglio può adattarsi allo scopo: noi diremo intanto che fino dai primi tempi, nei quali si applicava la galvanoplastica, diversi artefici italiani si distinsero per l'uso delle leghe fusibili, colle quali ottenevano delle riproduzioni di una perfezione incontrastabile. Le leghe più comunemente adoperate sono le seguenti:

1°	Bismuto	gr. 8
	Stagno	» 4
	Piombo	» 5
	Antimonio	» 1
Fonde a 112° centigradi		
2°	Bismuto	» 5
	Stagno	» 3
	Piombo	» 2
Fonde a 100° centigradi		
3°	Bismuto	» 8
	Stagno	» 3
	Piombo	» 5
Fonde fra 80° e 90° centigradi		

4°	Bismuto	gr. 5
	Stagno	» 3
	Piombo	» 2
	Mercurio	» 1

Fonde a 70° centigradi

5°	Bismuto	» 5
	Stagno	» 3
	Piombo	» 5
	Mercurio	» 2

Fonde a 53° centigradi.

Coteste leghe si preparano fondendo in un crogiuolo i metalli; per quelle nelle quali entra il mercurio, si attende per aggiungerlo, di aver cavato dal fuoco la lega fusa e che abbia perduto un poco di calore, quindi si versa e si rimescola bene la lega con un bastoncello: per avere una mescolanza intima giova assai di sottoporre la lega ad una seconda fusione, ma si faccia avvertenza di non scaldare oltre al punto di fusione, altrimenti evaporandosi il mercurio, la lega perde il suo grado di fusibilità.

Per adoperare coteste leghe si procede in due modi: il primo consiste nel versare la lega fusa sull'oggetto, il quale deve essere coperto di uno strato invisibile di olio d'oliva: il secondo non differisce dal primo se non in quanto che invece di affidarsi al solo peso della lega per introdursi in tutte le cavità, si ricorre alla pressione, e perciò bisogna contornare la moneta o l'oggetto qualsiasi, mediante un incavo fatto in un pezzo di legno o di cartone; alcuni usano anche di dare un colpo sul legno che ritiene l'originale, invece di esercitare una pressione, ma in questo caso si deve contornare con un foglio di carta il recipiente nel quale è la lega fusa, per impedire che spruzzi all'intorno, si sperda o scotti l'operatore.

Le impronte o stampi fatti colle prime fra le leghe indicate, vengono specialmente preferite per la galvanoplastica dell'oro e dell'argento, le altre leghe col mercurio devono essere adoperate con molta parsimonia e con grandissima cura, poichè comunicano al rame una certa fragilità, la quale pare provenga da traccie di mercurio, che passano nel deposito galvanico mentre esso si produce.

Fra tutte le sostanze adoperate nella preparazione degli stampi o forme, quella che oggidì è più comunemente adoperata, atteso i grandi vantaggi che essa presenta, è la guttaperca. Cotesta sostanza, portata in Europa la prima volta del dott. Montgomerie nel 1842, scola dalle incisioni che si fanno sulla corteccia di un albero colossale, che nella botanica moderna si denomina isomandra-gutta, ma che i selvaggi dell'isola di Singapore, ove si trova cotesto albero, chiamano *nialo:* in malese si domanda *percha, gutta* avendo il significato di gomma o succo condensato.

La guttaperca alla temperatura ordinaria offre una durezza e resistenza simile a quella del legno; essa è impermeabile all'acqua, è inattaccabile agli acidi, agli alcali, ai grassi coi quali soltanto a caldo può rimanere sciolta leggiermente. Alla temperatura di 70 a 100° C. diventa molle, plastica e grandemente atta a prendere le forme che gli vengono date, a lasciarsi stirare in foglie, ad essere saldata con altri pezzi della stessa sostanza: aderisce discretamente ai metalli, quindi oggi serve a preparare fili di rame isolati, per cordoni elettrici sottomarini, ecc., infine è adattabilissima a far recipienti per usi di chimica, di galvanoplastica e a ricevere le più delicate impronte, e perciò utilissima per gli stampi occorrenti nella specialità della quale stiamo trattando.

Molto potremmo dire su questa preziosa materia, ma ci limiteremo a ricordare che essa si può lavorare nel caso nostro: 1° col metodo dell'impasto; 2° a pressa; 3° colla contromatrice; 4° col rammollimento nella forma: in ogni caso è sempre utile servirsi di guttaperca già purificata, che ci dispensa dalla noja e dal perditempo di sbarazzarla dalle impurità delle quali è frammista quando giunge dai luoghi di sua provenienza.

1° *Metodo.* — Il metodo dell'impasto consiste nel rammollire la guttaperca nell'acqua calda bollente fino a che cotesta resina abbia acquistato lo stato della pasta di farina; allora si prende la quantità occorrente, e datale all'incirca la forma della superficie sulla quale deve venire a contatto, colla palma della mano e coll'ajuto di qualche spatola di legno si preme e si fa entrare nelle cavità, e tenendola aderente all'oggetto si lascia raffreddare: quando è consolidata, con un trincetto simile a quello dei calzolai, si toglie l'eccedente e si regolarizza nei bordi o dove occorre. Questo primo metodo è preferibile per fare gli stampi di quegli oggetti che non possono essere sottoposti a pressione o alla temperatura del rammollimento della guttaperca; ma offre talvolta l'inconveniente di lasciare alcune bolle d'aria interposte fra l'originale e il modello, e quindi bisogna rinnovare l'operazione se la deformazione avvenuta deturpa la riproduzione. Fondendo la guttaperca in ritagli e aggiungendovi da un quarto a un terzo (al massimo) del suo peso d'olio cotto di lino, essa abbassa il suo punto di fusione, diventa più plastica e si riesce meglio a fare gli stampi.

2° *Metodo.* — Quando l'oggetto da riprodursi lo permetta, è assai comodo per la bellezza degli stampi che si ottengono, di fare uso della pressione: in questo caso, sollevata la vite della pressa, si prende un cerchio o cilindro di ferro alto sufficientemente, si colloca nel piano sotto la vite, vi si pone nel mezzo l'oggetto, e quindi dentro di esso tanta guttaperca rammollita, quanta ne occorre per riempire l'anello, e se sotto alla vite vi sarà adattato una specie di stantuffo di legno, che corrisponda al vano del cilindro, colla vite gli si fa entrare dentro, e si preme fortemente finchè si giudichi ottenuta bene l'impronta. Raffreddato lo stampo, si solleva la vite, e con cura si toglie il cilindro.

Adoperando questo sistema, è cosa vantaggiosa d'ungere leggermente l'oggetto e strofinarlo con piombaggine, poichè così facendo si separa assai facilmente lo stampo dall'originale. Quando l'oggetto del quale si vuol formare lo stampo è di forma quadrata o rettangolare, il bordo di ferro e lo stantuffo dovranno avere la stessa forma. Egli è così che si riproducono le incisioni in legno, quelle sul rame e sull'acciajo per le carte-monete, biglietti di Banca, ecc., permettendo di conservare indefinitamente l'originale senza che si deteriori, e di ottenere a centinaja di migliaja la tiratura delle copie tipografiche.

3° *Metodo.* — Allorchè l'oggetto da riprodursi non è piano o pressochè piano, ma invece presenta dei rilievi pronunziati, adoperando il metodo ora indicato, la forma oltrecchè esige una quantità maggiore di guttaperca, lo stampo presenta grossezze differenti e perciò il raffreddamento operandosi in tempi diversi è soggetto più facilmente a deformarsi ed a guastarsi; viene quindi consigliato come cosa vantaggiosa di prepararsi una contromatrice, la quale riduca l'esterno dello stampo di guttaperca alquanto somigliante alla sua cavità interna.

4° *Metodo.* — I metodi che abbiamo esposto difficilmente possono adattarsi ad oggetti che differiscono poco dal piano, nè si possono applicare su cose sulle quali non sia possibile esercitare una pressione; d'altra parte trovammo ancora la necessità di una pressa, che richiede una spesa la quale non può essere fatta da molti dilet-

tanti o da poveri artefici; ecco quindi un procedimento che si presta per un gran numero di oggetti fragili: l'alabastro, il vetro, il legno, ecc., o di altri che hanno una forma alquanto irregolare.

L'oggetto da riprodursi si colloca sopra un piatto di terra o di metallo, o semplicemente sopra un pezzo di lamiera di ferro coi bordi rilevati; si pone una palla di guttaperca sull'oggetto da riprodursi e s'introduce il tutto in un forno, la temperatura del quale sia sufficiente a fondere la guttaperca. Crediamo inutile spender parole nella descrizione di un tal forno, il quale potrà essere a cupola o ad arco; però si comprende che è vantaggioso che il focolare sia nella parte bassa, e che il calore passi in un piano superiore, per modo che si possa con una valvola regolare la temperatura, che non deve giammai diventare troppo elevata, e perciò si deve poter sorvegliare l'operazione. Adoperando cotesto procedimento, cioè una palla di guttaperca, che colla fusione va a riempire tutte le cavità scacciandone a poco a poco l'aria ed avendo la materia ad uno stato quasi fluido, non si corre rischio di rovinare gli originali colla pressione, e lo stampo presenta regolarmente i più minuti dettagli.

Dopo di aver esposto in succinto l'origine della galvanoplastica, la teoria elettro-chimica che è il fondamento di cotesta branca della elettro-tecnica e specialmente della elettro-metallurgia; dopo di avere indicate le principali sorgenti di elettricità che sono adoperate in questa applicazione e nelle altre delle quali fra poco dobbiamo intrattenerci; dopo di aver spiegato la costruzione e l'uso degli apparati semplici e degli apparecchi composti adoperati nei diversi bisogni della galvanoplastica; dopo di aver annoverati i modi diversi nei quali si procede per preparare le casse che devono contenere i bagni; di avere enumerati i varii procedimenti per preparare gli stampi, e posti in luce i pregi e i difetti, non soltanto di quegli speciali procedimenti, ma benanco delle materie che si adoperano, ora ci troviamo in grado di porre sott'occhio ai cultori di questa specialità le diverse cure da aversi secondo il genere delle riproduzioni. Cominceremo primieramente col completare le notizie concernenti il modo di riprodurre delle incisioni in legno e in metallo, dei caratteri tipografici e delle tavole per stampare le *indiane;* parleremo quindi della riproduzione delle statue ed altri oggetti d'arte; infine chiuderemo il capitolo coll'indicazione del modo di produrre mediante la galvanoplastica le lastre di rame per gl'incisori.

Le impronte delle monete, delle medaglie, sigilli, cammei ed altre cose di piccola superficie, si può effettuare in tre modi diversi, cioè, per via galvanica, mediante le leghe fusibili, oppure con sostanze isolanti plastiche o semiplastiche.

Il primo metodo consiste nel far depositare galvanicamente e direttamente sull'originale uno strato di metallo con uno dei soliti procedimenti; però dobbiamo avvertire che cotesto metodo è assai azzardoso, nè potremmo mai consigliarlo quando si possieda un solo originale; nel caso però che il metodo possa venire adottato, si legherà un sottil filo di rame ricotto intorno al bordo, indi si rivestirà leggermente con cera o meglio con una mescolanza di cera e pece tanto il filo che il resto del bordo affinchè il metallo galvanico non possa depositarsi sopra, ed impedire più tardi di separare la impronta. Se si vuole ottenere l'impronta di una sola parte o lato, supponiamo, della medaglia, si coprirà con cera la parte opposta: se si vuol riprodurre ambedue le parti, si lascieranno ambedue scoperte e s'immergerà la medaglia nel bagno tenendola appesa verticalmente col filo; avvertiamo quindi che allorquando s'immerge una medaglia nel bagno galvanico, il circuito elettrico deve chiudersi o coll'immersione della medaglia stessa, o immediatamente dopo, e ciò affinchè cominci il deposito galvanico prima che si sciolga quel velo d'aria, che la scienza e la pratica ci hanno insegnato essere aderente a tutti i corpi, e che molto favorisce il distaccarsi dell'impronta dal suo originale. Se la medaglia da riprodursi fosse di rame ossidato, si dovrà togliere quel velo d'ossido strofinandola fra le dita o con una spazzola fina inumidita di essenza di trementina; poi asciugarla bene con segatura di legno che si dovrà togliere accuratamente; infine si abbandona a sè per molte ore affinchè vi aderisca un nuovo strato d'aria che sappiamo essere, più che utilissimo, necessario. Le impronte ottenute in questo modo sono col bassorilievo inverso e possono servire, a piacer nostro, o come copia dell'originale, o come impronte per riprodurre l'oggetto nella sua vera forma, e in quest'ultimo caso si seguiranno tutte le norme già indicate e quelle che stiamo esponendo.

Allorquando si possedono o si fanno impronte per mezzo di leghe fusibili a bassa temperatura, seguendo le regole esposte allorchè si parlò delle diverse sostanze che servono a fare gli stampi, non resta altro a fare che di legarvi un filo di rame ed immergerle nel bagno, poichè esse sono pronte a produrre il loro effetto.

Seguendo il terzo metodo, che è quello preferito, quando siansi ottenute le impronte su cera, cera di Spagna, o guttaperca, si passerà a metallizzarle colla piombaggine nel modo già indicato, ma per le impronte in gesso, dapprima si deve renderle impermeabili ai liquidi e poscia si metallizzano.

A questo punto, dovendosi procedere all'operazione galvanica, noi supponiamo che l'operatore avrà di certo stabilito qual è il procedimento che vuol adottare e qual metallo adoperare per la riproduzione: supponiamo quindi che si tratti di una medaglia d'oro, la soluzione che meglio si presta è quella di cianuro d'oro, come quella che si adopera per la doratura galvanica, che noi insegneremo più oltre; si troverà quindi molto vantaggioso di adoperare l'apparato semplice a pila per ottenere il deposito galvanico; e siccome è quasi inutile che la medaglia o moneta che si riproduce sia tutta d'oro, per maggior economia si suol depositare dapprima uno strato abbastanza grosso d'oro, poi si forma il resto della grossezza passando lo stampo, col deposito già ottenuto, in un bagno di solfato di rame nel quale si ottiene l'effetto voluto. Abbiamo creduto utile dare questa notizia, la quale, mentre serve agli artefici per rendere possibile la vendita di cose che, fatte totalmente d'oro, costerebbero troppo per la comune delle persone, d'altra parte queste non devono esser prese al laccio ignorando i dettagli di queste operazioni.

Per le medaglie, monete od altro, da riprodursi in argento, è pure indifferente che lo stampo sia di metallo o di una delle sostanze indicate, purchè sia ben metallizzato: la soluzione può essere indifferentemente il cianuro d'argento, o una qualunque di quelle che noi indicheremo per l'argentatura galvanica con pila; l'anodo, in questa applicazione, dovrà avere una superficie doppia di quella dell'oggetto da riprodursi: per ottenere un poco d'economia, specialmente se le medaglie sono grandi, e di forte spessore, si potrà depositare del rame sopra uno strato sufficientemente grosso di argento, quando sia stato depositato sullo stampo, cioè nel modo indicato dianzi per le medaglie d'oro.

Le riproduzioni d'argento fatte sopra originale di metallo riescono d'un bianco speculare bellissimo, ma quelle

fatte sopra modelli o matrici ricoperti di piombaggine, spesso riescono di aspetto fosco, che molto facilmente potrà esser trasformato in bianco, se dopo di avere staccato l'oggetto dallo stampo si strofinerà con uno spazzolino bagnato con spirito e impolverato di tripolo o di spoltiglia finissima, o anche del carbone pesto, finissimo, e quindi completando il pulimento con altra spazzola fina e del rossetto inglese.

Per gli oggetti che devono essere riprodotti in rame serve una soluzione satura di solfato di rame, mescolata con un terzo del suo volume di acido solforico; qualunque sia poi il lavoro che si faccia, si dovrà sempre guardare che non restino delle bolle d'aria aderenti allo stampo nel momento della immersione, cosa che avviene facilmente, in particolar modo quando lo stampo presenta delle cavità profonde; si dovrà perciò esaminare lo stampo qualche poco di tempo dopo la sua immersione e possibilmente senza estrarlo totalmente dal bagno; senza cotesta precauzione la riproduzione riuscirebbe bucherellata e difettosa. L'anodo di rame deve offrire una superficie pressochè doppia di quella degli oggetti da riprodursi; i vasi o le tinozze contenenti la soluzione galvanica devono essere sempre di dimensioni relativamente grandi, e quando si possa, si dovranno riprodurre contemporaneamente diversi oggetti: così si economizza il tempo e si può regolar bene la forza della corrente, mettendo un numero più o meno grande di oggetti. Anche per le medaglie di rame non è sempre necessario dar loro tutta la grossezza mediante il deposito galvanico, ma invece, dopo che si sarà ottenuto uno strato sufficientemente grosso, si potrà avvivare la parte posteriore a quella dello stampo con saldatura da trombai, e poi fondervi sopra preferibilmente della lega da caratteri, che è dura, e non avendo un coefficiente di diiatazione tanto forte quanto il piombo, deforma meno facilmente la riproduzione di rame: dopo questa operazione, se si son fatte ambedue le parti della medaglia, si salderanno intorno al loro bordo, che poi si pareggia colla lima in modo che non si riconosca che è formato di due parti. Sarebbe desiderabile che gli artefici intelligenti si occupassero di ottenere le medaglie intere, senza fare le operazioni di placaggio e saldatura ora indicate.

Ad evitare altri inconvenienti, che spesso si presentano nella pratica delle operazioni galvanoplastiche, rammenteremo esser cosa vantaggiosa di non lavare giammai con soluzione di potassa o con alcool le medaglie od altro oggetto da riprodursi, essendo preferibile ed utile, ad ottenere una facile separazione della riproduzione dall'originale o da uno stampo di metallo, che esso sia coperto da un leggerissimo velo di materia grassa: occorre invece di fare il contrario quando vuolsi ottenere una perfetta aderenza fra un metallo e il deposito galvanico, come diremo più distesamente parlando della galvanostegia. Specialmente se nel riprodurre un oggetto di metallo fu adoperato il bagno caldo, e all'atto di staccare la riproduzione si trovasse difficoltà, nè bastasse qualche leggiero colpo dato con un pezzetto di legno tenero, gioverà molto portare in luogo freddo l'oggetto e tenervelo per 24 ore: crediamo anche che si solleciterebbe l'operazione se si mettesse in un vaso sottile di vetro, che dovrebbe essere nel centro di un altro vaso qualsiasi, nel quale si dovrebbe porre del ghiaccio per circondare il vaso contenente gli oggetti da separare che non devono bagnarsi, e il tutto può essere coperto con una tavola di legno o meglio ancora con una coperta qualsiasi di lana.

Se la corrente elettrica adoperata nelle operazioni galvaniche, dette anche idroplastiche, non ha la quantità e intensità proporzionata al lavoro elettrolitico da farsi, ne avverrà che, per l'eccesso massimo di corrente, il metallo venga precipitato allo stato di polvere nera: un deposito di metallo spugnoso o polverulento è ancora indizio certo di troppa corrente: lo stato cristallino del deposito dimostra insufficenza di corrente; il metallo duttile, pastoso, a grana regolare mostra che la corrente è ben regolata.

Le medaglie, monete, suggelli ed altro che siasi riprodotto nei modi indicati potrà esser dorato, argentato, platinato o rivestito di qualsiasi altro metallo, ma bisogna riflettere che lo strato che li ricopre dev'essere sottile, altrimenti si deformano le immagini o si alterano le linee, insomma la riproduzione cessa di essere una copia perfetta.

Avendo poi parlato di riproduzione di suggelli e di monete, crediamo nostro debito di aggiungere che è proibito di riprodurre le monete che hanno corso legale, e i timbri degli uffici pubblici o privati, chè ciò facendo s'incorrerebbe in grave pena.

Per quanto poco si possa essere al corrente delle cose di tipografia e di calcografia, è facile comprendere che una lastra incisa di rame, sottoposta all'azione del rullo inchiostratore, alla pulitura ed alla pressione nel torchio calcografico, non può durare lungamente a produrre delle stampe di uguale precisione ed effetto, inquantochè i tratti leggieri s'indeboliscono, e l'effetto generale del chiaroscuro va di mano in mano peggiorando col numero delle copie tirate; il miglior mezzo per ottenere un numero quasi illimitato di copie, pressochè tutte di ottimo effetto, consiste nel riprodure mediante la galvanoplastica un numero più o meno grande di copie fedeli della incisione originale, da sottoporsi al tiraggio, e conservare cotesta unicamente a produrre le copie col procedimento galvanoplastico.

Della efficacia ed utilità del nuovo metodo parrebbe inutile parlare, quando si sa che in fatto d'esattezza si può ottenere cose ben superiori alla finezza delle incisioni più eccellenti, poichè diversi specialisti hanno mostrato che la squisitezza dei procedimenti galvanici permette la riproduzione dei Bottoni di Barton, che, come ognun sa, producono quel meraviglioso loro effetto di iridescenza mediante alcune centinaja di linee tracciate sopra ogni millimetro quadrato di superficie, altri hanno mostrato la riproduzione dei colori della madreperla, che sono dovuti a stratificazioni esilissime della materia, della quale è composta, e vi fu anche chi mostrò la riproduzione degli occhi di una *libellula* con tutte le sue microscopiche faccette: cotesto sta a provare all'evidenza, che o si tratti di incisione a bulino, d'incisione a macchina, a punta, a secco, ad acido, o d'incisione galvanica, il metodo di riproduzione galvanoplastica non lascia nulla a desiderare; quanto all'utilità di cotesto procedimento, è ancora più facile di dimostrarla. Si cominci perciò a riflettere che mentre una volta le incisioni artistiche erano un privilegio delle gallerie dei ricchi; che di libri e giornali illustrati ben poco si poteva farne perchè il numero limitato delle copie che si potevano tirare imponeva di venderle ad un prezzo tanto elevato, che soltanto pochissimi potevano pagare; oggi invece con questo mezzo la tiratura delle copie potendosi estendere quasi all'infinito, il prezzo di acquisto di opere pregevolissime è divenuto così basso che è accessibile alle borse più modeste: si aggiunga che la facilità di ottenere molte copie di uno stesso lavoro ha suggerito molte applicazioni che prima non si facevano. Ciò che abbiamo detto per riguardo alle incisioni sul rame, si può ripetere per le incisioni sull'acciajo, e più partico-

larmente per quelle sul legno, oggi tanto in voga ed applicate in modo diverso si direbbe quasi ad ogni ramo d'industria.

La riproduzione di un'incisione su metallo si può fare in due modi. Il primo metodo consiste nel depositare galvanicamente del rame o del ferro sopra l'originale; il secondo si differenzia dal primo, per ciò, che primieramente si fa uno stampo in cera o in guttaperca che è assai migliore, quindi dopo di averlo metallizzato si mette nel bagno galvanico. Il primo metodo sarebbe il più spedito ed economico, ma oltrecchè esige maggiori cautele ed abilità nel praticarlo, d'altra parte è inferiore a quello che ora andiamo ad esporre, perchè l'incisione in rilievo si stanca più presto e non si può contare di tirare più che 500 a 700 fogli da ogni copia galvanica della incisione. Le cure che esige questo procedimento consistono nella preparazione della superficie di rame della incisione, la quale oltre al velo d'aria ad essa aderente, esige uno strato invisibile di materia grassa distribuita uniformemente, e si deve perciò aver cura di non toccare la superficie che è destinata ad essere coperta dello strato galvanico; altrimenti vi resterebbero riprodotte le immagini delle dita coi piccoli solchi della pelle, e perfino quei minutissimi forellini d'onde noi vediamo

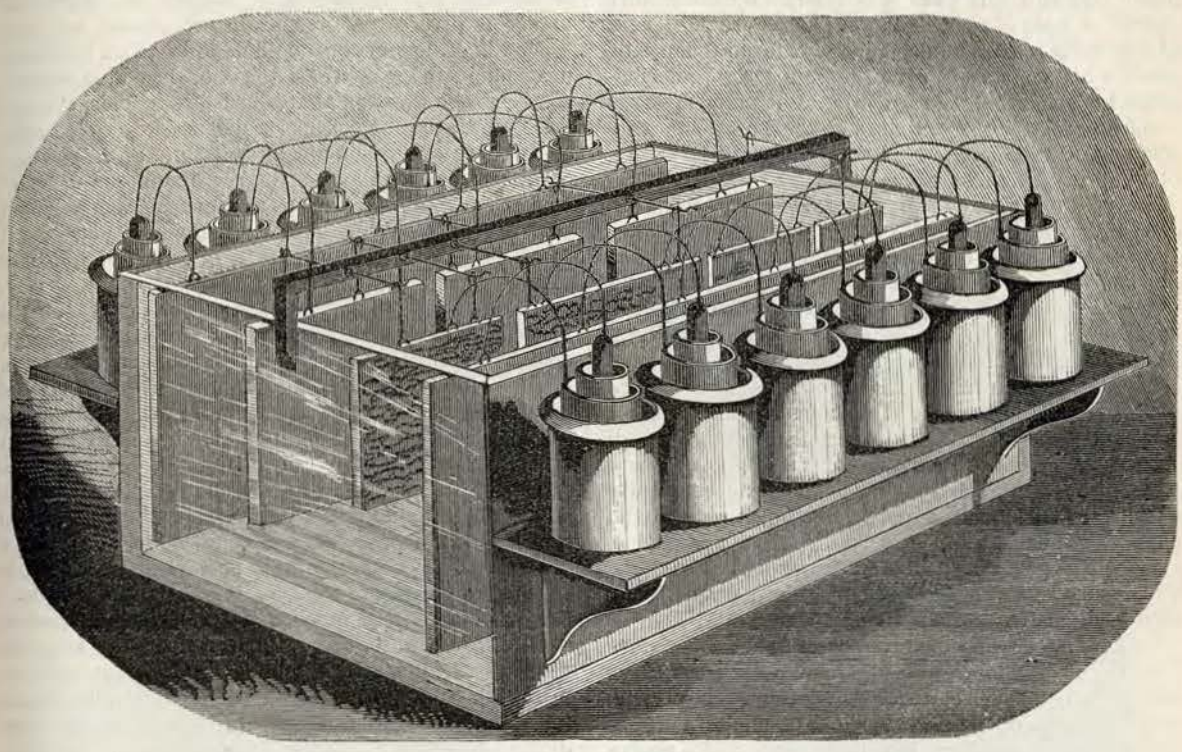


Fig. 171.

uscire il sudore. Cotesta cura si deve avere anche quando si adotti il secondo procedimento, il quale oltrecchè ci mette in grado di eseguire delle piastre che resistono meglio alla tiratura, non si corre pericolo che la riproduzione galvanica resti aderente all'originale, che si storca nel distaccarle, che restino otturati dei tratti; quindi è preferibile sotto ogni riguardo. Vi fu qualcuno che aveva proposto di ottenere lo stampo delle incisioni colle lame di piombo compresso, ma per la difficoltà di avere una superficie omogenea di piombo per la dilatazione ineguale del piombo nelle due direzioni opposte cioè longitudinale e trasversale della lastra, per la necessità di adoperare una pressa molto forte, pel pericolo di storcere l'incisione originale, cotesto sistema non fu adottato che raramente.

Ciò che abbiamo detto per le incisioni di rame si ripete in grandissima parte per le incisioni in legno, le quali permettono di ritirarne gli stampi anche colle leghe assai fusibili che abbiamo indicato. Le riproduzioni in rame delle incisioni in legno godono del vantaggio di dare tratti freschissimi insieme ad una tiratura più lunga e migliore; i giornali illustrati più accreditati internazionali o nazionali, i più pregevoli libri scientfici hanno le loro figure con riproduzioni ottenute in cotesto metodo. La fig. 171 mostra l'apparato che si adopera per coteste riproduzioni e che è facilissimo comprendere dietro la spiegazione già fatta per altri, che molto lo somigliano.

Il metodo della riproduzione delle incisioni da molti anni fu applicato vantaggiosamente anche alle piastre colle quali si fanno cilindri per tirare le tele stampate, dette *indiane*, oggi ritornate tanto in moda: si applicò anche nella edizione di certi libri che si tirano in gran copia e per molti anni di seguito senza che subiscano modificazioni: in questo caso abbiamo un procedimento galvanico in surrogazione alla stereotipia; ma a dir vero per ora quest'ultima applicazione rimase molto ristretta.

Avendo parlato poc'anzi di incisioni artistiche, di riproduzioni di incisioni, qualcuno di coloro che sono pratici di codeste professioni avrà già dimandato a se stesso se mai non siasi pensato a far piastre di rame puro esclusivamente per uso di incisioni; eccoci quindi a rispondere su questo proposito.

Gli inconvenienti delle piastre comuni di rame fuso e laminato, che trovansi in commercio, consistono in mancanza di omogeneità, in sfaldature, porosità e disuguaglianza di durezza, le quali cose si traducono in

altrettante difficoltà di lavorazione, che aumentano sensibilmente il prezzo del lavoro. Le piastre che si ottengono mediante deposito galvanico non hanno alcuno di questi difetti, se l'operazione è fatta con accuratezza e con buone norme, le quali appunto ora esporremo brevemente.

Si piglia una lastra comune di rame di dimensioni uguali a quella che si vuole ottenere, e si lavora una delle sue superficie nella stessa guisa che si usa per rifinire quelle per incisioni e vi si dà cioè l'ultimo pulimento con carbone tenero e acqua: vi si attacca quindi sul centro alla parte posteriore una piastrella di pochi centimetri quadrati, alla quale si congiunge il filo che deve riunirsi col polo di zinco della pila; si ricopre poi di cera il bordo della piastra affinchè non vi si formi il deposito, quindi si abbondona a sè per 24 ore almeno, e preferibilmente tenendola in luogo fresco, affinchè un buon strato d'aria possa aderire su tutta la superficie e specialmente sulla posizione centrale dove è stata scacciata dal calore, coll'operazione della saldatura.

Per la riproduzione delle piastre, in generale è preferito un apparato di profondità e di superficie grande oltre al bisogno, allo scopo di avere maggiore uniformità nella soluzione rameica: collocata quindi orizzontalmente e a sufficiente altezza la lastra preparata sulla quale deve effettuarsi il deposito, si fa comunicare con una batteria di pile alquanto energica, e si chiude il circuito adoperando per anodo un'altra piastra di rame grosso, poco più grande della prima, che vi si pone sopra alla distanza di alcuni centimetri. Alcuni specialisti consigliano di cominciare cotesta operazione con un bagno neutro e proseguire finchè il deposito abbia ricoperto bene tutta la lastra inferiore, consigliano poi di adoperare un bagno leggermente acido e tiepido per sollecitare l'operazione, e anche perchè credono che così facendo, la lastra che si ottiene posseda un'elasticità maggiore di quella comune alle piastre ottenute diversamente.

Durante l'operazione si dovrà di tanto in tanto agitare il liquido ed esaminare sollecitamente il deposito, senza aprir totalmente il circuito, senza dar tempo che si formi quel velo pressochè impercettibile di ossido, che darebbe alla lastra una struttura lamellare, che è molto nociva alla sua solidità e facile a sfaldarsi; procedendo in questo modo nel periodo di 24 a 48 ore si sarà ottenuta la lastra della grossezza desiderata. Si stacca, si sbava di fianco e di dietro, quindi può essere sottoposta, se occorre, a tutte le lavorazioni che subiscono le lastre comuni, alle quali sarà sempre superiore per le qualità indicate, tanto più se si avrà avuto cura che non resti spugnosa a cagione di bolle d'aria che vi possono restare interposte.

Trattate ad una ad una le diverse parti della galvanoplastica, veniamo finalmente a quella che più d'ogni altra l'avvicina all'arte del fonditore e che perciò insegna a riprodurre le statue ed altri simili oggetti d'arte.

Ognun sa che per ottenere una statua si suole preparare dallo scultore un bozzetto in creta, dal quale si fa uno stampo in gesso: dallo stampo in gesso si passa allo stampo in terra da fondere, dentro al quale viene versato il metallo liquefatto ad alta temperatura. Come tutti sappiamo e come è facile comprendersi, tutte coteste operazioni richiedono un tempo lungo e riescono costose; si aggiunga, che lo stampo che ha servito per una statua vien disgregato dal calore e non può servire per altre, l'operazione della fusione è difficile, e guai se il metallo non corre dovunque, se l'aria s'infrappone, se si stacca qualche pezzo dello stampo: si corre rischio di dover ricominciare. Tutto questo spiega in gran parte il costo degli oggetti d'arte eseguiti in bronzo fuso. La galvanoplastica è più fortunata a questo riguardo, poichè non ha bisogno che di una sola forma, la quale può servire moltissime volte, e soprattutto nella riproduzione di statue, di capolavori e di altri oggetti d'arte, offre una grandissima economia sul prezzo che può esigere l'arte del fonditore.

Supponiamo adunque che si tratti di fare o di riprodurre una statuetta col nuovo metodo galvanoplastico. Si prende la statuettta di gesso che esce dalle mani dello scultore, e col metodo del così detto *impasto*, gli si fa uno stampo di guttaperca diviso in due parti o più, se occorre: lo si metallizza, si mettono nel bagno galvanico le diverse parti separate procedendo nei modi esposti finora, poscia quando il deposito abbia raggiunto una sufficiente grossezza, si tolgono, si saldano assieme, cosa che non deturpa affatto la bellezza, poichè in generale le statue sono ricoperte dall'ossido, o con argento che ricopre perfettamente la saldatura. Se la statua è di dimensioni assai grandi, invece di adoperare grandi vasi per contenerla, si fa addirittura lo stampo di più parti e per modo da poterle riempire di soluzione di rame ed ottenere direttamente il deposito, quindi si saldano i varii pezzi fra loro.

Il metodo or ora indicato serve bene per le statue di piccole e di mediocri dimensioni ma non per quelle grandissime e specialmente per quelle nelle quali vi sia grandissimo rilievo, molte sinuosità, forti sottosquadri, nei quali specialmente il liquido si rifiuta d'entrare. Un uomo d'ingegno inventivo, il sig. Lenoir, l'inventore del motore a gas, ha fatto fare alla galvanoplastica un grande progresso immaginando un metodo semplice col quale si può fare lo stampo e riprodurre le statue anche colossali; cotesto procedimento consiste nel sostituire al filo unico che rappresenta il polo positivo della pila un filo chimicamente inattaccabile qual è il platino e suddiviso in un gran numero di branche o ramificazioni, vale a dire s'introduce nella cavità dello stampo un fascio di fili di platino che servono da conduttori; cotesti fili devono seguire nell'interno le cavità dello stampo senza però toccarlo in alcun punto ed hanno per iscopo di far depositare il metallo in modo uniforme in tutti i punti. Riunite le due parti dello stampo, questo si riempie di soluzione di solfato di rame, vi si pone al disopra un sacchetto pieno di cristalli, che mantengono satura la soluzione di mano in mano che s'impoverisce, e si fa uso di una batteria a parte, che comunica colla parte interna metallizzata e col fascio di fili ora ricordato.

Vediamo ora come si metta in pratica il procedimento Lenoir per la riproduzione delle statue ed in generale per gli oggetti a rilievo intero. Supponiamo che si tratti di riprodurre la statua rappresentata dalla fig. 172. Da prima col solito sistema dell'impasto si fa una mezza forma di più parti congiunte fra loro mediante certi dentelli che ne assicurano la esatta posizione delle une rispetto alle altre; poi si fa l'altra metà, di modo che le due metà rappresentano due cavità simili a quella rappresentata colla fig. 173, bisogna però aver cura di fare nella parte inferiore dello stampo, per es. sotto ai piedi, due fori o canaletti come appunto si vede nella fig. 173 e un altro sulla testa: così la soluzione di solfato di rame che va gradatamente impoverendosi cede il suo posto a quella più densa, che cerca sempre di stare in basso e caccia dal foro superiore quella più leggera: si rifletta poi che nella decomposizione del solfato di rame l'ossigeno che resta libero non potendo attaccare il platino contribuisce ad agitare ed a rendere la soluzione più omogenea e conduttrice; quindi favorisce il deposito.



Fig. 172.



Fig. 173.

Con dei fili di platino si fa quindi una carcassa o scheletro, che rappresenta grossolanamente il modello, prossimamente nelle sue vere dimensioni, ossia un poco più corto nelle sue varie parti, affinchè non tocchi lo stampo quando vi sarà introdotto dentro, come si vede nella fig. 174. Cotesta carcassa riunita al polo positivo della pila favorisce il deposito di rame in tutti i punti, poichè porta la corrente elettrica in prossimità di tutta la superficie interna dello stampo, il quale dovrà essere ben

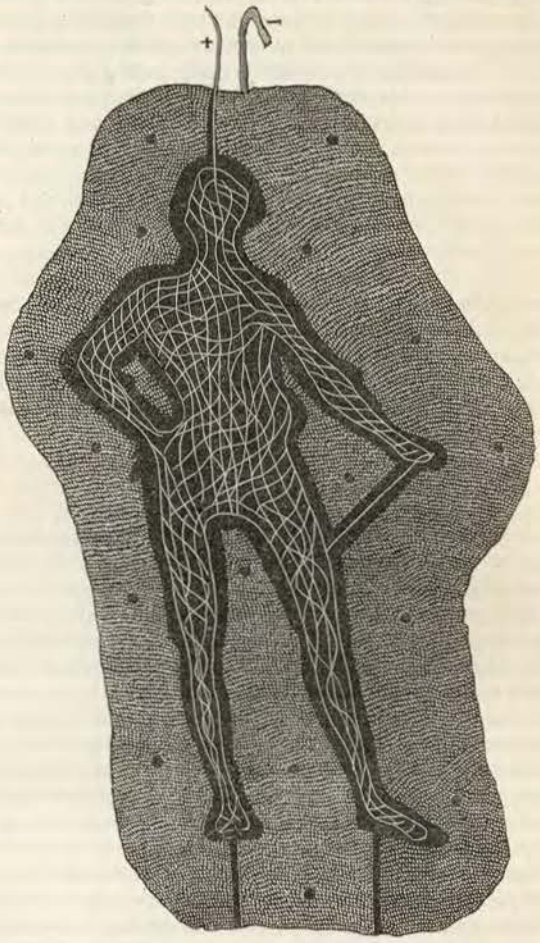


Fig. 174.

metallizzato ed avere più punti di contatto col polo negativo. Si mette la carcassa dentro allo stampo, tenendola sospesa con un bastoncello posto di traverso. Si mette dentro al vaso nel quale dovrà stare la soluzione, bisogna assicurarsi prima per mezzo di un galvanometro che non vi sia contatto fra la carcassa e l'interno dello stampo, indi si mette il liquido e si procede a fare il deposito; noi crediamo che si potrebbe dispensarsi dal grande recipiente e promuovere il rinnovamento del liquido con una specie di sifone o di vaso comunicante con l'interno dello stampo, dal quale si caccierebbe il liquido impoverito di rame, per sostituirvi gradatamente e con moto continuo una soluzione satura. Ottenuto il deposito della grossezza voluta, si ritira dal foro superiore la carcassa di filo di platino, che, come ognun sa, è costoso. Pel le statue colossali si può vantaggiosamente supplirvi cor piombo, come pratica il sig. Christofle per iniziativa di H. Planté, ed a operazione finita vi si lascia dentro, non valendo la pena di cavarlo. Trattandosi di statue piccole e tenute in luoghi riservati, esse possono reggere colla

loro sottigliezza, ma le grandi che devono stare in luogo aperto, all'azione delle intemperie, non reggerebbero ugualmente bene: e fu per ciò che il sig. E. Bouilher, nipote di Christofle ed uno dei capi officina di quello stabilimento rispettabilissimo per bellezza, bontà ed esecuzione dei suoi prodotti galvanoplastici, immaginò di riempire le statue di quella lega speciale e conosciuta da molti, che si chiama saldatura per l'ottone, la quale è assai dura e fonde molto prima del rame. Per compiere cotesta operazione si ricopre la statua d'un impasto di argilla, gesso e polvere di carbone, indi si asciuga bene con stufa o fuoco lento. Cotesto involucro ha per iscopo di proteggere il rame della statua dal fondersi o deformarsi sotto l'azione di un'alta temperatura. Se la statua è piccola si riempie di saldatura in minuzzoli e dirigendovi sopra il getto di una o più lampade ossidrogeniche si fonde la saldatura, la quale riempirà tutte le cavità e formerà un tutto solido e bellissimo, come se fosse uscito dalla fusione: non resta quindi che a fare quei piccoli ritocchi delle così dette barbe o sbavature dei punti di riunione dello stampo e chiudere i fori dai quali passava il liquido; quindi si passa alla bronzatura, della quale si parlerà specialmente nella galvanostegia.

L'artista intelligente saprà sempre correggere e modificare vantaggiosamente anche i migliori procedimenti adattandoli ai proprii bisogni, e così l'arte farà i suoi luminosi progressi.

Cap. 3. — Galvanostegia.

Adornare di gemme e di metalli preziosi gli splendidi palazzi dei re, e i templi delle Divinità, è usanza che risale alle epoche tradizionali della storia delle nazioni più antiche: in tempi più recenti che risalgono al massimo splendore dell'Impero di Roma, l'uso degli oggetti d'oro era divenuto sì esteso, che a soddisfare il lusso sfrenato della moltitudine richiedente, molto si usò di ricoprirne gli oggetti, anzichè farli totalmente di cotesto metallo; e che così si facesse, ce lo attestano statue, vasi, fregi ed altre cose, che mostrano benissimo i costumi sfarzosi di quei giorni memorabili, nei quali il sole non tramontava mai sui popoli di quel potente Impero, che non avrà giammai il secondo su questa terra.

Quali fossero i procedimenti usati dagli artefici di quei tempi, assai bene ce lo dicono le storie pregevolissime di Plinio, nelle quali si legge, che due erano i metodi. Il primo consisteva nel ricoprire gli oggetti di una laminetta, ancora sensibilmente grossa; il secondo si praticava rivestendo di foglie d'oro quasi impalpabili gli oggetti, sui quali si facevano aderire con un composto al quale davano il nome di *leucoforo*, che teneva le veci del mordente, che si usa anche oggidì per la doratura delle cornici e mobilie di legno, come pure per cancellate di ferro, ed altri oggetti lavorati grossolanamente.

Nel medio evo, allorchè la religione cristiana toccò il suo massimo splendore, il risorgimento delle arti belle fu in massima parte sfruttato nella costruzione e nell'adornamento delle basiliche e delle chiese celebrate che noi ammiriamo: fu in quell'epoca che vennero trovati due nuovi metodi per dorare gli oggetti di metallo, cioè quello coll'amalgama d'oro, l'altro per riscaldamento e compressione; il primo di questi due procedimenti, sebbene forse più nocivo alla salute degli operai che vi si dedicavano, fu preferito, poichè la doratura fatta in quel modo resiste più lungamente allo strofinamento e alle vicende atmosferiche.

Fin qui non abbiamo ricordato altro che l'oro, perchè, per il suo bel colore, e per la qualità speciale che possiede al disopra degli altri metalli che si adoperano nelle industrie, di rimanere sempre lucente, fu preferito agli altri: l'argento vien subito dopo di esso. Sono inalterabili anche il platino e l'iridio, ma questi furono scoperti egli è appena un secolo, e si potrebbero chiamare a buon diritto due metalli scientifici, poichè finora vengono pressochè esclusivamente adoperati, per certe loro proprietà, nelle ricerche fisiche o chimiche.

La doratura e l'argentatura con amalgama, o per compressione, furono adoperate fino verso al 1850; però siccome la prima era preferita, ma nociva alla salute di chi si dedicava a quell'arte (giacchè generava la paralisi mercuriale, oggi sconosciuta ai nostri medici, pei quali forse non sarebbe meno incurabile e funesta di quel che essa era allora), già a più riprese si erano proposti premii a coloro che avessero trovato il modo di renderla innocua, o qualche altro procedimento diverso, poichè essa era anche poco economica.

Le ricerche di Darcet avevano fatto fare un piccolo passo verso al progresso, ma questo non bastava e vi sarebbero sempre rimasti dei casi nei quali si sarebbero rinnovate le vittime, come appunto avvenne per la doratura della grande cupola di S. Isacco a Pietroburgo, che cagionò la morte a molti operai, e ben ducento rimasero paralitici per tutta la vita.

La scoperta della pila di Volta era destinata ad operare una grande rivoluzione nella scienza, nelle arti e nelle industrie, e le ricerche fatte da Brugnatelli, collega ed amico di Volta, fin dal 1802, sono state appunto quelle che hanno create due nuove industrie diverse, oggidì molto sviluppate, la galvanoplastica e la galvanostegia, alle quali ora se ne associano altre di non minore importanza: l'elettrometallurgia, il trasporto della forza, l'illuminazione elettrica, ecc. ecc.

Doratura.

Trovò adunque il nostro chimico pavese, che l'ammoniuro d'oro disciolto in un certo mestruo, era decomposto dalla corrente voltaica e ripristinato sulla superficie metallica: con altre esperienze riconobbe che il platino, il rame potevano ricoprire altri metalli e perfino il carbone, e sebbene egli disperasse di ottenere depositi in grandi quantità, accennò pure alla possibilità di ottenere delle leghe. Che occorreva egli di più per gettare le basi della nuova industria? Le difficoltà del suo originale procedimento, il non conoscere egli tutte quelle piccole operazioni accessorie secondarie ma indispensabili, che si trovano e si migliorano soltanto in un lungo volger di anni, e da cento individui, che portano successivamente il contributo della loro intelligenza e della loro esperienza, non possono certamente costituire alcun criterio per togliere al Brugnatelli il grande merito, che oggimai tutti gli accordano, di essere stato il fondatore della galvanostegia, dalla quale, come intime sorelle, discendono e quasi con essa s'identificano la galvanoplastica e l'elettrometallurgia; come è facile a comprendere, il nuovo sistema fu dal suo inventore proposto anche per lo scopo igienico.

La scoperta di Brugnatelli, sebbene annunciata agli stranieri nel *Journal de Chimie de Vans Mons* nel 1803, e riportata nella *Biblioteca di Campagna* del Gagliardi nel 1807, non destò quel vivo interesse che meritava, ed è appena nel 1825 che il distinto fisico di Ginevra, il De La Rive, animato da sentimento filantropico, e senza conoscere le ricerche anteriori del nostro abile chimico italiano, si pose allo studio della doratura elettrica, che egli coltivò fino al 1840; nel quale anno pubblicò il frutto delle sue ricerche, che gli valsero, prima una porzione

del premio Monthyon, poscia il titolo di socio straniero all'Istituto di Francia.

Il procedimento di De La Rive consiste nel far uso di una soluzione assai diluita di cloruro neutro d'oro posto entro un diaframma di materia animale B, che si trova immerso in un vaso A d'acqua leggiermente acidulata (fig. 175) nella quale pesca la lamina di zinco dell'elettromotore, del quale si regola la forza, adoperando una lastra più o meno grande: o tenendola verticalmente, ed immergendone una quantità maggiore o minore. L'oggetto da dorare è attaccato al filo di rame *a* C. L'incertezza di questo metodo di doratura, i suoi inconvenienti,

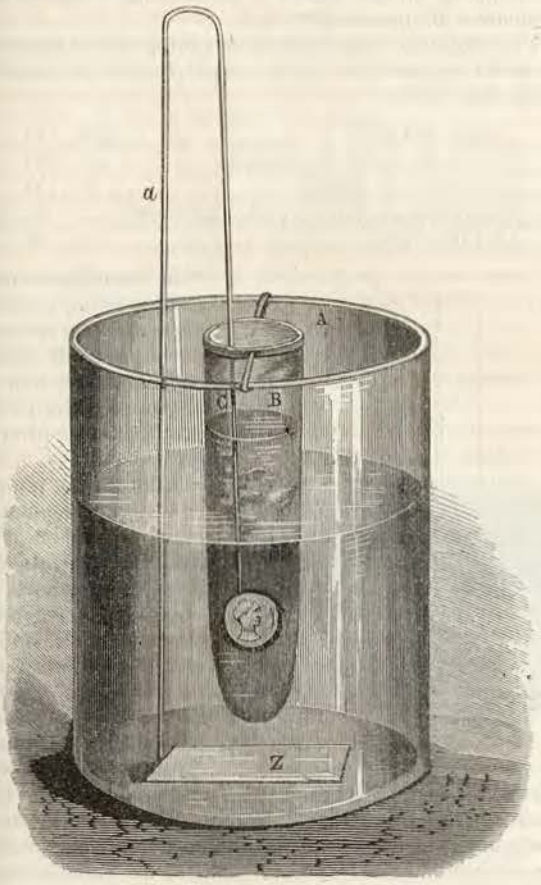


Fig. 175.

poco dissimili da quelli del metodo di Brugnatelli, lo fecero ben presto porre fuori d'uso, per cedere il suo posto ad altri, che indicheremo fra breve.

Per non interrompere il nesso delle notizie che si riferiscono al progresso della doratura galvanica e ai varii procedimenti che in pratica furono trovati migliori, ci permettiamo di tacere pel momento dei procedimenti che servono a preparare le superficie che devono essere rivestite di uno strato d'oro, e ci riserbiamo di parlarne dopo di avere esposte le formule diverse per la doratura.

Prima di entrare a parlare della doratura elettrica, che, come abbiamo visto, ha servito di punto di partenza per lo sviluppo della elettrometallurgia nelle sue diverse branche, giova altresì di rammentare, che fino dal 1836 i fratelli Elkington avevano fatto brevettare un loro sistema di doratura, detto impropriamente *ad immersione*, inquantochè tal doratura si effettuava immergendo per alcuni istanti gli oggetti detersi, di rame o di argento, entro un bagno alcalino d'oro. Codesto procedimento sebbene non permetta di depositare che uno strato leggerissimo d'oro, il quale è assai poco resistente nell'uso degli oggetti che ne sono ricoperti, è vantaggioso perchè evita l'uso del mercurio coi suoi funesti vapori; e quantunque non s'adoperi alcun apparato elettrico, nondimeno è basato anch'esso sovra un'azione chimica e sopra l'effetto di una corrente elettrica, che ha luogo fra l'oro, il suo dissolvente, e l'altro metallo che ne resta coperto; e siccome appunto una tale azione cessa tostochè il metallo meno nobile è ricoperto d'oro; egli è per ciò che il velo che lo ricopre è infinitamente esile. Sovra il platino, il palladio, o altro metallo non attaccato dal bagno di doratura, cotesto procedimento non è applicabile.

Al bagno primitivo dei fratelli Elkington oggi si sostituisce per gli oggetti di chincaglieria e falsa minuteria il bagno seguente:

Pirofosfato di soda	gr.	800
Acqua stillata	Chilogr.	10
Acido cianidrico ad 8°	gr.	8
Percloruro d'oro cristallizzato . . .	gr.	20

Tutti codesti ingredienti si trovano in commercio presso i fabbricanti di prodotti chimici, e prepararli da sè è un mezzo meno sicuro per riuscire, quindi e per questo motivo, ed inoltre perchè non è indole di quest'opera di entrare in tutti questi dettagli, proseguiremo nella descrizione del procedimento.

Dapprima si scioglie l'oro in due litri circa della quantità d'acqua già indicata e il pirofosfato nel residuo di acqua; filtrate poi le soluzioni ognuna in filtro nuovo, si mescolano, indi vi si aggiunge l'acido cianidrico, agitando continuamente e stando lontani col viso, ed evitando i vapori di questo, che è micidiale, alcuni si astengono dall'adoperarlo, ma il bagno è meno stabile, si deposita troppo oro, e non si è troppo sicuri della riuscita: e siccome volendo si può depositare anche colla pila piccole quantità d'oro o di altri metalli, e il farsi una pila è cosa facilissima per chiunque, nel caso che non la trovasse nella località ove dimora, quindi consiglieremo sempre di dare la preferenza ai metodi galvanici propriamente detti. La figura 176 mostra il fornello adoperato per la doratura ad immersione.

Degli altri procedimenti detti *per strofinamento*, *a tappo*, ecc. non vale la pena intrattenerci, essendo tutti inferiori a quello *ad immersione*, che abbiamo indicato, unicamente per essere fedeli alla storia del progresso della galvanostegia.

L'incertezza delle risultanze che si ottenevano coi procedimenti di Brugnatelli e di De la Rive, mentre da un lato spronavano alla ricerca di nuovi metodi e più sicuri, d'altra parte eccitavano la mente degli studiosi ad indagare l'origine dei frequenti depositi polverulenti, il bisogno di elettromotori più costanti ed energici, la variabilità del colore della doratura, e fu quindi nella elaborazione di coteste idee che Elsner e Boetger riconobbero la causa di quei difetti nell'acidità dei bagni, e fu perciò trovato necessario che essi fossero alcalini.

Guidato da questo fatto, e forse anco per eccitamento delle esperienze dei fisici, che si occupavano della doratura galvanica, Enrico Elkington pensò di sottoporre i suoi bagni *ad immersione* all'azione della corrente, e con sua sorpresa trovò che l'oro si depositava: ad onta di ciò nel settembre del 1840 egli prese un nuovo brevetto per un bagno da doratura a pila, che era composto come segue:

Ossido d'oro	gr.	31.25
Cianuro di potassio	»	500
Acqua	litri	4

La soluzione doveva farsi a caldo e bollire per mezza ora, quindi il bagno poteva servire tanto a freddo che a caldo. Aperto il campo a questo genere d'investigazioni, giorno per giorno si conobbero nuovi cultori di quella industria nascente e i procedimenti andavano moltiplicandosi e migliorando. E. De Ruolz, che una inaspettata sventura di famiglia aveva obbligato a sfruttare gli studii fatti nella sua adolescenza, nel dicembre 1840 prese un brevetto per la doratura ad immersione, e nel giugno del 1841 un altro brevetto per la doratura per mezzo della corrente elettrica, e col sussidio dei cianuri. Da quel brevetto appare chiaramente quanto bene e profondamente avesse studiata la quistione, poichè oltre ai cianuri, trovò utile l'uso del solfuro d'oro disciolto nel solfuro neutro di potassa; e ignorando egli pure i lavori e le idee del Brugnatelli giunse a produrre con alquanta facilità le leghe metalliche. Cotesto giovine, che anche in mezzo agli agi della ricchezza aveva dato prova d'ingegno perspicace, di diligenza nello studio delle quattro scienze nelle quali si era laureato, spiegò in questa circostanza un'attività e una avvedutezza grandissima, inquantochè non pago di aver risolto il problema della doratura in diversi modi, si occupò pure, si potrebbe dire, quasi pel primo della galvanostegia dei metalli più comunemente adoperati nelle industrie, tantochè gli studii di chi è venuto appresso di lui hanno un merito assai più ristretto; troviamo quindi assennatissimo il giudizio e la decisione dell'Accademia delle Scienze di Parigi, e il fatto di aver diviso il premio Montyon in tre parti, conferendo cioè fr. 3000 a De la Rive, 6000 a Elkington, 6000 a Ruolz.

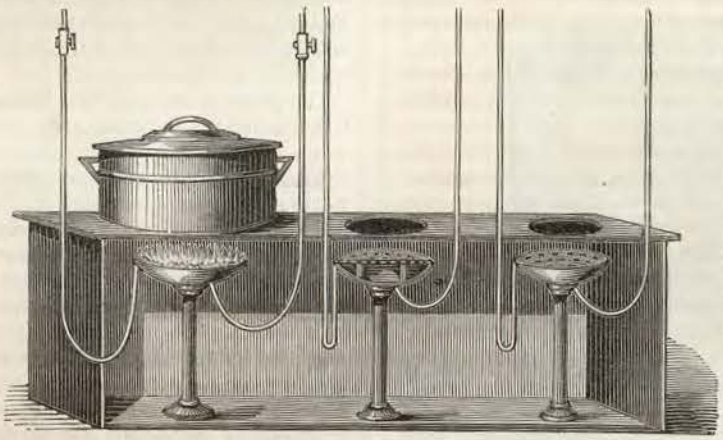


Fig. 176.

Fra i diversi procedimenti adoperati nell'industria noi ora ne indicheremo alcuni, che furono adoperati da noi con buon successo, quindi le persone interessate possono scegliere indifferentemente l'uno o l'altro con ugual fiducia, giacchè l'esito è buono e sicuro, purchè si operi con accuratezza e si proporzioni sempre la forza e la quantità di corrente alla estensione della superficie da dorarsi.

Procedimento all'ammoniuro d'oro.

Acqua distillata	litri	10
Cianuro di potassio (a 70°)	gr.	300
Oro puro	»	100
Ammoniaca	»	500

Si scioglie l'oro ridotto in foglie sottili in una capsula riscaldata da lampada a spirito o a gas, nella quale sianvi gr. 250 di acido cloridrico e 125 di acido nitrico, quindi si dissecca sopra un bagno di sabbia finchè il cloruro, sia ridotto a guisa di sciroppo scuro, si ritira dal fuoco, e quando siasi raffreddato e cristallizzato il cloruro, si discioglie in 2 litri d'acqua contenuti in una grande capsula, nella quale si versano dipoi 500 gr. di ammoniaca, la quale promuove un abbondante precipitato giallognolo che è l'ammoniuro d'oro. Si versa allora a poco a poco quel precipitato sopra un filtro di carta dentro un imbuto, e dopochè tutto il liquido sarà passato, si lava con acqua fredda il precipitato finchè abbia perduto totalmente l'odore dell'ammoniaca. Si procuri di non far disseccare l'ammoniuro d'oro che è fulminante e potrebbe cagionare per leggierissimo contatto qualche disgrazia; ma invece mentre è ancora umido si discioglierà in 10 litri di acqua, contenente il cianuro di potassio già indicato. Per far questo, basta porre l'imbuto e il filtro sul vaso che deve contenere la soluzione, versare dentro di esso la soluzione di cianuro, che discioglierà tutto l'ammoniuro specialmente se si agita un poco. Quando tutto sia disciolto si fa bollire il liquido per un'ora, allo scopo di cavare le ultime traccie di ammoniaca, e quando sia freddato è già pronto per l'uso.

Più semplice è la formula seguente, che è adoperata da molti appunto per quella sua proprietà e per la sicurezza degli effetti.

Acqua distillata	litri	10
Prussiato giallo di potassa	gr.	200
Carbonato di potassa	»	150
Cloridrato ammonico (sale ammoniaco)	»	30
Cloruro d'oro	»	25

Si disciolgono tutti i sali a caldo, meno il cloruro d'oro, si filtra per separare il carbonato di ferro, indi si aggiunge il cloruro di oro: il bagno è pronto a servire.

Allorchè col tempo ci si accorgerà che il bagno cammina lentamente, si aggiunge un poco di cianuro di potassio in polvere, che tosto si discioglie, quindi si agiterà e rimescolerà il bagno. Se la corrente è troppo forte, la doratura diventa nerastra, polverulenta; se è proporzionata, l'oggetto prende un bel colore giallo; se è troppo debole si dorano soltanto o maggiormente le parti rivolte all'anodo. Qualche volta succede che in principio che si adopera un bagno nuovo, la superficie dorata è assai brutta e se vi fosse dell'oro vien tolto; questo dipende da ciò che il bagno contiene troppo cianuro, che il bagno è povero di metallo, o che la corrente è troppo debole.

Essendosi trovato che la doratura operata con bagno tepido (circa 50°) si effettua sollecitamente, la ricchezza delle tinte è maggiore ed assai stabile, si è pure cercato quale, fra tutte le formole proposte, rispondeva meglio delle altre, e si è constatato che era la seguente:

Fosfato di soda cristallizzato	gr.	600
Bisolfito di soda	»	100
Cianuro di potassio (scelto)	»	10
Cloruro d'oro (neutro)	»	18
Acqua stillata	litri	10

Cotesta soluzione serve ugualmente bene per l'argento, l'ottone, il rame, il bronzo, il packfong, e le altre leghe nelle quali predomini il rame. Al contrario, se si trattasse di dorare ghisa, ferro od acciajo senza averlo preventivamente ramato, è preferibile quello che andiamo a trascrivere:

Acqua stillata	litri 10
Fosfato di soda	gr. 500
Bisolfito di soda	» 125
Cianuro di potassio	» 5
Cloruro d'oro (neutro)	» 18

Per gli oggetti di zinco, piombo, stagno, antimonio, è necessario ricorrere prima alla ramatura, o almeno dorarli in un bagno vecchio a caldo, poi spazzettarli vivacemente, indi metterli nel primo bagno testè indicato, sotto l'azione di una corrente alquanto energica.

I bagni, che abbiamo ora indicati, si preparano nel modo qui appresso:

In una grande bacinella di porcellana, o una caldaja di ferro smaltato, posta sopra un fornello, si fanno disciogliere in 8 litri d'acqua 600 gr. di fosfato di soda, agitando con un bastoncino di vetro per sollecitare la dissoluzione; si lascia freddare e si filtra.

In un palloncino o matraccio di vetro si mettono 10 gr. d'oro puro in piccoli frastagli di lamina sottilissima, vi si aggiungono 15 gr. di acido nitrico e 25 di acido cloridrico, si scalda prima lentamente per scacciare l'aria, poi più fortemente per sciogliere l'oro e compiere il disseccamento, dovendosi ottenere un liquido quasi siropposo di color rosso nerastro; si toglie dal fuoco ed il liquido nel raffreddarsi si cristallizza.

In un'altra capsula si sciolgono 100 gr. di bisolfito di soda in un litro d'acqua distillata con 10 gr. di cianuro di potassio puro.

Con un altro litro d'acqua si discioglie il cloruro neutro d'oro che si è preparato, e si versa, sempre agitandolo, nella soluzione di fosfato di soda. Il miscuglio prende allora una tinta giallo-verdastra, ma rapidamente versandovi la soluzione di bisolfito e di cianuro, tutto il liquido si scolora ed il bagno è pronto.

Avverta l'operatore di non versare il cloruro d'oro nella soluzione calda di fosfato di soda, poichè corre rischio di vedere l'oro ridotto allo stato metallico, o in polvere rossa o gialla.

È utile sapersi che, per la doratura a caldo, giova rimuovere costantemente il bagno, affinchè riesca uniforme; che, invece dell'anodo solubile, è preferibile una lastra di platino per regolare la corrente, il che permette di ottenere colori diversi di doratura, cioè pallida se è appena immersa, gialla se immersa di più, rossa se tutta immersa: questo fenomeno è anche più sensibile se l'oro contiene un pochino di lega.

Con questo metodo di doratura è bene di esaurire il bagno invece che di alimentarlo con altro cloruro d'oro; in generale si osserva che quando il bagno è debole, la doratura riesce rossastra, se si è dorato molto rame; verdastra se si dorò molto argento; in questo caso un tal bagno serve per far aderire un primo strato d'oro agli oggetti, che poi si dorano meglio e con miglior colore in un bagno nuovo.

Da quanto abbiamo detto si comprende che, volendo ottenere una tinta pallida o rossastra, colla doratura a pila, giova di aggiungere un poco di soluzione di argento o di rame alla soluzione normale d'oro, quindi regolare opportunamente la corrente.

Per dorare il ferro, l'acciajo, la ghisa e qualche altro metallo è preferibile di coprirli prima di un leggierissimo velo di rame mediante i procedimenti indicati. Per le ruote a bracciuoli e piastre degli orologi si usa di prepararli prima in un modo speciale che ora insegneremo, e ciò allo scopo di far loro acquistare quella bella grana fina, che imita e sorpassa di molto in bellezza ed effetto l'antica doratura a mercurio.

Prima di entrare nei dettagli del procedimento della doratura per gli orologi tascabili, non vogliamo omettere di riportare la formola che serve, come si dice in termine d'arte, a colorire oggetti d'oro o gli oggetti dorati con lega d'oro. Sull'oro puro, o sulla doratura con oro puro, essa non produce alcun effetto.

Si prende:

Per dorature in generale.

Sal nitro	gr. 40
Allume	» 25
Sale da cucina	» 35

Pel così detto *or moulu*.

Ocra	gr. 17
Allume	» 50
Solfato di zinco	» 10
Sal marino	» 3
Sal nitro	» 20

Oppure:

Per giojelli.

Solfato di zinco	gr. 25
Solfato di ferro	» 25
Sal nitro	» 25
Allume	» 25

Per pendole e statuette.

Acqua	gr. 5
Allume	» 46
Sale da cucina	» 3

Si fanno fondere questi sali polverizzati e mescolati nella loro acqua di cristallizzazione, e attaccando gli oggetti ad un filo d'ottone, vi s'immergono gli oggetti a più riprese, quindi si pongono sopra un fornelletto ben acceso contenente un miscuglio di carbone coke e di legna, e cangiando di tanto in tanto di posto finchè si vede che i sali si fondono e diventano trasparenti; allora s'immergono per alcuni istanti in una soluzione di acido nitrico gr. 30, acqua 70, indi si risciacquano in acqua pura corrente, o successivamente in diversi vasi, ed infine si mettono ad asciugare nella segatura, e quando si estraggono da quella, avranno un bel colore d'oro smorto.

Il fornello adoperato per l'operazione ora indicata è rappresentato in sezione verticale colla figura 177, in pianta colla fig. 178, ed in prospettiva colla fig. 179.

Eccoci ora in grado di parlare della doratura delle varie parti degli orologi tascabili, dei cronometri, ecc.

La doratura propriamente detta si fa con uno dei bagni già indicati, ma siccome ognuno avrà osservato che quel genere di doratura si differenzia dalle altre per un aspetto speciale di granulazione fina ed uniforme, egli è specialmente di questa che dobbiamo occuparci. Una granulazione ordinaria si potrebbe fare con procedimento meccanico, mediante punzoni adatti, oppure immergendo i pezzi per un tempo variabile da 3 a 30 secondi circa, dentro a una miscela di

Acido solforico	gr. 1000
Acido nitrico	» 2000
Sale da cucina	» 10

e quantunque questo secondo mezzo dia risultanze migliori, fu abbandonato, poichè nel 1852 Goliasch inventò un metodo speciale, che ora indicheremo; non vogliamo però tacere che in moltissimi lavori si può adoperare il metodo elettrochimico proposto da E. Berthoud di Wes-

serling che trovasi descritto nelle *Manipulations hydroplastiques de* A. Roseleur, pag. 389; oppure l'altro metodo più recente, più economico e forse migliore di granulare le superfici mediante un getto di sabbia di silice pura, sotto una moderata pressione, e nel modo perfettamente identico a quello adoperato per smerigliare lastre di cristallo, o farvi disegni a contrasto di superfici opache e trasparenti.

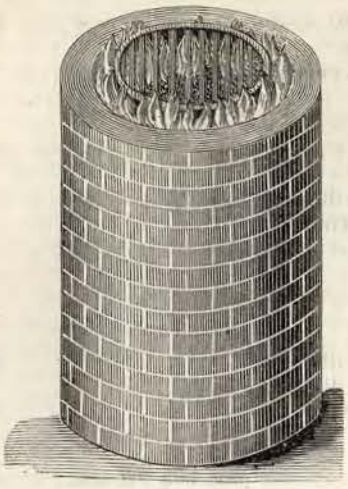


Fig. 179.

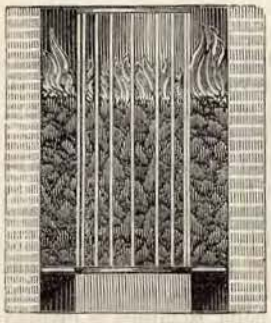


Fig. 177.

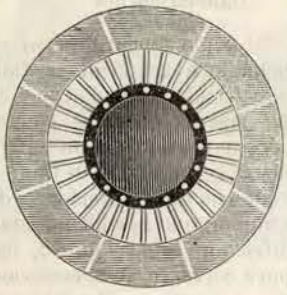


Fig. 178.

Il procedimento di granulazione del Goliasch consiste nel fare aderire alla superficie da dorarsi una polvere di argento, sulla quale si deposita poscia la doratura. Per preparare la polvere si prendono 30 grammi di argento fine, o anche di moneta, si disciolgono in 120 grammi di acido nitrico e si versa il sale ottenuto in un vaso di cristallo che contenga almeno 4 litri d'acqua: più la quantità d'acqua è grande e più fina riesce la polvere. Si colloca il vaso in luogo oscuro e vi s'immergono una o due lamine di rame, e dopo un giorno si decanta il liquido, si aggiunge ancora dell'acqua per lavare la polvere, si agita, e, dopo depositata, si decanta almeno per 3 volte, si stritola un poco fra le dita, si lava ancora e si decanta la più fina, si stritola di nuovo; si fa una seconda e una terza decantazione per separare la più fina, che poi si asciuga e si raccoglie in un vasetto di cristallo a tappo smerigliato.

Preparata in cotal guisa la polvere da applicarsi sulle superfici metalliche, dalle quali devono essere stati tolti tutti gli sgraffi fatti dalla lima o dagli arnesi del tornio, strofinandole con carbone di salice, di fusaggine o altro legno di fibra dolce, oppure con certe pietre fine, che si trovano dai mercanti di forniture da orologi, si prende un gramma di polvere di argento, 12 di sale da cucina pesto finissimamente e bene stacciato e 4 grammi di cremor di tartaro, esso pure stacciato fine; si mescola il tutto in un mortajo di bossolo e con pestello dello stesso legno, evitando la porcellana o altri corpi duri che schiaccerebbero le grane di argento.

Quando si è ottenuta un'intima mescolanza, vi si aggiunge un pochino d'acqua, tanto da fare una specie di poltiglia alquanto diluita; lavati quindi i pezzi in acqua di soda, o con spirito per sbarazzarli dalle traccie di unto che vi potessero essere, con una di quelle spazzole speciali a peli fini e assai fitti, che si adoperano per cotesto uso, dopo di averla ben lavata in acqua di soda e risciacquata con grande accuratezza, si cosparge di un pochino del miscuglio dianzi indicato, quindi si strofinano con essa ed esercitando una giusta pressione sui pezzi da dorarsi, i quali saranno stati preventivamente fissati con appositi spilli di ottone, sopra una tavoletta di sughero scelto. In due minuti di strofinamento fatto in tutte le direzioni per non ammontichiare la grana in modo irregolare, quando si abbia acquistato la pratica, si giunge a granular bene. Allora con una grattabugia di fili finissimi di ottone o di vetro, bagnata con aceto, si stropiccia con garbo sulla grana e le si fa acquistare una speciale lucentezza metallica, senza sgraffi e senza guastare la grana. Alcuni doratori bagnano la grattabugia con una infusione di castagne d'India, ma siccome non tutti gli anni se ne raccolgono abbastanza, O. Matthey abilissimo specialista consigliò saggiamente di adoperare una infusione di saponaria.

Allorchè tutti i pezzi hanno acquistato una sufficente lucentezza, si distaccano dal sughero, si risciacquano in acqua limpida, e dopo averli attaccati ai raggi di un sostegno esile di fili, legati in forma di stella, avvertendo che i pezzi non si tocchino gli uni con gli altri, s'immergono nel liquido doratore, nel quale si fa passare una corrente di uno o più elementi Daniell a seconda della quantità dei pezzi da dorarsi.

Volendo dorare le ruote sulle quali siano di già ribaditi gli assi di rocchetti d'acciajo, non si dovrà sgrassarle colla soda, che fa perdere all'acciajo quel bel pulimento speculare, che comunemente gli vien dato; si dovrà invece lavarle con alcool puro; dopo di ciò si cuopre l'acciajo col mastice seguente, che si dice essere il migliore fra quanti vennero proposti:

Colofonia	gr. 3
Cera gialla	» 1
Colcotar (ossido rosso di ferro) . . .	» 1
Betulina	» 3

Collo stesso mastice si può ancora coprire una porzione determinata di una vasta superfice, e depositare su questa successivamente in punti diversi, metalli diversi, ed ottenere in tal modo degli effetti speciali, che sono spesso molto apprezzati negli oggetti di minuteria, nelle calotte e nelle mostre degli orologi e via dicendo. Per togliere il mastice s'immergono gli oggetti in un bagno caldo di olio di oliva, e quindi si sgrassano con soluzione di soda o con alcool, secondo che vi saranno unite o no parti di acciajo.

Dopo di avere appreso le varie formole per dorare i molteplici oggetti che sono prodotti da diverse industrie e rammentando che i bagni d'oro non si possono esaurire completamente sotto l'azione della corrente, perchè darebbero tinte disaggradevoli, torna utile indicare un metodo economico per estrarre l'oro dai bagni vecchi: ecco perciò come si può procedere.

Se si evaporano i bagni vecchi, si ha per residuo un sale doppio di oro e potassa, che qualora fosse fuso in

un crogiuolo senza aggiungervi altri fondenti, darebbe un bottone d'oro, e questo è il miglior procedimento; però, siccome è assai lungo e un poco dispendioso di essiccare una grande quantità di bagni, si potrà operare nel modo che qui indichiamo. Si decompone il cianuro di potassio mediante l'acido solforico o quello cloridrico e l'oro si precipita in fondo al vaso; per alcuni giorni si lasciano dentro al bagno delle lastrine di ferro ben pulite, che precipitano ogni altro residuo d'oro, questo si distacca indi con un raschiatojo, e la polvere raccolta dal fondo del vaso dopo la decantazione, unita agli altri residui si fonde in un crogiuolo, nel quale si mette pure un poco di borace in polvere.

La nettezza assoluta degli oggetti da dorarsi o da rivestirsi d'altri metalli ha una importanza grandissima sulla riuscita della operazione, e necessita quindi che noi c'intratteniamo alcun poco sul modo di farla; e siccome questa si può effettuare con diverse e successive operazioni, dipende solo dal criterio dell'artefice e dalla sua esperienza di giudicare quando l'una o l'altra debba praticare od omettere, e quando esse siano compiute.

Cinque sono le operazioni comprese sotto l'unica parola di *imbianchimento*, colla quale vengono indicati i diversi modi di nettare le superfici metalliche, mediante reagenti chimici. È inutile che ricordiamo i mezzi meccanici, poichè sono troppo conosciuti, e perchè adoperati quelli in generale, resta ancora necessario di ricorrere ai primi. L'imbianchimento si adopera specialmente sulle leghe che contengono il rame, e si eseguisce: 1° Col ricuocimento sul fuoco, o collo sgrassamento mediante un



Fig. 180.

alcali e lo spirito; 2° Colla purga; 3° Col bagno di acqua forte vecchia; 4° Col bagno di acqua forte nuova; 5° Col bagno acido, ossia col composto per dare il brillante o lo smorto. A questo si potrebbe aggiungere il bagno di nitrato di mercurio che spessissimo si adopera per la doratura e l'argentatura, ma essendo destinato ad un uso quasi speciale non si può veramente comprendere nel novero delle operazioni d'imbianchimento.

I. Il ricuocimento è utile specialmente per quegli oggetti che durante la loro fabbricazione furono passati alla filiera, al laminatojo, o in altra guisa sottoposti ad operazioni che richiedevano l'uso di sostanze lubrificanti, o per quelli nei quali non sia necessario di conservare la loro sonorità; si dovrà poi evitare per gli oggetti di filigrana od altri consimili per forma e costruzione troppo delicata. Il ricuocimento si opera sopra buoni carboni nuovi di legna, sui quali si porranno gli oggetti e si rivolgeranno con cura, finchè abbiano presa per quanto si può uniformemente la temperatura del rosso scuro.

Lo sgrassamento si fa pure col tuffare gli oggetti in una caldaja di ghisa, contenente una soluzione calda e più o meno concentrata di carbonato di potassa o di soda, o, meglio ancora, di potassa caustica disciolta in 10 volumi d'acqua. Si avverte però di non esporvi troppo lungamente i pezzi saldati collo stagno, poichè la saldatura si corrode e il rame diventa nero. Appena adoperato il bagno, si deve ricoprirlo ermeticamente, altrimenti si carbonifica e perde la sua proprietà; gli oggetti sgrassati si risciacquano coll'apparato che noi rappresentiamo nella fig. 180, passando successivamente dal bacino più basso a quello più elevato.

II. La purga consiste in un bagno contenente dal 5 al 20 per cento di acido solforico su cento di acqua, nel quale s'immergono generalmente gli oggetti che si ricuociono e mentre sono ancora caldi; vi hanno però alcune leghe, per le quali è preferibile immergerli solo quando siano freddate, poichè si evita la formazione di ossido nerastro, difficile a togliersi, e specialmente per quelle che nel brusco raffreddamento andrebbero soggette a screpolarsi od a rompersi. L'immersione in questo bagno dura pochi secondi per le leghe, ma il rame vi può restare più lungamente; l'importante è di agitarvi dentro gli oggetti, finchè siasi disciolto tutto l'ossido nerastro, e di risciacquarli bene e ripetutamente nell'apparato già indicato.

Per immergere gli oggetti nel bagno d'oro sono assai utili dei fili di platino, che sebbene costosi durano indefinitamente senza perdere del loro valore; però possono servire anche dei fili di rame piegati ad uncino e con manico, come si vede nella fig. 181 e 182; per gli oggetti più minuti ed in gran numero si possono adoperare semplicemente dei fili ricurvi, come viene indicato nelle fig. 183 e 184, oppure degli uncini, di bastoncini di vetro piegati sopra una lampada a gas ed aventi la forma di quello rappresentato nella fig. 185; per quegli oggetti infine che difficilmente si potrebbero attaccare ai fili, servono assai bene dei vasi bucherellati finamente, come

ci mostrano le figure 186, 187, 188, e meglio ancora una reticella di platino foggiata a scatola, quale è rappresentata nella fig. 189.

III. Il bagno di acqua forte vecchia non è necessario, ma ha per iscopo di utilizzare meglio l'acido nitrico fino al suo completo esaurimento, poichè se gli oggetti non acquistano un bel colore in questo bagno, lo acquisteranno ben presto quando si passerà all'acqua forte nuova; il bagno di acqua forte vecchia serve poi anche per quegli oggetti che sono delicati, facili ad essere troppo intaccati e perciò le parti già deterse non saranno troppo corrose nel tempo che si scioglie il resto di ossido che rimanesse in qualche parte.

IV. Ciò che si chiama bagno d'acqua forte nuova, è un miscuglio formato di

Acido nitrico a 36°	parti	100 in volume
Sale da cucina	»	1
Fuliggine calcinata	»	1

Esso attacca vivissimamente gli oggetti, che vi dovranno restare immersi appena qualche secondo, e quindi dovranno essere rapidamente risciacquati nel modo ripetutamente indicato, che è quello da adoperarsi per tutte le operazioni di galvanostegia.

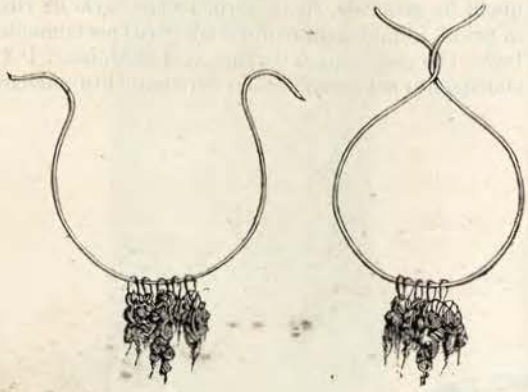


Fig. 183. Fig. 184.

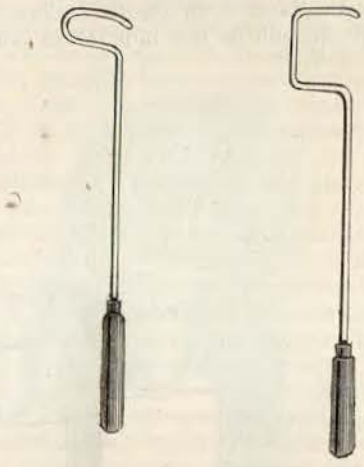


Fig. 181. Fig. 182.



Fig. 185. Fig. 186.



Fig. 187. Fig. 188.

V. Per dare un bel colore vivace all'ottone, ed altre leghe analoghe, serve ottimamente una miscela, che i primi doratori ad immersione avevano denominato *l'indispensabile*, tanto è evidente la sua utilità: essa si compone di

Acido solforico a 36°	parti	100 in volume
Acido azotico	»	100
Sale da cucina pesto finissimo	»	1

dopo l'immersione di uno o due secondi, durante i quali si agiteranno gli oggetti, si risciacqua ripetutamente senza por tempo in mezzo. Per preparare questo miscuglio e quello che indicheremo or ora, si deve versare l'acido solforico a goccie a goccie sull'acido azotico, agitando sempre il miscuglio con un bastoncino di vetro, e più specialmente quando vi si aggiunge il sale, poichè si sviluppa un fortissimo calore che potrebbe far crepare il vaso; a questo proposito consigliamo tenere un cencio o una ciambella di paglia sotto al vaso. Questo miscuglio dovrà esser freddo allorchè si adopera: per il caso di oggetti minuti, delicati, ecc. è preferibile di aggiungervi un ottavo del suo volume di acqua, agitando la soluzione durante il miscuglio; il liquido addizionato d'acqua è conosciuta dai pratici col nome di *Acqua amara per brillantare*.

Qualora poi si desideri ottenere una superficie opaca, si adopererà un miscuglio di

Acido solforico	parti	100 in volume
Acido nitrico	»	200
Sale marino	»	1
Solfato di zinco	»	1 a 5

oppure l'altro miscuglio indicato, parlando della doratura degli orologi.

La superficie riesce più o meno scabrosa, ossia la granulazione è più fina se l'immersione è breve, grossolana se dura più lungamente. Se all'uscire da questo bagno e dopo la risciacquatura gli oggetti fossero troppo opachi, di un aspetto terroso e disaggradevole, se ne migliorerà

l'aspetto, passandoli rapidissimamente nel bagno acido, indicato al principio di questo paragrafo, ossia al bagno per dare l'aspetto brillante. Dopo si risciacqua.

VI. Per fare aderire viemeglio l'oro alle leghe di rame, coloro che esercitano l'arte di dorare e argentare coi procedimenti elettrogalvanici trovarono conveniente di sottoporre alcuni oggetti all'azione del bagno seguente, prima di passarli al bagno d'oro:

Acqua	litri	10
Azotato di biossido di mercurio .	gr.	10
Acido solforico	»	20

la soluzione dev'essere agitata tutte le volte prima di adoperarla. Gli oggetti, che devono essere dorati o argentati leggiermente, si faranno appena imbiancare in questo bagno, ma quelli che devono esser dorati o argentati fortemente, si procurerà che acquistino un bell'aspetto lucente di mercurio, senza però che si manifestino delle piccole gocciolette, che indicherebbero un eccesso. Compiuta cotesta operazione, si risciacqui in fretta in fretta e si mettano gli oggetti nel bagno galvanico. Si avverta infine, che i vasi per tutti i bagni dell'imbianchimento ecc. devono essere di cristallo, di porcellana o di buon grès di Bretagna: e quando non si adoprano, dovranno essere coperti con lastre di cristallo per impedire la diffusione dei vapori, il sudiciume, ecc.



Fig. 190.



Fig. 191.

Fin qui abbiamo supposto di dorare con oro puro, e servendoci di un anodo che sia anch'esso di oro puro, nel qual caso gli oggetti escono dal bagno con un bel colore, ma siccome tutto ciò che si fabbrica nella oreficeria non è mai di oro puro ma di leghe, che contengono da 750 a 900 per 1000 di peso di oro, essendo il resto la lega di rame o di argento, o di questi due metalli riuniti insieme; ne consegue che ad ottenere il colore di quelle leghe si usa mescolare ai bagni qualche poco di cianuro di rame o di argento e adoprarsi l'anodo di lega pressochè simile a quella degli oggetti da dorarsi, laonde l'aspetto degli oggetti dorati è spesse volte alquanto scuro e disaggradevole.

Per far acquistare ai detti oggetti il vero colore, occorre di strofinarli alla superficie, per mezzo di spazzolini di fili esilissimi di cristallo, se gli oggetti sono delicati, oppure con spazzolini di fili d'ottone sottili e ricotti; tali spazzolini, denominati grattabugie dai mestieranti, sono rappresentati nelle figure 190 e 191, e si adoprano tenendoli immersi nell'acqua, dentro una tinozza munita di traversa e contenente del decotto di liquirizia e dell'aceto alquanto allungato; una tale tinozza ci viene indicata nella figura 192, mentre nella

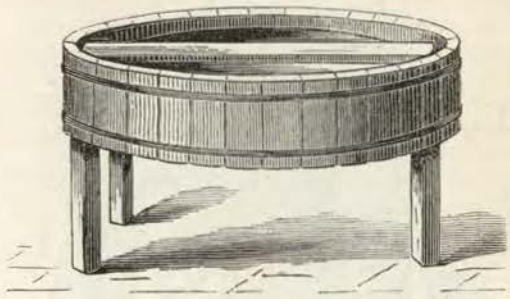


Fig. 192.

fig. 193 si vede un operajo in atto di ripassare colla grattabugia un oggetto dorato. Però, mentre le grattabugie in forma di pennello sono eccellenti, e le sole che si



Fig. 193.

possono adoperare per bassorilievi, statuette ed oggetti ripiegati, o con sottosquadri ecc., esse non offrono il massimo interesse per riguardo alla sollecitudine dell'operazione quando si tratta di ripassare superficie piane e altri corpi di figura abbastanza semplice e regolare, come forchette, manichi da coltelli, cilindri, prismi e via dicendo: la forma più conveniente in questi casi è quella di una grattabugia girevole colla velocità di 600 a 800 giri al minuto. Una tale grattabugia, come è rappresentata dalla fig. 194, si monta sull'asse di un tornio semplice sormontato da una cassa, dalla quale scende a poco a poco il liquido che deve bagnarla; la fig. 195 ci mostra un operajo mentre ripassa oggetti dorati colla grattabugia girante.

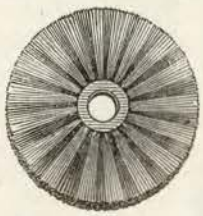


Fig. 194.

Se gli oggetti dorati, o passati alla grattabugia, sono in piccol numero, per asciugarli si gettano dentro una cassetta contenente segatura di legno, ma quando questi siano in gran numero e l'operazione sia continua, come ciò avviene nelle grandi fabbriche, per sollecitare l'asciugamento, si usa una tinozza di legno sospesa con due

corde ad un trave, come vediamo nella fig. 196, e postivi dentro gli oggetti, si scuote gradatamente avanti e indietro nello stesso modo che fanno i fabbricanti di confetture.



Fig. 195.

L'uso delle leghe d'oro nella galvanostegia esige, come nell'oreficeria, che si colorino gli oggetti, e ne indicammo già le formole, il procedimento ed anche il



Fig. 196.

relativo fornello, prima di parlare della doratura degli orologi; ora non avremmo altro da aggiungere su questo argomento, se non che l'operazione della coloritura ha per iscopo di distruggere l'ossido dei metalli meno nobili e di lasciare a nudo una superficie d'oro puro.

L'ultima operazione che [illegible] subire agli oggetti dorati, che non devono rimanere di colore smorto, è la così detta *brunitura*. Per brunitura s'intende, in generale, la operazione che si fa di strofinare con una viva pressione gli oggetti, mediante arnesi levigatissimi fatti di agata, di ematite o di acciajo, ai quali si danno le forme di lancia, di dente canino, di zampa di cervo o qualcun'altra di quelle che noi indichiamo nella fig. 197. La brunitura oltre che comunica agli oggetti una viva lucentezza, rinserra i pori superficiali della materia, così che il pulimento si conserva più lungamente di quello che se fosse fatto col mezzo di polveri fine, come tripoli, rossetto, osso bruciato, o calce, primieramente perchè la materia si approssima meglio, allo stato di continuità, alla superficie degli oggetti, in secondo luogo perchè lo incrudimento che avviene ne impedisce il rapido consumo; vuolsi ancora ritenere, e non a torto, che la brunitura faccia aderire viemeglio i metalli alla superficie del metallo sottostante.

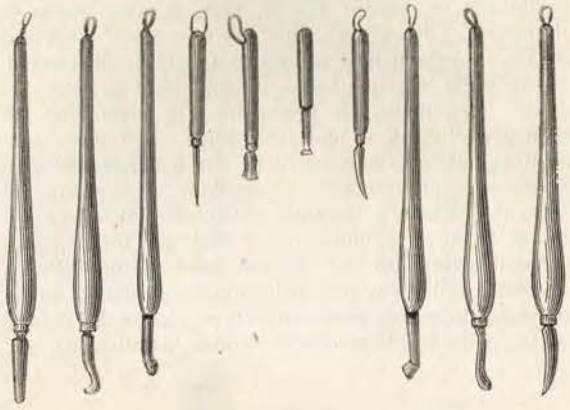


Fig. 197.

Molte delle operazioni, che abbiamo esposto dopo alle formole per la doratura, si fanno anche per ricoprire gli oggetti comuni di ottone o di rame, o di ferro con altri metalli; ma siccome sarebbe lungo e nojoso ripeterle sempre, noi ci dispenseremo da far ciò, se non nel caso in cui vi sia una speciale modificazione da introdurvi, per la riuscita sicura del procedimento.

Argentatura.

Dopo la doratura, che nella galvanostegia tiene il primo posto per l'ordine cronologico, per importanza commerciale e per utilità immediata negli usi civili e domestici, viene seconda l'argentatura, come quella che essendo fatta con metallo pochissimo ossidabile, di un bell'aspetto e di costo relativamente mite, consente ad un gran numero di persone di poter possedere e adoperare quasi giornalmente oggetti di metalli poco costosi, che ne sono ricoperti di uno strato più o meno grosso.

Ruolz è stato il primo che siasi occupato seriamente di questa operazione, e dopo di lui ben piccoli sono i cangiamenti che vi sono stati introdotti. Le difficoltà per preparare il bagno e per argentare sono di gran lunga inferiori a quelle che s'incontrano nella doratura; ed oggi specialmente, che per la fotografia si preparano grandissime quantità di nitrato d'argento e di cianuro di potassio; oggi che vi sono molte fabbriche di prodotti chimici, coloro che si dedicano alla galvanostegia sono

liberi da tante noje, che vi erano pel passato, di dover fare i preparati da sè, la qual cosa, oltre alla maggiore incertezza, richiedeva un tempo, che oggi può esser tutto consacrato alle altre operazioni manuali della propria arte.

L'argentatura si può eseguire sopra un grandissimo numero di metalli e con lievi modificazioni del procedimento: come la doratura, essa può farsi per semplice immersione, e cogli altri mezzi, cioè dello strofinamento ecc.; però l'argentatura galvanica è quella che resiste meglio per una maggiore aderenza e perchè lo strato, potendo farsi grosso quanto si vuole, l'oggetto resta bello per un tempo più lungo. Volendo quindi renderci utili agli specialisti nella molteplicità dei loro lavori di natura diversa, che non possono subire lo stesso modo di lavorazione, cominceremo dall'indicare il bagno di argentatura ad immersione, il quale si forma prendendo:

Acqua stillata	litri	5
Potassa caustica	gr.	160
Bicarbonato di potassa	»	100
Cianuro di potassio	»	60
Nitrato d'argento, fuso	»	20

Si sciolgono le sostanze indicate al principio della formola in 4 litri d'acqua, dentro una marmitta smaltata; e dentro una bottiglia si scioglie il nitrato d'argento in un litro di acqua stillata, che poscia si mescola alla prima soluzione. Quando si vuole argentare se ne prende una piccola porzione, che basti a coprire gli oggetti da argentarsi; si scalda in una capsula, e imbiancati i detti

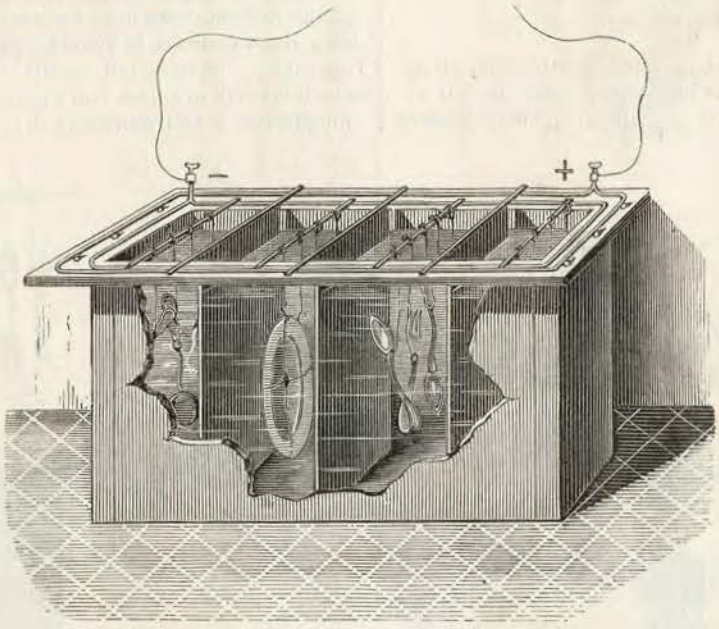


Fig. 198.

oggetti nel modo esposto prima di parlare dell'argentatura, si mettono dentro al bagno caldo e vi si lasciano alcuni secondi, rimuovendoli continuamente con una spatola di legno, e si estraggono quando hanno preso un bel colore bianco smorto. L'argentatura si mette fra i residui, poichè non può servir bene due volte. Se l'argentatura riesce un poco grigia, poco importa, per gli oggetti che devono essere bruniti, poichè lavandoli con sapone e brunendoli acquistano una bianchezza eccezionale.

Per l'utilità che presenta in molti casi sopra oggetti di rame, bronzo e ottone, vogliamo riportare anche la formola seguente:

Acqua ordinaria	litro	1
Nitrato, oppure cloruro d'argento .	gr.	50
Cianuro di potassio	»	300

fatta la dissoluzione di coteste sostanze, vi si aggiunge del bianco di Spagna, o creta finissimamente polverizzata, ed in tal copia da farne una poltiglia assai diluita, che si conserva in boccie chiuse. Per adoprarla si agita la bottiglia, se ne mette un poco sull'oggetto e vi si lascia quasi seccare, poi si strofina con un piccolo piumaccio di tela; se ne aggiunge ancora qualche goccia, si torna a strofinare, e l'oggetto è già argentato.

Volendo preparare da sè una buona argentatura galvanica si procederà in questo modo:

Si prendono 250 grammi di argento puro in granuli e dentro una capsula di porcellana nella quale sianvi 500 grammi di acido nitrico puro a 40°; si fanno discioglière coll'ajuto di un dolce calore sotto un camino, indi si fa cristallizzare: si scioglie di poi in dieci o quindici volte il suo peso d'acqua, e su quella soluzione si versa a poco a poco dell'acido cianidrico (acido prussico) finchè si vede che aggiungendo altre goccie di acido non si forma più precipitato; si filtra quindi il precipitato per sbarazzarlo dal liquido, e si rilava due o tre volte; quel precipitato è il cianuro di argento.

Si disciolgono d'altra parte grammi 500 di cianuro di potassio in 10 litri d'acqua, e, operata la soluzione, vi si discioglie il cianuro d'argento preparato prima; il bagno si filtra ed è pronto.

Per chi non volesse, o non potesse far uso di questo procedimento, potrà adoperare il seguente. Si scioglie

Nitrato d'argento	gr.	150
Acqua	litri	10

si aggiunge a questa soluzione

Cianuro di potassio in polvere . . .	gr.	250

e si agita fino a perfetto scioglimento, indi si filtra.

L'argentatura galvanica si fa ordinariamente a freddo, e non è che per oggetti di poca importanza che, per sollecitare, si ricorre al calore. Se vi sono molti oggetti, e

specialmente se il bagno è caldo, è utile di agitare gli oggetti e il bagno. Le fig. 198, 199 mostrano l'interno di una vasca per l'argentatura a freddo con tre anodi inter-

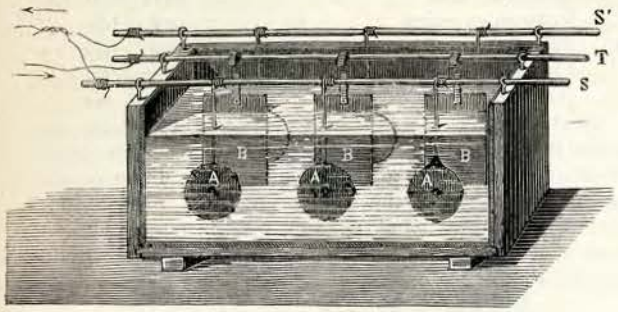


Fig. 199.

posti; la fig. 200 ci fa vedere come si attaccano gli oggetti al conduttore o polo negativo, e nella fig. 201 vediamo di fronte l'anodo di argento, il quale dev'essere sempre in proporzione della superficie da argentarsi. Colla fig. 202 abbiamo rappresentato la puleggia con eccentrico, che scuote lentissimamente gli oggetti che sono immersi nel bagno per essere argentati.

L'argentatura, a pari condizione di superficie, temperatura e distanza fra anodo e catodo (1), esige una corrente elettrica meno energica della doratura: ecco intanto alcune regole che serviranno di norma a chi praticherà coteste manipolazioni. L'anodo annerisce per difetto di cianuro di potassio. Il bagno deve avere la densità da 5 a 15° Baumé. Se l'anodo resta bianchissimo durante il passaggio della corrente, indica che predomina il cianuro, e l'aderenza dell'argentatura è compromessa; il color carnicino chiaro indica la miglior condizione del bagno.

Allorchè si eseguisce l'argentatura su vasta scala ed in oggetti di forma costante è bene servirsi di una bilancia detta argirometrica, la quale ha per iscopo di avvertire l'operatore, che su quegli oggetti si è depositato un peso determinato di argento. Nel grande stabilimento di Galvanoplastica e Galvanostegia di C. Cristofle (morto nel

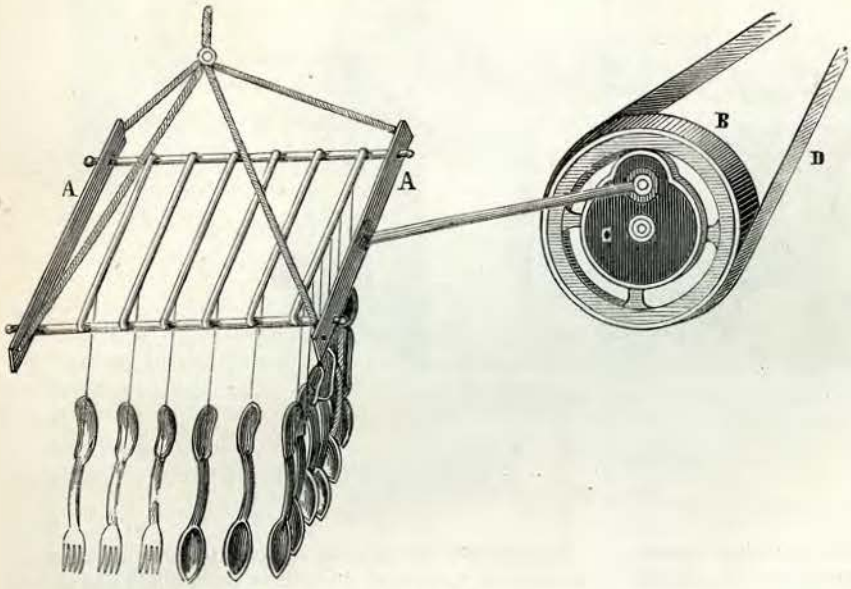


Fig. 202.

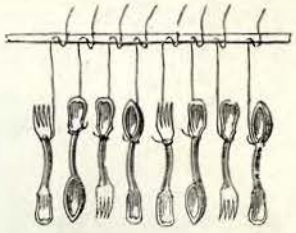


Fig. 200.

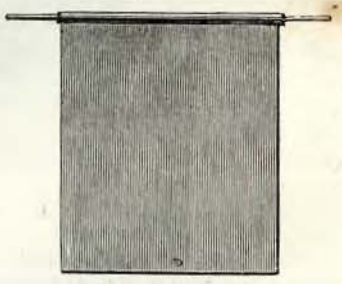


Fig. 201.

1863), si deposita annualmente su metalli ignobili oltre 50,000 chilogr. d'argento, e questo metodo è adoperato vantaggiosamente per aver un prodotto uniforme, che nel commercio è venduto sempre allo stesso prezzo.

Volendo ottenere oggetti argentati con lucentezza, invece che di superficie smorta, come ha luogo comunemente, basta aggiungere alla soluzione galvanica, che abbiamo indicato, pochissime goccie di solfuro di carbonio; questa aggiunta ci dispenserà di ricorrere alla operazione lunga e nojosa della brunitura del procedimento meccanico, che abbiamo indicato parlando della doratura; però è necessario che gli oggetti abbiano già ricevuto il voluto grado di lucentezza e non vi si può depositare che uno strato relativamente leggero di argento.

Quando si adopera un anodo di argento con lega, come appunto la contengono tutte le monete e tutti gli oggetti di commercio, talvolta occorre di colorire gli oggetti che non avessero conservato nel bagno quella tinta lattea, che è speciale all'argento; per fare cotesta operazione, basta prendere del borace, pestarlo, farne una poltiglia densa, e con un pennello pulitissimo ricoprirne l'oggetto, indi metterlo su carboni ardenti: e quando si è calcinato, immergere il pezzo in un bagno contenente da 5 a 15 per % di acido solforico in acqua comune.

Per ritirare l'argento dai bagni vecchi di argentatura si può ricorrere ai metodi di Elsner o di Bolley, ma quello del nostro Selmi, che si trova descritto nelle migliori opere di elettrometallurgia, è preferibile.

Ramatura.

Se vi ha un metallo che abbia un'importanza grandissima nella galvanostegia è certamente il rame, poichè quantunque assai diffuso in natura e perciò di poco prezzo, nondimeno ha pregi grandissimi inquantochè esso serve di utilissimo ausiliare nel rivestimento di molti metalli, i quali non avendo un'affinità abbastanza spiccata per l'oro e per l'argento, quando cotesti debbano ricoprirli

(1) Si chiama *catodo* l'oggetto che si riveste di un altro metallo, *anodo* la piastra di metallo che mantiene il bagno ad una densità costante.

si suol prima depositarvi un leggero strato di rame; ognuno sa poi che il rame è abbastanza pronto ad ossidarsi. Ma il suo ossido serve quasi di scudo protettore al metallo sottoposto, per impedirne una ulteriore ossidazione. Volendo quindi proteggere candelabri, vasche, ornati, balaustre ed altri oggetti, che per economia soglionsi fare *di ghisa*, la quale ha il grave difetto di deteriorarsi rapidamente e progressivamente agli agenti atmosferici, se non è protetta con vernici grasse, o con ramatura; quest'ultimo mezzo in molti casi è preferito come quello che comunica agli oggetti, che vi furono sottoposti, un aspetto più ricco ed artistico, che per la nostra educazione non sappiamo trovare negli oggetti, che ci rivelano la loro origine siderurgica.

Una soluzione di solfato di rame è sufficiente per il rivestimento dei metalli, che non sono attaccati da questa soluzione, nondimeno tanto per quelli che per altri è preferibile il bagno seguente, che si può adoperare tanto a freddo che a caldo:

Acqua	litri 10
Acetato di rame	gr. 200
Carbonato di soda	» 200
Bisolfito di soda	» 200
Cianuro di potassio	» 200



Fig. 203.



Fig. 202.

Se il cianuro di potassio è di qualità eccellente, la formola indicata serve alla generalità dei casi, ma siccome spesso non è possibile di averlo quale si desidera, indichiamo le formole che s'adattano ai bisogni speciali.

Bagno per ramare ferro e acciajo:

Acqua	litri 25
Bisolfito di soda	gr. 500
Cianuro di potassio	» 500
Carbonato di soda	» 1000
Acetato di rame	» 475
Ammoniaca	» 350

Per lo stagno, la ghisa e grandi oggetti di zinco si presta bene la formola seguente:

Acqua	litri 25
Cianuro di potassio	gr. 500
Acetato di rame	» 350
Ammoniaca	» 200
Bisolfito di soda	» 300

Finalmente per i piccoli oggetti di zinco che si ramano su colatojo, e quasi alla temperatura dell'acqua bollente è consigliato il bagno qui appresso:

Acqua	litri 25
Cianuro di potassio	gr. 700
Bisolfito di soda	» 100
Acetato di rame	» 450
Ammoniaca	» 150

Per preparare questi bagni si fanno disciogliere in 20 litri d'acqua i diversi sali, eccettuato l'acetato di rame, che si scioglie insieme all'ammoniaca in 5 litri d'acqua. Si mescolano le due soluzioni ed il bagno è già pronto.

È inutile ripetere che gli oggetti da ramarsi devono essere sgrassati e imbiancati nel modo noto. Per la ramatura a freddo servono le tinozze ordinarie di legno incatramato, o le casse rivestite di guttaperca; per la ramatura a caldo necessitano grandi vasi di porcellana o di ferro smaltato; quest'ultimo mezzo è preferibile per gli oggetti che s'imbiancano male e che si finiscono di sgrassare bene nel bagno caldo; i piccoli oggetti si ramano

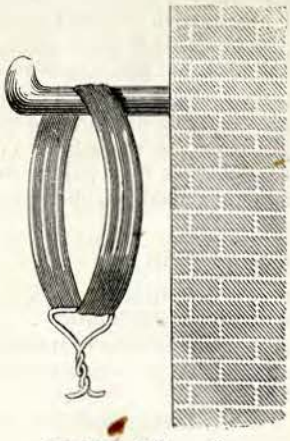


Fig. 205.

dentro a colatoi di rame attaccati al polo negativo della pila, mentre l'anodo sta immerso nel bagno e si ha cura di rimuovere continuamente gli oggetti nel colatojo.

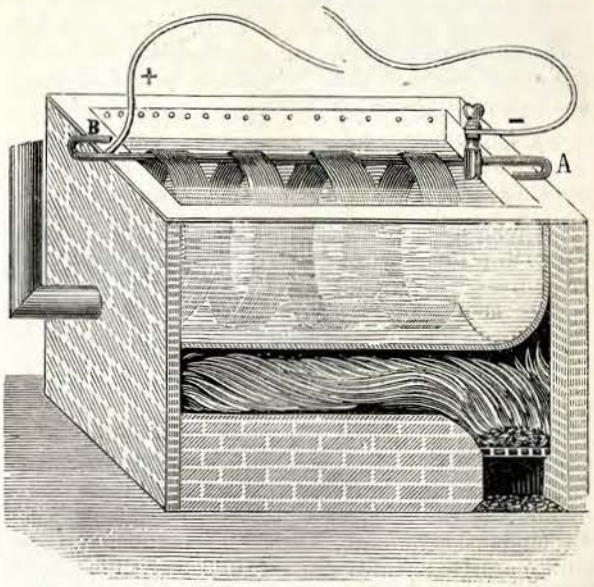


Fig. 206.

La ramatura delle matasse di filo di ferro col quale si preparano le molle per letti ed altri simili oggetti si prepara nel modo seguente. Si prendono le matasse di filo, che quando provengono dalla fabbrica presentano l'aspetto che noi riscontriamo nella fig. 203, si slegano, si allontanano i fili a un dipresso come ci viene rappresentato colla fig. 204, avendo l'avvertenza di legarne assieme le due estremità, quindi s'imbiancano in una soluzione diluitissima di acido solforico; poscia sospesa ad un cavicchio grosso di legno, come si vede nella fig. 205, con una spazzola ruvida e della sabbia fina inumidita si strofina

ben bene e si risciacqua e, finalmente, si dispone nel bagno dentro all'apparato fig. 206, per essere ramato.

Per gli oggetti che si ramano a freddo serve bene l'apparato fig. 171. I bagni ora indicati servono bene, ma non si può negare che non abbiano un prezzo relativamente elevato, e che l'evaporazione abbondante del cianogene sia alquanto molesta. Per ovviare a questi due sensibili difetti Weil inventò già da quasi 20 anni un procedimento, che in gran parte forma ancora un mistero, sebbene dagli attestati di privativa da lui acquistati risulti che egli adopra degli acidi organici in un bagno fortemente alcalino; il suo procedimento serve in special modo per la ghisa, e siccome questa branca della galvanostegia estende di giorno in giorno le sue applicazioni, sarebbe cosa utilissima che qualcuno dei nostri abili specialisti di galvanoplastica o di galvanostegia si desse a rintracciare un metodo analogo, che pagherebbe bene le spese degli studi.

Ecco la formola di Weil:

Solfato di rame cristallizzato . . .	gr.	350
Sale di Seignette cristallizzato . .	»	1500
Soda caustica alla calce, che contenga da 50 a 60 per 100 di soda libera .	»	800

Platinazione.

La platinazione è una delle operazioni più difficili della galvanostegia; nondimeno le difficoltà vanno scemando coll'aumentare delle cure che vi si prestano. Per riuscire è indispensabile preparare il bagno, sciogliendo il cloruro di platino in un sale a reazione alcalina, neutra, o anche acida, ma fra questi si devono eccettuare i cianuri e i solfiti, compresi quelli di soda. Il bagno seguente agisce bene coll'azione contemporanea della pila e del calore, che dovrà essere di circa 70° quando basta di ottenere uno strato sottilissimo di platino.

Acqua stillata	gr.	1000
Carbonato di soda	»	400
Cloruro neutro di platino	»	10

Allorchè si voglia depositare uno strato più o meno grosso di platino, bisogna ricorrere al procedimento seguente:

Si prende il cloruro neutro di platino risultante dall'operazione fatta, adoperando 10 gr. di platino in ritagli finissimi, 150 gr. di acido cloridrico e 100 gr. di acido nitrico; al detto cloruro vi si aggiungano 500 gr. d'acqua e si filtra.

In un'altra bottiglia si fanno disciogliere in 500 gr. di acqua 100 gr. di fosfato ammonico, quindi si mescolano le due soluzioni, e tosto si forma un abbondante precipitato di fosfato ammonico platinico, che galleggia sovra un liquido aranciato. Avendo precedentemente preparato a parte un'altra soluzione di 500 gr. di fosfato di soda in un litro d'acqua, si versa a poco a poco dentro al liquido precedente, che contiene il precipitato, e si agita continuamente, indi si riscalda tutto il liquido alla ebollizione, avendo l'avvertenza di tenerlo sempre allo stesso livello coll'aggiungere tant'acqua quanta se ne evapora; si attende che si evapori tutta l'ammoniaca e si riveli nel liquido la reazione acida, che si riconosce coll'immergervi una striscia di carta di tornasole, la quale diventa rossa: e fra tanto si osserva che il liquido è divenuto incoloro. Quel liquido è divenuto atto a funzionare bene sotto l'azione contemporanea del calore e di una pila sufficientemente energica.

Bisogna aver cura di non immergere nel bagno alcun oggetto di strumento di zinco, di piombo, di ferro o di stagno perchè cotesti metalli precipiterebbero tutto il platino in stato di polvere nera. Il platino deposto galvanicamente è durissimo, e se è smorto, non può acquistare lucentezza alla solita spazzola d'ottone; però vi si riesce colla polvere finissima di pomice. Gli oggetti che devono esser lucidi, è preferibile di brunirli prima di metterli nel bagno e di ripassarli poscia con un poco di rossetto inglese ed una pelle.

Nicheliatura.

La lucentezza quasi argentea del nichel, la difficoltà di offuscarsi nell'aria atmosferica, la sua resistenza allo strofinamento, fecero pensare da gran tempo alla utilizzazione di cotesto metallo nella galvanostegia, ma non fu che in questi ultimi anni che le formole poterono esser ridotte a sufficiente semplicità e sicurezza di riuscita. Il procedimento indicato qui appresso ci ha dato risultanze migliori di altri sottoposti alla prova.

Si prende:

Acqua stillata	gr.	1000
Solfato doppio di nichel ed ammonio	»	60
Acido citrico cristallizzato . . .	»	8
Ammoniaca (quanto occorre per neutralizzare il bagno).		

Per preparare cotesta soluzione si scioglie nell'acqua il solfato di nichel polverizzato, agitandolo continuamente, indi vi s'aggiunge l'acido citrico, e quando il tutto sia disciolto, si prova colla carta di tornasole, e nel caso quasi certo, che il bagno riveli acidità, a goccie a goccie vi si versa dell'ammoniaca, agitando vivamente il liquido, e provandolo frequentemente colla carta di tornasole, finchè si vede sparire l'acidità; allora si prova pure colla carta di laccamuffa per accertarsi che non sia visibilmente alcalino, poichè una sensibile alcalinità comunica al bel bagno smeraldo, che prima si era ottenuto, una tinta azzurrognola e la nicheliatura riesce scura, con assai minore lucentezza metallica.

La nicheliatura si può fare, avendo per anodo una lastra di platino, oppure una piastra di nichel, ed in questo caso il bagno conserva costantemente la sua composizione. La corrente necessaria, per nicheliare, deve essere circa sei volte più energica di quel che occorrerebbe per dorare uguale superficie. In generale si adoprano i bagni freddi, ma si può adoperarli anche tiepidi per accelerare l'operazione, e si vede anche per ottenere migliori risultanze.

Per dare agli oggetti nicheliati tutta la lucentezza metallica possibile, è necessario che essi abbiano ricevuto precedentemente il migliore pulimento, e dopo che sono nicheliati, si strofineranno con una pelle cosparsa di una poltiglia di tripoli, acqua e glicerina, oppure, di calcina, od infine di rossetto inglese, anzi molto vantaggiosamente si fa uso delle spazzole giranti, indicate per ripulire gli oggetti dorati.

Prima d'immergere gli oggetti nel bagno di nichelio, è necessario di togliere loro le minime traccie di untuosità, lavandoli in una soluzione concentrata e calda di potassa caustica, oppure in alcool rettificato, e risciacquarli poscia in acqua limpidissima.

Vista poi l'importanza odierna della nicheliatura, riportiamo due formole pubblicate recentemente, che si dicono assai vantaggiose, ma che noi non avemmo ancora il tempo di sottoporre all'esperimento:

Solfato di nichel	gr.	124
Citrato di nichel	»	94
Acido benzoico	»	30
Acqua	»	4000

oppure:

Solfato di nichel	gr.	93
Citrato di nichel	»	93
Benzoato di nichel	»	30
Acido benzoico	»	10
Acqua	»	4000

Antimoniatura.

Nella diversità delle tinte richieste dall' industria nella infinita varietà degli oggetti di metallo, che occorrono negli usi domestici, e specialmente per quelli che più o meno direttamente servono alla decorazione, la tinta particolare prodotta da alcuni sali di antimonio sottoposti alla corrente elettrica, da qualche anno ha preso una certa voga, e merita di esser annoverata nelle diverse operazioni dell'arte di rivestire i metalli comuni con altri metalli, mediante la corrente elettrica.

Il colore degli oggetti, ricoperti di antimonio, richiama quello della ghisa pulita, ma si può ottenere il nero e l'ossidato, ed in ogni caso, cotesto rivestimento è assai più economico di quello ottenuto col platino.

Per l'antimoniatura si prepara il bagno, facendo bollire per circa un'ora dentro un calderotto di ferro smaltato:

Acqua	litri	10
Carbonato di soda	gr.	2000
Solfuro d'antimonio in polvere fina	»	500

Si passa attraverso una pezza di tela fina la soluzione bollente, la quale, nel raffreddarsi, abbandona una polvere giallo-rossastra che è il kermes, ossia solfuro d'antimonio.

Si fa bollire di nuovo questa polvere col liquido che la ricopre, e colla soluzione, che ne risulta, si fa l'antimoniatura al calore dell'ebollizione. Per anodo si può adoprare una piastra d'antimonio, o una lamina sottile di platino.

Cobalto.

La lucentezza di codesto metallo, la sua durezza che è superiore a quella del ferro e del nichel, la difficoltà che prova ad ossidarsi, già da molti anni indietro aveva sedotto i cultori della galvanostegia ad applicarlo in alcuni casi speciali, ma le prime operazioni tentate mediante il suo cloruro, unito al cianuro di potassio, non avendo dato ottimo successo, furono interrotte le prove colle quali si sarebbe certamente riusciti, come difatti ha avuto la fortuna di riuscire il sig. Gaiffe, costruttore di apparati elettrici in Parigi, il quale nel luglio 1878 sottopose alcuni saggi di cobaltazione e il suo procedimento alla Accademia delle Scienze, che lo pubblicava tosto nei suoi *Comptes-rendus* dello stesso mese. Secondo il prelodato autore, la cobaltazione si fa con una soluzione neutra di solfato di cobalto e ammoniaca, circa nelle proporzioni del bagno per nicheliare; però questo bagno non esige tante altre cure come quello; l'anodo può essere una lastrina di platino, ma è preferibile una piastra di cobalto fuso o battuto. Per ottenere un deposito bianco e aderente, occorre da principio una forza elettromotrice di circa 6 unità dell' associazione britannica, e quando tutta la superficie è ricoperta, bastano 3 unità. Il deposito si effettua press' a poco nella stessa quantità del nichel; vale a dire che in quattro ore raggiunge una grossezza di mill. 0.025, e per avere un deposito regolarissimo è necessario collegare gli oggetti da cobaltizzarsi prima di immergerli nel bagno, altrimenti si producono delle irregolarità, che non scompajono che col ricominciare l'operazione. La cobaltazione si mostra utilissima specialmente per rivestire le incisioni in rame, le parti diverse degli strumenti di fisica, ecc., però è attaccata anche dagli acidi deboli. La pulitura si fa nel modo indicato per gli oggetti nicheliati.

Acciajazione.

Le incisioni sopra lastre di rame, come pure le matrici di rame, ottenute sopra le incisioni originali sul bossolo o sull'olivo, hanno l'inconveniente, che dopo la tiratura di un gran numero di copie perdono quella freschezza dei tratti, che si osserva nelle prime copie. Fin dai primordii della galvanoplastica si tentarono la riproduzione delle incisioni sopra lastre di acciajo o l'incisione diretta su piastre d'acciajo, ed infine la produzione e la riproduzione rapida delle incisioni: ma di tutti i procedimenti proposti, di alcuni dei quali ancora faremo cenno a suo tempo in questo articolo, nessuno offre tanto vantaggio quanto quello dell' acciajazione, che si presta mirabilmente per le incisioni artistiche, e ne facilita quanto mai si voglia la diffusione. Il detto procedimento consiste nel depositare uno strato debolissimo di ferro sulla piastra di rame, e siccome il ferro deposto galvanicamente presenta una durezza pari a quella dell'acciajo e sembra anche un poco superiore a quello, fu denominata *acciajazione.*

Diversi sono i bagni che furono proposti allo scopo ora indicato; ma essi hanno l'inconveniente di ossidarsi rapidamente, e lo strato di ferro non riesce bello ed uniforme. Noi indicheremo i due che furono trovati migliori, non senza ricordare che il procedimento dell'acciajazione, che da alcuni vuolsi attribuire ad autore ignoto inglese, sembra dovuto al sig. Garnier, che ne prese privativa nel luglio 1857.

Secondo quell'inventore, per l'acciajazione basta preparare una soluzione di gr. 100 di sale ammoniaco in 1000 di acqua, e dopochè la piastra incisa di rame sia stata bene sgrassata colla potassa e risciacquata ripetutamente con acqua pura, si attacca al reoforo congiunto col polo negativo dell'elettromotore; e al polo positivo si attacca una piastra di ferro, quindi, allorchè tutto è immerso nel bagno, l'anodo di ferro è attaccato dalla soluzione salina col sussidio della corrente elettrica, la quale trasforma il bagno in cloruro di ferro ammoniacale, e decomposto a sua volta, giacchè il ferro si deposita sulla lastra di rame, che in brevissimo tempo diventa bianca. Mezz'ora di azione elettrica è sufficiente a produrre uno strato resistente di ferro, che, come si disse, è più duro dell'acciajo.

Lavata e seccata la piastra, è pronta per la tiratura, e quando siansi tirate parecchie centinaja di copie, se la piastra di rame comincia a rosseggiare qua e là, prima si sgrassa, indi passata ad un bagno contenente 5 parti di acido nitrico per 95 di acqua, il ferro scompare tutto rapidamente, e quindi risciacquata, non resta che a rimetterla nel bagno indicato; procedendo in questa guisa, la durata di una piastra incisa è quasi infinita.

Un altro bagno assai buono per l'acciajazione si prepara facendo bollire alquanto lungamente una soluzione di sale ammoniaco con della limatura di ferro. A cotesto bagno, che si dice di debole azione, si attribuisce una passività o inossidabilità rimarchevole dello strato di ferro, che con esso si ottiene in unione alla corrente elettrica.

Ciò che abbiamo detto per molti metalli similmente si può ripetere per altri, inquantochè si possono deporre elettricamente il piombo, lo stagno, lo zinco, il cadmio; ma siccome questi metalli si fondono a bassa temperatura e fusi aderiscono bene agli altri metalli e leghe, si è trovato che è più economico seguire il vecchio sistema, anche perchè essi richiedono una gran quantità

di elettricità per essere depositati, ed il rivestimento che si ottiene non offre alcun vantaggio su quello fatto dal fuoco. Volendo quindi passare ad un'altra parte della elettrometallurgia, ci limiteremo a ricordare che nel caso in cui si volesse dare alle superfici di rame, di bronzo o di ottone l'aspetto degli oggetti antichi, si potrà ricorrere ad una delle seguenti formole.

Per l'ossidazione delle medaglie.

Si fa una pasta diluita con acqua, piombaggine e pietra sanguigna e con pennello si stende sull'oggetto; si scalda il pezzo fortemente, indi quando è freddo si strofina in tutti i sensi con una spazzola semidolce, che si passa sovente sopra un pezzo di cera vergine e tosto sul miscuglio di piombaggine e pietra sanguigna; indi si deve strofinare di nuovo.

Un altro buon metodo consiste nell'immergere le medaglie in una soluzione di percloruro di ferro e ipernitrato di ferro, riscaldando fino a che i sali siansi disseccati: finalmente si strofina colla spazzola leggermente incerata, come dicemmo dianzi.

Per ossidare ad imitazione del bronzo antico.

Si prende:

Aceto ordinario	gr.	200
Cloridrato ammonico (sale ammoniaco)	»	30
Sale da cucina	»	10
Cremor di tartaro	»	10

Si aggiunge, se vuolsi, un poco d'acqua, si sciolgono i sali e con un pennello si bagnano gli oggetti, i quali devono essere perfettamente sgrassati e si lasciano a sè per 24 ore o più, quindi si spazzolano, si ritoccano qua e là colla stessa soluzione, se occorre. Certe parti che figurano meglio, se sono oscure, si possono bagnare leggermente con carbonato ammonico.

Cap. 4. — Metallocromia.

Il meraviglioso fenomeno dell'arcobaleno, conosciuto fin dalle epoche preistoriche, i bei colori dell'iride che al mattino, durante la stagione estiva, si osservano nelle goccie di rugiada condensata sulle foglie delle piante, la refrazione della luce e la vivezza dei colori, che presentano le pietre preziose, e i cristalli, hanno sempre destato nella mente umana il vivo desiderio di poter produrre e fissare stabilmente quei colori nei corpi che ci circondano e dei quali ci serviamo negli usi della vita.

La varia colorazione, che si produce sopra una superficie levigata e pulita, di ferro o di acciajo, allorchè passa gradatamente dalla temperatura di 220° a 340°, è un fenomeno, che deve essere stato conosciuto fino dall'epoca dei primi lavoratori del ferro; ma probabilmente l'uso di quei colori, come cosa ornamentale, o come criterio del grado di durezza della tempera dell'acciajo, forse sono applicazioni dei tempi moderni.

La varietà e ricchezza delle tinte che si producono collo scaldamento del ferro, è inferiore a quella dello spettro solare, prodotto dal prisma di vetro, attraversato dai raggi solari; nè vi ha finora alcun altro metallo, che sotto l'azione del calore ne produca di uguali a quelle del ferro, sebbene la sua scala manchi del rosso e del verde: l'ottone e il bronzo qualche volta presentano dopo alla fusione alcuni bei colori, ma sono ancora in minor numero, e direi anche meno vivaci di quelli dell'acciajo, ridotto a superficie levigata e riflettente, forse perchè la superficie rugosa diffonde troppo irregolarmente la luce, invece di rifletterla in gran copia come una lastra speculare d'acciajo. Il fenomeno di cotesta colorazione è dovuto ad uno strato esilissimo più o meno grosso di ossido di ferro, il quale appunto cangia di colore colla spessezza.

Fin dal 1826, il chiarissimo fisico italiano Nobili scoprì un nuovo fenomeno elettro-chimico, cioè quello che oggi è la base di un'arte nuova, detta *elettrocromia*, e che egli avea denominato *nuove apparenze elettro-chimiche*. Consisteva quel fenomeno nella produzione di alcuni vividi colori, disposti circolarmente in forme di anelli concentrici, che hanno luogo allorchè si fa agire un reoforo di filo di platino acuminato, congiunto ad un polo della pila, ed immerso a circa 3 mm. di distanza dal fondo di un piattello metallico ben pulito, dentro al quale si è versato una soluzione salina metallica, o di qualche liquido organico. Al cangiare della soluzione, o della natura del metallo del piattello, o semplicemente coll'invertire la polarità di esso e del filo sovrastante, avvengono cangiamenti nelle tinte, nella loro posizione, intensità, ecc. Tre Memorie interessanti di quel valentissimo nostro fisico al quale la scienza è debitrice di belle scoperte, ci rendono informati dei varii studii eseguiti su questo soggetto, ma è deplorevole, che sia rimasto ignorato il procedimento col quale egli produsse i bei lavori a disegno, che ancora si ammirano nel gabinetto di fisica del Regio Museo di Firenze, ove egli era pubblico docente. Cotesti colori son dovuti anch'essi ad ossidi metallici, generati mediante la corrente elettrica.

Verso il 1843 il Becquerel riprese gli studii di Nobili e riuscì a migliorare i suoi procedimenti, perchè, oltre all'ottenere una maggiore stabilità nelle tinte, gli fu possibile impartire una tinta uniforme a superfici relativamente estese.

Per raggiungere questo scopo, egli preparava una soluzione di

Potassa caustica	gr.	400
Protossido di piombo (o anche litargirio)	»	125
Acqua	litri	1

Faceva bollire per 10 minuti in un matraccio a collo stretto per impedire, per quanto era possibile, il contatto dell'aria; poi freddato il liquido, lo decantava serbando il residuo, che poteva servire per un'altra volta. Il liquido veniva poi addizionato di acqua, finchè marcava circa 25° dell'areometro Baumé, che era la densità più conveniente per ottenere dei bei colori. Versava quindi il liquido entro un vaso poroso, nel quale si poneva il metallo da colorare dopo averlo pulito con uno dei noti mezzi. Il vaso poroso veniva immerso in una soluzione contenente 1/20 di acido nitrico; una piastra di metallo, immersa in questo liquido, comunicava col polo negativo di una batteria a corrente costante, mentre il polo positivo comunicava col metallo da colorare. Il deposito ottenuto era del piombato di potassa.

Per ottenere i colori con ossido di ferro si serviva di una soluzione di protosolfato di ferro e dell'ammoniaca, togliendo da detta soluzione l'aria che vi era disciolta, e che tenderebbe a decomporla, mediante il vuoto ottenuto colla macchina pneumatica, e conservando questa e le altre soluzioni in boccie di cristallo ripiene fino al collo e ben chiuse con tappo smerigliato.

I colori ottenuti col procedimento nel quale entra il piombo, sbiadiscono col tempo nell'aria atmosferica e specialmente sotto l'azione dei vapori di acidi e dell'ammoniaca: per impedire quest'effetto Becquerel li ricopriva di uno strato di olio di lino cotto colla ebollizione prolungata di due ore, mettendo:

Olio di lino	gr.	500
Litargirio	»	10
Solfato di zinco	»	2

Se il liquido riusciva troppo denso, aggiungeva dell'acqua ragia purificata da ogni traccia di acido, facendola bollire con del litargirio.

Un lungo periodo di tempo è trascorso dall'epoca nella quale Becquerel fece i suoi studii, e l'applicazione di essi alle arti, poichè non fu che in questi ultimi anni che si cercò di trarne partito primieramente nella piccola orologeria, per la colorazione delle teste delle viti e di altre parti, e più recentemente ancora vedemmo tentare l'applicazione della elettrocromia agli usi domestici, e molti dei nostri cortesi lettori avranno già visto al pari di noi dei campanelli da tavolo, dei calamai, dei sopramobili, dei bottoni per vesti da signore, ornati con colori vivaci, con iridescenze, con superficie variopinte, nelle quali non è possibile rintracciare le irregolarità del pennello, nè la grossezza dello strato di materia colorata. Buona parte di quegli oggetti sono preparati colla soluzione di piombo, che abbiamo indicato, ed altri con qualche altra formola che riporteremo.

Cominciamo dalle applicazioni fatte alla orologeria. Si pulimentano i pezzi d'acciajo coi soliti procedimenti meccanici, coi quali si ottengono le superfici speculari; indi si sgrassano in una soluzione di potassa, o meglio ancora in una soluzione alcoolica di potassa, poi si risciacquano in acqua; comunque si faccia, non si debbono più toccare colle dita. Supponiamo che si tratti di viti: si prende un disco di metallo con tanti piccoli fori, nei quali s'introdurranno le viti, e quando sia pieno, si mette in un vaso di metallo profondo circa 8 centimetri, avvertendo di mettervi qualche piedino isolante, che lo tenga discosto dal fondo circa 3 centimetri, e ci si versa tanto liquido piombico, che sovrasti circa 2 centimetri e non più, altrimenti non si potrebbe giudicare bene del giusto punto di colore al quale si vuol sospendere l'operazione: il vaso comunica con un polo della pila di 4 o 5 copie Daniell, e il disco coll'altro polo della pila. Si può anche adoperare un vaso di vetro, riunire il disco con un polo e passeggiare l'altro polo alla superfice del liquido: dopo sei secondi si vedono comparire le prime tinte, quindi vengono il giallo e il rosso: quando compariscono di questo colore nel bagno, esse sono color di viola, quando sono fuori di esso ed asciugate. Bisogna quindi fare un poco di pratica per conoscere i colori effettivi che avranno nell'aria, in relazione a quelli che mostrano nel bagno, ma questa è facilissima a farsi. In un tempo che varia da 10 a 50 secondi la graduazione delle tinte si ottiene interamente, quindi bisogna stare attenti per fermarsi a tempo opportuno. Gli oggetti colorati si lavano in acqua pura bollente per togliere la potassa, si asciugano con carta bibula e poi sopra una piastra di ferro scaldata a circa 100°. Ciò che abbiamo detto per le viti servirà di norma per altri simili oggetti.

Se la pila è troppo energica, si vedono le bolle di gas svilupparsi sugli elettrodi, le tinte diventano brutte, gli elettrodi si coprono di piombo, e per riuscire bisogna ripulire gli oggetti e ricominciare.

Se l'oggetto da colorarsi è troppo esteso, non cangia colore: bisogna perciò immergerlo parzialmente e proseguire l'immersione quando sia giunto al colore voluto: quest'effetto è più sensibile se il bagno è stanco, in questo caso gioverebbe adoperare un elettrodo con diverse punte.

Un bagno nuovo è soggetto a dare delle sfumature, e perciò si dovrà sempre elettrolizzarlo, ossia adoperarlo un poco inutilmente sopra oggetti qualsiansi, prima di adoperarlo a fare una operazione buona.

Il modo migliore per riuscire nella elettrocromia è di invertire i poli rispetto alle operazioni di galvanoplastica e di galvanostegia. L'elettrodo mobile, che si passeggia sul liquido, può essere di ferro, anzichè di platino.

Per riprodurre degli oggetti con superfice di rame iridescente il sig. Weil di Parigi, specialmente per il ferro e per l'acciajo, dapprima li immerge in una soluzione alcalina leggermente ammoniacale, strofinandoli con una spazzola dura; poscia s'immergono come elettrodo in un bagno formato nel modo seguente.

Si prende:

Solfato di rame	gr. 35
Acqua	» 350

e si fa precipitare il rame allo stato di ossido, versandovi della soda caustica: allora si piglia l'ossido di rame ottenuto e si mescola con 150 grammi di sale *de la Rochelle*, ossia tartrosodico, e si scioglie in un litro d'acqua e quindi vi si aggiungono 60 gr. di una soluzione di soda caustica a 78 per 100 di tenore alcalino. Si filtra nell'amianto e il bagno è pronto.

Se durante le successive operazioni il bagno s'impoverisce, la qual cosa si riconosce facilmente dalla lentezza di azione, si deve rinforzare coll'aggiunta di ossido di rame, preparato come abbiamo detto dianzi.

Cap. 5. — Galvanografia ed incisione elettrica.

Quel potente bisogno, che l'uomo sente continuamente di manifestare agli altri i suoi bisogni, le sue idee, i mille pensieri, che si agitano senza tregua nell'animo suo, e gli intimi suoi sentimenti, crearono già fin dalla sua apparizione sulla terra la lingua parlata. Acquistato dipoi un certo grado di civiltà, trovò il modo di esprimere con segni convenzionali ogni sua idea.

Questo però non poteva bastare, inquantochè nè colle parole, nè coi segni delle diverse lingue scritte, non è possibile dare un'immagine fedele della natura. Il disegno prima, poscia la pittura e la scultura servirono a rappresentare le cose naturali, all'adornamento dei templi, delle reggie, dei palazzi sontuosi, a tramandare ai posteri le immagini delle divinità, le azioni degli eroi, i fatti segnalati della storia dei popoli; e tutto ciò a decoro, a diletto e ad ammaestramento dell'umanità.

Non parleremo della incisione su pietre dure, che era nota agli antichi e nella quale gli Egizii e specialmente gli Etruschi moltissimo si distinsero, ma ci riferiremo in particolare modo a quel genere d'incisione che, nata poco prima della stampa (1423), raggiunse un notevole progresso per opera di Alberto Dürer e Marco Antonio, che fecero i loro lavori sul legno. Maso Finiguerra e Simon iniziarono dipoi due nuovi procedimenti, coi quali l'incisione ha toccato in questo secolo il più alto grado di perfezione. Però siccome il lavoro sui metalli procedeva lentamente, ed era costosissimo, pare che dapprima per iniziamento dello stesso Dürer e più tardi del Perckins, del Fairmann, si tentassero diversi procedimenti chimici, i quali sono più economici della vera incisione; ma sono ben lungi dall'acconsentire a che si ottenga tanta mollezza d'intonazione, tanta forza, insomma tanta precisione quanto colla incisione a mano.

La litografia più tardi e l'incisione litografica; quindi la galvanografia, la glifografia, l'incisione elettrica e ultimamente la eliotipia, la folitografia, la zincotipia, la fotoincisione si sono contrastate e si contrastano tuttora colla xilografia, il vasto campo delle diverse applicazioni. Troppo difficile sarebbe il còmpito di dire a quali usi l'una risponda meglio dell'altra, quale di esse abbia la più estesa potenza di applicazione, quale sia più economica e la migliore nel tempo stesso: l'incessante lotta, nella quale vivono attualmente gl'industriali, le man-

tiene pressochè tutte in vita, e dalla speciale loro abilità si ripetono spesso il successo e l'estensione delle applicazioni sempre crescenti alle scienze ed alle industrie.

Dovendo pertanto tacere di tutte quelle specie di produzioni d'immagini per le quali non intervenne il concorso della corrente elettrica, ci riferiremo specialmente ai pochi procedimenti elettro-chimici.

La galvanografia, immaginata dal Principe di Leuchtenberg verso al 1840, sembra che sia il primo procedimento galvanico, che è stato proposto in sostituzione alle incisioni col bulino sul rame e sull'acciajo. Fra i vantaggi che presenta cotesto sistema, devono notarsi quello di poter disegnare a dritto sulla piastra metallica, e di poter fare le correzioni necessarie senza sciupare la piastra; il procedimento col quale si raggiungono cotesti risultati è fondato sul fatto che i depositi galvanici si fanno unicamente sulle superfici conduttrici.

Con un miscuglio di trementina, gomma lacca, nerofumo e benzina si forma una specie d'inchiostro sufficientemente denso, col quale si può disegnare a tratti abbastanza fini sopra una lastra levigata di rame, intorno alla quale si lascia un margine sufficiente, cioè di due o tre centimetri, secondo le sue dimensioni, che poi si copre di un leggero strato di cera plastica (cera 80, trementina 20). Cotesta piastra si applica quindi con altra cera plastica a guisa di fondo ad una specie di cassetta vuota di legno alta circa m. 0. 10, rivestita di cera o di pece navale, poi vi si versa dentro una soluzione satura di solfato di rame. Si attacca quindi il polo negativo di una batteria di diversi elementi, a norma della superfice della piastra di metallo sulla quale si è disegnato, e sopra il centro della cassetta si fa pendere un pezzo di rame massiccio, che s'immerge nel liquido, e che è congiunto al polo positivo della batteria. Dopo uno o due giorni togliendo il liquido dalla cassetta e scaldando leggermente la piastra, questa si stacca dalla cassetta e quindi con cura si toglie lo strato di rame depositato, sul quale si osservano i tratti in incavo corrispondenti al disegno eseguito. Per poter utilizzare questo deposito sotto al torchio, prima si avviva la parte posteriore collo stagno mediante un saldatojo, poscia vi si fonde sopra uno strato di alcuni millimetri di una lega di piombo 50, antimonio 30, rame 20.

L'inchiostro proposto da Hoffmann è preferibile a quello precedente, quando vogliansi ottenere dei tratti di finezza estrema.

Un procedimento giudicato alquanto superiore a quello che abbiamo testè descritto, è il seguente, dovuto ad E. Palmer, che lo denominò Glifografia.

Anzitutto bisogna procurarsi una lastra di rame di grossezza uniforme e ben levigata che s'immerge in una soluzione di solfuro di potassio (5 per 100 di acqua comune) per annerirla, affinchè il disegnatore possa giudicare dell'effetto del suo lavoro. Detta lastra vien poi riscaldata a circa 70° C. e coperta di una composizione di pece di Borgogna 10, cera bianca 30, colofonia 5, spermaceti 5 e solfato di piombo 50. Questa pasta è pressochè bianca e si distribuisce bene uniformemente sulla piastra, giovandosi specialmente dell'ajuto del calore.

Dopo che tutto è raffreddato, l'artista eseguisce il suo disegno nel modo solito, scavando sul fondo bianco con qualche strumento a punta ed usando l'unica cautela, che lungo le linee tracciate sia bene scoperta la lastra nera. Gli strumenti adatti a questo lavoro sono semplicissimi, e consistono in un bulino di legno durissimo ed un uncinetto di ferro dolce, limato da una parte; però è ben inteso che qualunque altro strumento atto ad incidere quello strato di materia biancastra può servire allo scopo.

Di mano in mano che si disegna si vedono apparire i tratti neri sul fondo bianco, appunto come avviene disegnando sulla carta.

Se il primo strato di materia è stato dato assai sottile per disegnar meglio, per aumentare la profondità dei solchi si farà scorrere sulla lastra disegnata uno dei soliti rulli elastici da stampatore, spalmato di una miscela di amido, minio e trementina, e dopo di aver ingrossato quello strato col ripassarvi sopra diverse volte, avendo cura di non riempire i tratti incavati, nei larghi campi che debbono rimanere affatto bianchi se ne deposita una maggior quantità, mediante un pennello.

Si attende che il tutto indurisca, e poscia si esamina colla lente il disegno in tutte le sue parti, correggendolo ove lo richiede. Si rende quindi conduttore quello strato, mediante grafite della più fine.

La lastra così preparata si mette nell'apparecchio galvanico, nel quale si avrà cura di regolare convenientemente la corrente, la quale potrebbe guastare tutto, se fosse troppo energica. Quando lo strato di rame sia divenuto sufficientemente grosso si stacca dalla piastra, e operando nel modo indicato precedentemente, vi si fonde sopra uno strato di lega da caratteri (stagno 75, antimonio 25) indi, attaccato ad una tavoletta di legno, si può adoperare sotto il torchio comune dei tipografi.

Nata la fotografia sotto gli auspicii di Daguerre, quasi contemporaneamente alla divulgazione della galvanoplastica, si tentò di utilizzare le prove di dagherrotipo ad ottenere incisioni profonde da adoperarsi come quelle comuni calcografiche; ma i tentativi di Berres e di Grove non hanno dato alcun risultamento utile. Più felici furono le risultanze del procedimento immaginato da Smee per incidere in incavo, e di Leuchtenberg per incidere in rilievo; però anche questi, che ora descriveremo brevemente, hanno ceduto il loro posto all'altro più perfetto e comunemente adottato oggigiorno, specialmente per le carte-valori, per le carte topografiche, geodetiche, geografiche, marine, ecc.

Dopo di averla ricoperta con soluzione densa di bitume giudaico o di cera 85 e trementina 15, Smee disegna sopra la lastra di rame, mettendola bene allo scoperto, indi invece di servirsi dell'acido nitrico, attacca la piastra al polo positivo di una batteria, e la immerge in un bagno di solfato di rame, nel quale fa pescare una verghetta di rame, attaccata al polo negativo: così, per l'azione della corrente, nei punti scoperti la lastra viene profondamente attaccata e si può adoperarla nel modo comune. Ciò che si è detto pel rame serve anche per l'acciajo ed altri metalli; alcuni però non vi si prestano, come il platino, il palladio, ecc., ma d'altra parte il loro prezzo ed altre qualità non ne consiglierebbero l'uso.

Il Leuchtenberg ricopre con inchiostro resinoso, per esempio, quello descritto sul procedimento di galvanografia, ed attacca la superficie scoperta in modo uguale a quello qui dianzi indicato ed ottiene così una incisione in rilievo.

Il sig. Vogel si è occupato di un altro importantissimo soggetto, cioè di riprodurre fedelmente le incisioni in acciajo, le quali, per quanto siano resistenti alla tiratura sotto il torchio, nullameno finiscono col perdere quella finezza che è loro speciale. Colla soluzione di questo problema oggi è divenuto possibile di rendere divulgatissimi alcuni lavori pregiati e rari senza minimamente consumare l'originale.

Il procedimento Vogel consiste nel prendere un'impronta dell'incisione sopra una tavoletta di cera fredda ben spianata con pressa e coperta si direbbe di un velo di piombaggine finissima decantata, indi l'impronta ot-

ottenuta viene leggermente ricoperta nuovamente di finissima piombaggine, che si strofina lievemente con un piumacciolo di fili fini e pieghevoli, e se ne toglie l'eccesso con un soffietto. Da ultimo, posta sopra una lastra di rame e munita di un contorno di cera, vi si versa sopra una soluzione satura di solfato di rame e dentro di essa una piastra di rame congiunta al polo positivo di una pila, della quale l'altro capo sarà stato precedentemente attaccato a diversi punti della impronta di cera, resa conduttrice.

Procedendo in questa guisa si possono ottenere moltissime riproduzioni della stessa incisione, e perciò tirare con questa un numero di copie assaissimo più numeroso di quel che si potrebbe fare coll'originale stesso.

Il procedimento di Defrance e Levret meriterebbe pure di essere descritto, inquantochè permette di ricavare delle matrici in rame da un disegno su carta; ma siccome havvene un altro del nostro De-Vincenzi, il quale oltrecchè si presta a diverse condizioni, è pure più facile ed economico, noi lo descriveremo a preferenza di quello e di altri che giudichiamo di minor importanza.

Il metallo più adatto al sistema d'incisione elettrochimica del De-Vincenzi è lo zinco, che si adopera in lastre ben piane e finissimamente granulate con rena silicea stacciata. Il disegno vi si traccia o col lapis o coll'inchiostro litografico, poi si tratta nello stesso modo che se dovesse servire alla impressione litografica. Per fare questo, s'immerge la piastra per un minuto dentro a un decotto di noci di galla; quindi si lava e s'ingomma con soluzione diluita di gomma arabica. S'inumidisce la piastra con una spugna, e vi si passa sopra un rullo litografico spalmato di vernice, la quale copre esattamente tutti i tratti fatti dal disegnatore: cotesta vernice, fra l'altre sue qualità deve avere, come essenziali, quelle di non alterare il disegno, di aderire fortemente alla piastra e di essere inattaccabile agli agenti chimici adoperati nell'incisione.

La migliore vernice rispondente a questo scopo è quella denominata Nero di Brunswick, mescolata con essenza di lavanda: essa è composta di asfalto, olio di lino, litargirio e trementina. Quando la vernice si è disseccata si mette la piastra in comunicazione con un'altra piastra di rame alla distanza di cinque millimetri, poi si immerge in una soluzione di solfato di rame che marchi 15° all'areometro Baumé. Così si forma una coppia voltaica, la quale si farà agire per quattro o cinque minuti, se il disegno è con lapis litografico, otto o dieci minuti, se fu eseguito con inchiostro. Dopo si fa la tiratura delle copie nel modo noto.

Ora è facile comprendere come si possa riportare sopra la lastra di zinco tanto un disegno, quanto un lavoro litografico, tipografico o stereotipo, e che questo essendo poscia inciso nel modo che abbiamo descritto, offra, per la tiratura in grande numero, vantaggi rilevanti sopra altri sistemi consimili; se si considera che, per es., la copia di una pagina fatta sopra un foglio sottile di zinco costa quanto una copia tirata su carta distinta.

Il sig. Boudreaux di Parigi si distingue attualmente nella sua specialità di matrici di rame e di nichel, relative ad incisione o a pagine tipografiche.

Cap. 6. — Leghe metalliche, Saldature, Specchi di cristallo.

La materia di questo capitolo si riferisce propriamente alla galvanostegia; ma coll'intendimento di rendere i concetti più chiari, noi abbiamo creduto utile di trattarla a parte.

Nei suoi studii classici di elettrometallurgia, lo Smee aveva già trovato difficoltà grandissima nel produrre le leghe metalliche col mezzo della corrente elettrica, e quando diede alla luce il suo manuale di galvanoplastica, dopo avere accennato ai suoi tentativi sulle leghe, disse di non avere avuto tempo sufficiente per occuparsene.

Incoraggiato dal premio ottenuto dall'Accademia delle Scienze di Parigi, e quasi per consiglio di Dumas, De Ruolz, che aveva fatto fare passi giganteschi alla galvanoplastica ed alla galvanostegia, si accinse con impegno allo studio della produzione delle leghe elettrogalvaniche, e dopo non molto tempo (1841) pubblicava il risultamento dei suoi studii, che qui riportiamo in succinto.

Per ottenere galvanicamente la precipitazione di due o più metalli occorre:

1° Che le soluzioni metalliche, che si devono mescolare, non siano atte a decomporsi reciprocamente e a dar luogo a un precipitato insolubile.

2° Per ciò che si riferisce alle proporzioni dei metalli da depositare, bisogna tener conto della forza elettrica necessaria a depositare in un tempo t un peso p di ognuno di quei metalli.

A meglio schiarire queste norme, quando si tratti, per es., di ottenere la lega: rame 90, stagno 10 (bronzo da cannoni), ecco come si procederà.

Si prendono 5 litri d'acqua e vi si fa disciogliere del cianuro di potassio, finchè segna 4° dell'areometro, alla temperatura di 25° centig.

Riscaldato di poi il liquido a circa 60° vi si fa disciogliere 30 gr. di cianuro di potassio secco, e quindi ancora 10 gr. di biossido di stagno.

Filtrata quindi la soluzione, si mette in un recipiente cogli oggetti da bronzarsi, e si fa passare una corrente elettrica d'intensità proporzionata al lavoro da compiere.

Specialmente allorchè si devono adoperare grandi quantità di soluzioni galvaniche, alcuni preferiscono fare la maggiore economia possibile, ed appunto per raggiungere cotesto scopo i signori Brunel, Bisson e Gaugain hanno proposto la formola seguente per la bronzatura:

Carbonato di rame	gr.	500
Cloruro di rame	»	20
Cloruro di stagno	»	40
Azotato di ammoniaca	»	250

Quando si voglia ottenere un deposito di ottone, si sostituisce al cloruro di stagno il solfato di zinco. Nell'uno e nell'altro caso sarà utile di avere un anodo di composizione pressochè uguale a quello della lega, che si vuol deporre galvanicamente.

Allorchè si devono ricoprire delle grandi superfici, si è trovato preferibile di aumentare il numero degli elementi invece che di accrescere la loro superfice.

Gli oggetti ricoperti di queste leghe, se devono restare nelle abitazioni non richiedono alcuna cura, ma se devono essere esposti alle intemperie è bene ricoprirli di una vernicie trasparente a spirito, o a coppale, ecc.

Per rivestire il ferro, la ghisa, l'acciajo, si preferisce il procedimento seguente:

Acqua piovana	litri	8
Bisolfito di soda	gr.	200
Cianuro di potassio	»	500
Carbonato di soda	»	1000

a questa soluzione si aggiunge la seguente:

Acqua	litri	2000
Acetato di rame	gr.	125
Protocloruro di zinco neutro . .	»	100

Qualora si voglia rivestire lo zinco di una pellicola di ottone si propone il bagno seguente:

Acqua di pioggia	litri	20
Bisolfito di soda	gr.	700
Cianuro di potassio	»	1000

a questa prima soluzione si aggiunge l'altra indicata qui appresso:

Acqua	litri	5
Acetato di rame	gr.	350
Protocloruro di zinco neutro	»	350
Ammoniaca	»	400

L'anodo deve essere di ottone. I bagni quando sono nuovi si mostrano un po' ribelli a dare una tinta costante però molto giova a ciò la regolarizzazione della corrente, la quale è meglio che sia alquanto intensa; giova anche talvolta di alternare ad intervalli un anodo di rame a quello di ottone, come aveva già proposto il Jacobi, per migliorare il procedimento di Ruolz.

Il distinto chimico tedesco Liebig da molti anni indietro trovò, che una soluzione di nitrato d'argento addizionato di un poco di alcool e di una piccola quantità di un olio essenziale, riduceva rapidamente l'argento in istato di metallo splendente alle pareti dei vasi che la contenevano. Drayton, fabbricante inglese, venuto a cognizione di quella esperienza, comprese tosto l'importanza che avrebbe avuto industrialmente, perciò dopo di averla ripetuta, studiò il modo di ottenere quel fenomeno in modo più costante e verso il 1850 intraprese l'industria degli specchi argentati invece di quelli con amalgama di mercurio, la fabbricazione dei quali comprometteva assai la salute degli operai che vi si dedicavano.

Power nel 1852 credette di aver trovato un procedimento migliore per l'argentatura dei metalli, coll'aggiungere alla soluzione di argento un poco di resina galbano, disciolta nell'alcool e nell'ammoniaca. Quattro mesi dopo, prese un brevetto per argentare gli specchi, mediante lo stesso liquido, che aveva proposto per i metalli; però il brevetto accenna ad uno strato d'argento, che si faceva aderire al vetro, prima di sottoporlo al bagno galvanico, nel quale si portava lo strato di argento alla grossezza desiderata.

Il sig. Masse propose a sua volta il citrato di magnesia con ammoniaca. Delamotte Pron mise poscia a profitto la facoltà riduttrice di molte altre sostanze organiche, ma ebbe ricorso anche alla potassia e alla soda caustica, e sebbene il suo procedimento, che è alquanto complicato, dia risultanze migliori di quelle di Power, nondimeno non è preferibile a quello di Masse dianzi citato: però tutti questi sono stati abbandonati, essendosi trovato il modo di rendere lo strato di argento sufficientemente grosso, senza adoperare la corrente, vale a dire, servendosi unicamente delle forze elettrochimiche, che hanno luogo al mutuo contatto delle diverse sostanze fra loro, comprendendo fra esse il cristallo, la porcellana.

Nel 1857 Petitjean ha sostituito all'olio essenziale, che era l'agente riduttore più energico, ma incerto, l'acido tartarico. Il nostro distinto professore di fisiologia e micrografia, dott. Filippo Pacini ha leggermente modificato quest'ultimo procedimento, in vista di renderlo più facile ed economico, quindi anche più alla portata di coloro che devono farne piccole applicazioni.

Ecco in qual guisa egli procede:

Fa una soluzione con

Nitrato di argento	gr.	1
Acqua stillata	»	100

alla quale aggiunge

Ammoniaca	gr.	1

filtra e la conserva in una boccia ben chiusa in luogo difeso dalla luce.

Prepara quindi un'altra soluzione di

Acido tartarico	gr.	5
Acqua stillata	»	20

Dopo di aver ben lavato con acido azotico la superficie del cristallo, che vuole argentare, lava a grande acqua comune, poi risciacqua con acqua stillata, senza mai toccarlo con le mani dove dovrà depositarsi lo strato d'argento: e asciuga con un pannolino pulitissimo.

Al momento di argentare, aggiunge una goccia della soluzione di acido tartarico per ogni quindici di quella argentifera, e mescola bene, dopo di che versa uno strato di quel liquido alto circa 4 millimetri sulla lastra che vuole argentare, la quale dovrà trovarsi in un piano perfettamente orizzontale, ed in modo da poterne elevare comodamente la temperatura a circa 45°.

Se l'operazione procede regolarmente, dopo 15 minuti si comincia a vedere il deposito dell'argento, che finisce soltanto quando si è evaporato tutto il liquido. Se si volesse lo strato argentato più grosso, basta versare un altro straterello uniforme di liquido argentifero e attendere il disseccamento.

Ottenuto lo strato argenteo, lava lo specchio con acqua stillata, asciuga la lastra a dolcissimo calore (45°), indi a meno che non si tratti di specchi da telescopi, nei quali si adopera esclusivamente la riflessione dello strato d'argento, dopo che è stato pulimentato col rossetto inglese, ricopre lo strato d'argento colla vernice seguente:

Gomma sandracca	gr.	100
Gomma lacca	»	40
Belzuino	»	70
Trementina	»	50
Alcool	»	1000

alla quale s'incorpora circa 250 gr. di minio, e dopo di averlo ben mescolato alla vernice, si stende con un pennello fino sopra lo strato di argento. A questo si può sostituire la vernice comune di olio cotto di lino e minio, e quando sia bene asciutta, se vuolsi, potrà darsene un'altra mano.

Nel timore che l'argento non avrebbe resistito sufficientemente alle emanazioni che viziano l'aria atmosferica, il Delmotte Pron fin da quando brevettava il suo procedimento, proponeva di adoperare specchi preparati col palladio, col platino, oppure coll'oro; ma l'esperienza avendo dimostrato che lo strato di vernice protettrice dianzi indicato basta allo scopo, i tre procedimenti seguenti sono rimasti per ora ad uso esclusivo delle ricerche scientifiche.

Per preparare specchi con strato riflettente di palladio si prenderà

Cloruro ammoniacale di palladio	gr.	15

Si lava cotesta polvere e colla calcinazione si riduce fino a metà, indi si mescola con

Formiato di potassa	gr.	1
Acqua stillata	litri	1

L'operazione manuale per cotesto procedimento e per i due che qui seguono è pressochè uguale a quella precedentemente descritta pel procedimento di argentatura del prof. Pacini.

Per la platinatura si prende

Cloruro doppio di platino precipitato dal sale ammoniaco	gr.	10
Zucchero di latte	»	1.5
Acqua stillata	litri	1

Per la doratura si prende:

Percloruro d'oro	gr.	10
Ammoniaca	»	4
Zucchero di latte, di canne, resina, oppure qualsiasi ossalato neutro	»	3
Acqua stillata	litri	1

Le soluzioni si devono conservare in luogo fresco, e per quanto si può nella oscurità; altrimenti si depositano facilmente nelle bottiglie che le contengono.

La riduzione metallica sulle lastre o specchi è preferibile che sia fatta alla temperatura di circa 60°, mediante un apposito congegno semplice, riscaldato da una corrente di vapore; in questo caso il vetro riposa sopra uno strato di panno di lana che comunica lentamente e uniformemente il calore alle lastre, essendo incollato sulla cassa metallica nella quale circola il vapore.

Il piano che sostiene le lastre deve essere ben livellato, affinchè lo strato di liquido sia uniforme e il metallo ridotto abbia ovunque lo stesso spessore.

Cap. 7. — Elettrometallurgia.

Poichè l'uomo in epoca molto remota, che la storia non sa ancora ben precisare, ebbe qualche metallo, vi riconobbe tanti pregi per la preparazione di oggetti necessarii alla vita, che si diè a rintracciarne maggior copia e a studiare i mezzi migliori di lavorazione per ridurlo alle forme volute. Il martellamento e la fusione pare che siano state le prime operazioni alle quali furono sottoposti i metalli, e a queste, più tardi, si aggiunsero a poco a poco, col volger dei secoli, tutte le altre operazioni, che oggi formano il trattamento manuale dei metalli.

Infrattanto come progredivano i mezzi di lavorazione, similmente vi ebbero, sebben più lenti, progressi nell'arte di estrarre e purificare i metalli. E siccome la maggior parte dei metalli si trova in istato di minerali, dapprima si ebbero le semplici operazioni di spazzatura, lavatura, polverizzazione, torrefazione, fusione; più tardi vi si aggiunsero quelle di amalgamazione, distillazione, e più recentemente la docimasia, colla quale si determina la ricchezza dei minerali e la loro composizione chimica.

Nella metallurgia, che così fu denominata l'arte di estrarre e purificare i metalli, si hanno quindi strumenti, utensili, forni appropriati alle singole operazioni; si devono perciò conoscere alcuni rami della fisica e della chimica, allo scopo di trovare i così detti flussi o fondenti; bisogna conoscere i migliori combustibili, determinare il numero delle calorie svolte nella combustione, sapere quante ne furono utilizzate, e quante andarono disperse.

La scoperta di Brugnatelli aprì un nuovo campo di speculazioni chimiche, le quali, solo dopo quarant'anni, ci diedero due nuovi rami d'industria: la galvanoplastica e la galvanostegia — potendosi ritenere inclusa in quest'ultima la galvanografia.

L'elettrometallurgia propriamente detta, ossia l'arte che insegna a trattare i metalli per mezzo di operazioni elettrochimiche, è cosa nuova, che è apparsa sull'orizzonte scientifico in questi ultimi anni, cioè dopo l'invenzione delle macchine dinamo-elettriche, che ora sono gli elettromotori più potenti, inquantochè l'intensità della corrente elettrica, che essi possono dare, è unicamente subordinata all'energia cinettica della quale si può disporre.

Dopo l'applicazione delle macchine dinamo-elettriche alla pubblica illuminazione e alla galvanoplastica, si tentò di trasmettere la forza a distanza per compiere azioni meccaniche; e riconosciuta cotesta possibilità, ognun vede gl'immensi vantaggi, che oggi l'elettricità è chiamata a rendere alle industrie metallurgiche. Di fatti, collocato un potente motore fuori di una miniera e messe in moto due o più macchine dinamo-elettriche, la corrente, che si genera dentro di esse, attraversando appositi conduttori, può penetrare nel seno della terra, e, con opportuni congegni, terebrarne direttamente le dure viscere, o colla esplosione di cartuccie schiantarne masse più o meno grandi; le quali, poste sopra carri girevoli su guide di ferro, percorreranno prima le lunghe gallerie nelle quali la luce elettrica è la più adatta, inquantochè, o sia essa generata con lampade ad arco voltaico, o con lampade ad incandescenza, oppure guidata in quegli oscuri penetrali mediante successive riflessioni di specchi multipli, minore essendo il consumo dell'ossigeno, meglio vi respireranno i minatori, i quali non avranno nemmeno più a temere le micidiali esplosioni di gas. La stessa corrente elettrica potrà poi, in luogo più adatto, cernere i metalli magnetici dagli altri che nol siano, indi, con appositi bagni, decomporre sali, ripristinar metalli, fare in modo assolutamente elettro-chimico una nuova separazione diversa da quella magnetica; e, se col tempo se ne constaterà meglio la convenienza, siccome si vide già che la corrente elettrica può fondere masse rilevanti di metalli refrattarii all'azione del calore, come appunto sono l'acciajo e il platino, potrà essere sostituita nelle operazioni metallurgiche; ed intanto daremo un cenno dello stato attuale della elettrometallurgia.

Fin dal 1852 il distinto metallurgista Chenôt completò il suo procedimento siderurgico coll'introdurre l'applicazione di una macchina elettro-cernitrice, della quale la forma e la costruzione sono dovute all'ingegnoso meccanico Froment. Nel 1854 l'illustre nostro mineralogista ing. prof. Quintino Sella ideò e fece poscia costruire dal Froment quattro elettro-cernitrici, che hanno alquanta analogia con quella di Chenôt, e che funzionano tuttora nelle miniere di Traversella. Vavin, Edison, Siemens idearono e costrussero altre elettro-cernitrici, ma noi diremo poche parole soltanto intorno a quella dell'ultimo costruttore, giacchè è di gran lunga preferibile a tutte le altre.

Un cilindro cavo, lungo circa $1^{m}.30$, inclinato di circa 25° sull'orizzonte, gira intorno al proprio asse: dalla parte superiore e per mezzo di una tramoggia riceve i minerali da separare, dalla parte inferiore escono in due correnti *distinte*. Ad ottenere un tale effetto, il cilindro è provvisto nell'interno di molti anelli piatti, o per dir meglio di corone circolari di lastra di ferro dolce, le quali sono tutte uguali, e poste in altrettanti piani perpendicolari all'asse, col centro su questo, e ad intervalli uguali. Verso all'asse, fra le successive corone di ferro, vi stanno anelli d'ottone o di rame, talchè l'insieme costituisce un tubo cilindrico continuo a superficie interna perfettamente liscia; quella superficie è formata alternativamente di zone di metallo magnetico e non magnetico, e siccome gli anelli d'ottone sono più stretti delle corone di ferro, in quello spazio vi sono delle spirali di filo di rame isolato, le quali, al passaggio di una corrente elettrica, regolata da apposito commutatore, convertono le corone di ferro in altrettante elettro-calamite, le quali hanno un polo sulla circonferenza interna ed uno sulla esterna: i poli nell'interno sono alternati, e all'esterno sono congiunti fra loro da tante verghe piatte di ferro, le quali, mentre consolidano l'apparato, rinforzano pure il magnetismo ai bordi interni degli anelli di ferro.

Il minerale che entra nella parte superiore del cilindro si scinde in due parti; quello magnetico aderisce ai poli magnetici, l'altro scivola sulla parete liscia per uscire dalla parte bassa del cilindro: però quella parte di metallo, che resta aderente all'elettro-calamita, se ne distacca al momento che esso giunge alla parte più elevata della circonferenza e cade in un canale di lastra d'ottone, che è situato intorno all'albero del grande ci-

lindro. Una vite d'Archimede obbliga il minerale magnetico a camminare verso il basso ed esce separato dalle altre impurità. Con una tal macchina si possono separare 20 tonnellate di minerale in un giorno.

Un altro passo importante sta per effettuarsi nell'industria mineraria coll'adottare il perforatore di Javerdon, il quale, mosso dall'elettricità, presenta vantaggi reali, evidenti, sugli altri mossi col vapore, coll'aria compressa o con colonne d'acqua.

Veniamo ora a parlare del trattamento elettro-chimico dei minerali, accennando al modo di separarli e purificarli.

Allorchè si immergono delle grandi piastre di rame fuso in ampie vasche ripiene di una soluzione di solfato di rame e si congiunge a dette piastre il polo positivo di una poderosissima macchina dinamo-elettrica, il rame si precipita in gran copia sul catodo riunito all'altro polo dell'elettro-motore, mentre le impurità e gli altri metalli cadono in fondo al vaso allo stato polverulento. Se la lega contenesse nichelio, questo andrebbe man mano caricandosi di solfato di questo metallo, il quale si ritrarrebbe poi mediante cristallizzazione, indi, trasformato in sale doppio di nichelio e ammoniaca, viene adoperato nella nicheliatura.

Trattando in modo analogo soluzioni d'oro e d'argento commiste a piombo, rame, ecc., si ottengono piastre di oro puro o di argento puro.

La *Norddeutsche Affinerie* di Amburgo, per mezzo di sei macchine dinamo-elettriche, tenute in movimento da un motore di circa 40 cavalli, purifica e ripristina, allo stato metallico, 66 chilogrammi di rame per ora. Il rame, preparato in quel modo, essendo chimicamente puro, è assaissimo buon conduttore e perciò eccellente per fili e gomene elettriche e migliore di qualsiasi altro per tutte le leghe nelle quali occorra rame puro. Nello stabilimento ora indicato, durante l'anno 1880, si sono ottenuti 12,000 chilogrammi di oro purissimo, ricavando nel tempo stesso grandi quantità di sali di platino e di palladio.

Lo stabilimento metallurgico di Ocker si è pure proposto di estrarre dal rame impuro i metalli preziosi, che vi sono contenuti, e siccome esso non lavora che il prodotto di una sola miniera, il suo procedimento è un poco più semplice di quello della raffineria di Amburgo; il rame che essa sottopone al trattamento elettrolitico contiene 1 $^1/_2$ per mille di oro e d'argento, quindi si comprenderà l'importanza di un tale procedimento, riflettendo che la produzione annua di quello stabilimento non è inferiore a 500,000 chilogrammi di rame puro.

Da diversi anni indietro erano stati proposti alcuni metodi per il trattamento elettro-chimico dei minerali di zinco, ma nessuno incontrò l'approvazione degli industriali, perchè essi erano complicati e costosi. L'Esposizione internazionale elettrica, che ebbe luogo l'anno scorso in Parigi, ha messo in evidenza molti fatti, che non erano totalmente accertati, e fra questi il procedimento di Letrange per ridurre il minerale di zinco allo stato di metallo.

Il procedimento di Letrange non richiede acido proveniente da altre industrie e consiste nel trattare con la corrente elettrica il sale di zinco, formato dall'acido solforico ottenuto dallo zolfo, che trovasi in combinazione nella blenda medesima. Ad ottenere un tale effetto, il minerale, essendo composto di una mescolanza di calamina e di blenda, anzitutto è sottoposto ad un arrostimento a bassa temperatura, affinchè possa formarsi la massima quantità possibile di solfato di zinco.

L'anidride solforosa, che si sviluppa durante l'arrostimento, viene trattata in modo analogo a quello che si usa per la fabbricazione ordinaria dell'acido solforico. Cotesto acido serve poscia a disciogliere la calamina e alla solfatazione del minerale già calcinato e non completamente trasformato.

Compiuta la trasformazione del minerale in solfato, si distende in grandi vasche, nelle quali si manda dell'acqua per discioglierlo. Quella soluzione passa quindi lentamente in un'altra serie di tinozze, entrando dalla parte inferiore, per essere al di sopra decomposto dalla corrente. Il liquido in questo modo s'impoverisce gradatamente di zinco e si carica di acido solforico, perciò si fa passare in altri bacini, per disciogliere dell'altro minerale. Il travasamento ora indicato si opera per semplice dislivello, quindi senza spesa, nè consumo di apparati: il liquido acido non può servire indefinitamente perchè l'acido viene neutralizzato da altre sostanze, contenute nel minerale e che non possono essere ridotte; pur nondimeno l'operazione riesce sufficientemente economica, e tanto più, se il motore delle macchine dinamo-elettriche è idraulico.

Prima di procedere ad altre considerazioni di ordine economico, ricorderemo, che il catodo è formato da una semplice lastrina di zinco, che va di mano in mano ingrossandosi: l'anodo invece è una lastra di piombo, la quale raduna intorno a sè, allo stato di perossido, il ferro contenuto nella soluzione: cotesto ed altri metalli insolubili cascano poi al fondo della vasca, d'onde si raccolgono per trattarli a parte e cavarne i metalli preziosi, che accidentalmente vi fossero commisti.

Secondo le previsioni del sig. Letrange, che ha fatto un piccolo esperimento di tre mesi nella sua officina di Romilly per ricuperare lo zinco dai residui della fabbricazione dell'ottone, sembrerebbe che il suo procedimento si possa applicare in prossimità della miniera anche quando si dovesse ricorrere all'uso di una macchina a vapore, la quale dovrebbe essere di circa 250 cavalli di forza, se si dovesse precipitare almeno un milione di chilogrammi di zinco all'anno. L'impianto di un tale opificio esigerebbe, a suo credere, circa mezzo milione, ossia metà meno di quello che richiederebbe il vecchio sistema.

Abbiamo saputo con piacere che i nostri signori Parodi e Mascazzini hanno preso in Italia un brevetto quasi identico a quello di Letrange almeno 15 mesi prima di lui, e che ora sono in via di applicarlo su vasta scala. Si vede dunque che in Italia non siamo sempre gli ultimi a pensar cose buone!

Da quanto si è esposto intorno alla elettro-metallurgia apparirebbe chiaramente una singolare semplicità nei procedimenti, relativamente alla piccola serie dei metalli che finora sono stati sottoposti a quello speciale trattamento; però non v'è da lusingarsi che il procedimento possa rimanere così semplice e generale per tutti i metalli; difatti mentre si è trovato che l'oro, l'argento e il rame si precipitano in istato purissimo; secondo l'esperienza del dott. Hampe, risulterebbe che il piombo depositato sul catodo da una soluzione di acetato di quel metallo contenente gr. 77.92 per litro con un'aggiunta di 4 0/0 di acido acetico, contiene una quantità sensibile di altri metalli, fra i quali si riscontrano per ordine di quantità i seguenti: bismuto, zinco, antimonio, rame, stagno; fra tutti circa 6 milligrammi per chilogrammo. Noi però siamo d'avviso, che sottoponendo allo stesso trattamento una eguale quantità di sale di piombo proveniente da altra miniera, la qualità e quantità dei metalli vi si troverebbe variata: resta però il fatto della necessità di migliorare il procedimento, pel caso che si voglia ottenere del piombo chimicamente puro.

Quanta importanza possano avere nell'industria metallurgica le operazioni elettro-chimiche non è troppo facile il dirlo, giacchè cotesta, si può dire, è un'industria vergine, che entra ora nel campo della speculazione: quello che è certo si è, che in Italia, ove ancora si può asserire che la metallurgia è in istato nascente, l'elettrometallurgia può rendere grandissimi vantaggi, poichè oggi, per scarsezza di combustibile, i minerali di rame provenienti dalle miniere di Montecatini e di altri paesi si trasportano pressochè integralmente all'estero per essere trattati e purificati; lo stesso avviene per i minerali di zinco della Sardegna e un poco di quelli della Lombardia, che tutti si trasportano a Liége, a Stolberg, a Swansea: col tempo l'industria potrebbe svilupparsi grandemente, offrendo lucro agli intraprenditori e pane a molte braccia, ora inoperose.

Per coloro che non hanno familiari opere e giornali delle applicazioni odierne della elettricità, offriamo qui il disegno in prospettiva di una delle grandi macchine dinamoelettriche, costruite dalla fabbrica Siemens di Berlino, per lo stabilimento metallurgico di Ocker.

Cotesta macchina (fig. 207) è formata da due potentissime elettro-calamite, riunite fra loro coi poli omonimi foggiati ad arco, fra i quali gira rapidamente per mezzo della puleggia P, che riceve il movimento dal motore, un cilindro cavo di ferro, circondato da larghe spire di lastra

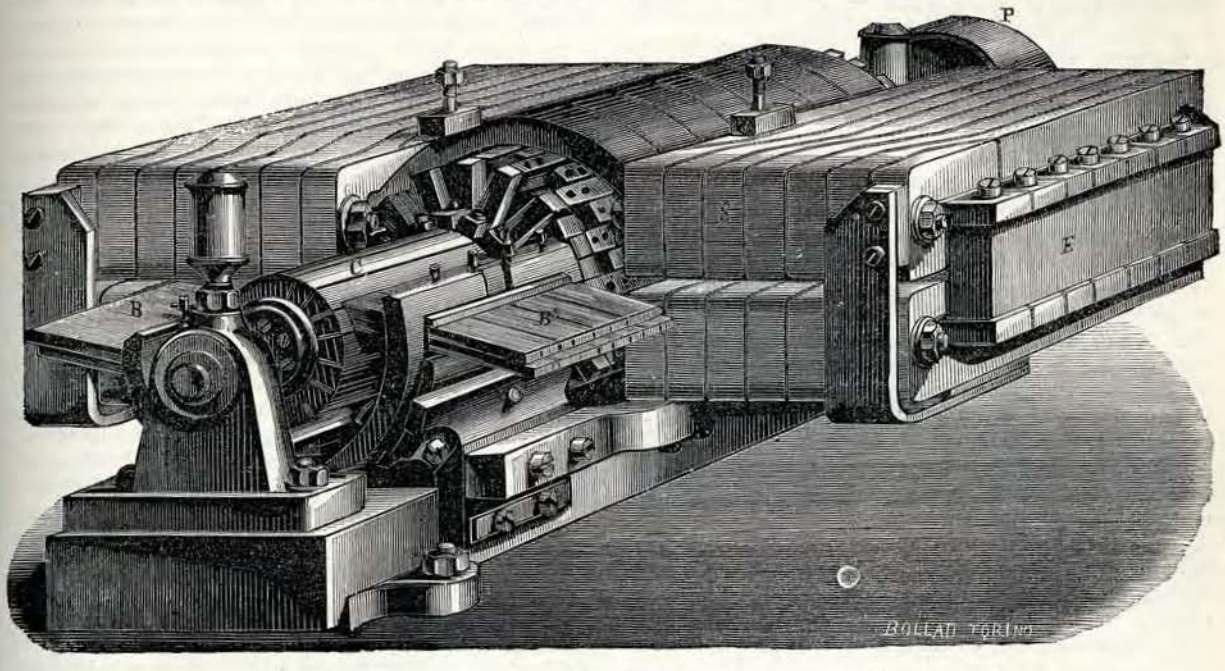


Fig. 207.

grossa di rame, che l'avvolgono come un gomitolo; ogni spira del cilindro indotto, mette capo ad uno dei settori del collettore C, mediante una ripiegatura a squadra. Le due culatte E dell'elettro-calamite sono ognuna d'un sol pezzo di ferro battuto, ma i bocciuoli, ossia le branche, che sono avvolte dalle spire di rame S che servono a svegliarvi il magnetismo, sono formate da più verghe rettangolari, fissate le une vicine alle altre. Le spire S nelle quali circola la corrente elettrica sono anch'esse in piccol numero, come mostra il disegno, e formate da grosse verghe rettangolari di rame. Con questa disposizione la corrente, che si svolge per la reciproca azione delle elettro-calamite sulla bobina girante e della corrente di questa su quelle, ha un potenziale debole, ma offre in compenso una forza elettro-motrice assai ragguardevole, come appunto occorre in queste applicazioni; la corrente generata nelle spire della bobina girante è raccolta da due larghe spazzole o strofinatori BB, che la portano nelle sfere delle elettromagneti, e da queste nei conduttori, che s'immergono nelle tinozze nelle quali si compie l'elettrolisi.

Più ampii dettagli sul principio di coteste macchine, sui particolari della loro costruzione, sui vantaggi, costo, ecc. verranno dati in apposito lavoro, nel quale si passeranno in rassegna le diverse specie di esse e le loro varie applicazioni; ci giovi intanto sapere che, astrazione fatta dalle dimensioni, coteste macchine oggi sono applicate negli stabilimenti di galvanoplastica e di galvanostegia in sostituzione delle pile con acidi e sali, colle quali fino a questi ultimi anni si erano esercitate le diverse branche d'industrie che abbiamo enumerate e delucidate in questo lavoro.

Questi brevi cenni sulla elettrometallurgia e specialmente sull'applicazione dei potenti elettromotori dinamici, non possono esser chiusi, senza un brevissimo resoconto di una nuova applicazione indicata da W. Siemens, il quale ha fatto vedere, che con due apparati dinamoelettrici, l'intensità della corrente dei quali, misurata coll'elettrodinamometro, era da 70 a 80 Ampères, nel breve tempo di 5 minuti si poteva fondere una massa di acciajo del peso di 500 grammi.

Cotesto procedimento sebbene attualmente non presenti la massima economia, ciò non pertanto, considerato che la temperatura dell'arco voltaico è superiore a quella della combustione del carbone e di alcuni gas, si vede la possibilità di fondere metalli e leghe che difficilmente si liquefanno col calore ottenuto dalla combustione del carbone o dei gas; ed inoltre, che con questo nuovo metodo si possono fondere metalli e sostanze ossidabilissime in un gas inerte, senza perderne pressochè traccia alcuna, mentre questo non si può realizzare tanto facilmente adoperando il vecchio sistema.

Bibliografia. — Bolley und Birnbaum, *Handbuch der chemischen Technologie*, 2te Band, Braunschweig 1882 — Ferrini, *Tecnologia dell'elettricità e del magnetismo*, Milano — Figuier, *Merveilles de la Science*, vol. 2, Paris 1868 — *L'Electricien — Lumière électrique* — Maigne et Mathey, *Manuel de dorure et argenture*, Paris 1880 — Rosleur, *Guide pratique du Doreur*, etc., Paris 1866 — Selmi, *Manuale dell'arte d'indorare*, Reggio 1844 — Silvestri, *Il Nichelio e le sue applicazioni*, Torino 1876 — Smee et Valicourt, *Manuel complet de Galvanoplastie*, Paris 1860.

I. Golfarelli.

ESSICCAZIONE, ESSICCATOI — Francese *Séchage*. Ingl. *To Dry*. Ted. *Austrocknung*.

Si può definire l'*Essiccazione*: quella operazione, colla quale si cerca di togliere da un corpo solido, in modo però che non ne riesca alterato, l'umidità, generalmente prodotta dall'acqua, ma che può anche provenire da un altro liquido, che, a cagione della intima natura, del suo modo d'origine, ovvero in seguito a manipolazioni o lavorazioni subite, può impregnarlo od essergli aderente.

Considerata così l'essiccazione, possiamo dire che essa è quasi un seguito o complemento della *evaporazione*, però malgrado della sinonimia tali operazioni vanno pur sempre distinte; questa si collega essenzialmente coll'idea di un liquido che si vuol concentrare, eliminandone una porzione più o meno grande allo stato di vapore, senza spingere però l'operazione fino alla secchezza, che invece si cerca sempre di raggiungere più o meno completamente colla prima, che per contro si fa subire soventi anche a corpi non solo non impregnati visibilmente da un liquido, ma talvolta apparentemente neanche umidi.

Soventi si può estrarre gran parte del liquido che imbeve un corpo solido, con mezzi meccanici, specialmente colla pressione; tuttavia l'essiccazione non si può compiere se non mediante l'azione dell'aria e del calore: soventi del solo calore. Quando si compie ad alte temperature, prende più particolarmente i nomi di *torrefazione* o *calcinazione*.

Grandissimo e svariato è il numero delle sostanze che occorre di dover essiccare, e multiformi sono pure le cause che ci possono indurre a farlo.

In alcuni casi si procede alla essiccazione soltanto perchè l'umidità altera il vero peso delle sostanze.

Così ad esempio nei laboratorii di chimica si seccano le sostanze prima di analizzarle, eliminando così l'*acqua igroscopica* o d'*interposizione;* siccome questa non fa parte dell'intima composizione della sostanza, senza questa operazione preliminare i risultati dell'analisi non sarebbero attendibili.

Similmente si elimina coll'essiccazione l'acqua igroscopica nella stima delle sete, o *condizione delle sete*, per poterne avere il vero peso, e ciò perchè esse sono molto igroscopiche, e di prezzo notevole di fronte al loro peso a cui sono vendute, e senza questa precauzione non si potrebbero stimare al loro giusto valore.

Vanno pure essiccate per evitare una troppo forte alterazione di peso, ed anche per una più facile conservazione molte altre sostanze, come la carta, e molti sali cristallizzati di uso industriale o farmaceutico.

Altre invece si essiccano allo scopo soltanto di poterle conservare, per esempio molte derrate alimentari, carni, pesci, frutti, o sostanze medicinali, foglie, fiori, radici, piante intere, che altrimenti andrebbero soggette ad ammuffimento o ad infracidire, alterandosi così le loro proprietà essenziali, e rendendosi inservibili.

Certi prodotti industriali vanno essiccati per poterli adattare al compimento della loro fabbricazione, così i laterizii e le ceramiche, che si debbono essiccare prima della cottura.

Finalmente ricorderemo come molte sostanze o nella loro fabbricazione o nell'adoperarle, essendo soggette a subire lavature, od in genere l'azione di liquidi: acque, tinture, spiriti, vernici, ecc., debbono in seguito essere sottoposte ad una più o meno prolungata e perfetta essiccazione, prima di poter essere adoperate, ed in genere perchè non si alterino e si mantengano senza nocumento nella loro perfezione.

Così citeremo, la biancheria dopo il bucato, le stoffe imbiancate, tinte, stampate, incerate, le vetture verniciate, le carte stampate e da parato, ecc.

Da questa breve rassegna si scorge non solo quanto varia sia la natura delle sostanze che occorre di dover essiccare, e gli scopi per cui si sottopongono a questa operazione; ma naturale ne sorge l'idea che anche molto diversi dovranno essere gli apparecchi e le condizioni più opportuni per ognuna di esse.

Restando in quest'articolo sulle condizioni generali di questa operazione, cercheremo però di toccare succintamente dei principali casi ora accennati, passando in rivista i varii metodi e le norme relative, additando quelli che più si addicono a quella o quell'altra applicazione.

Abbiamo già notato che se con mezzi meccanici si può togliere gran parte dei liquidi aderenti ad un corpo solido, tuttavia la sua essiccazione non si può completare che mediante la ventilazione ed il calore.

In generale si può asserire che un dato liquido può essere eliminato completamente quando si raggiunga la temperatura della sua ebollizione; è però talvolta necessario di sorpassare questa temperatura di qualche grado, quasi a vincere una speciale forza di aderenza tra il corpo solido ed il liquido che lo imbeve.

Nelle torrefazioni e nelle calcinazioni dove si raggiungono alte temperature, più che essiccare i corpi si *disidratano*, compiendo così un fenomeno chimico piuttosto che uno fisico quale dovrebbe essere la essiccazione, che, come abbiamo già notato, va condotta in modo da non alterare le sostanze sulle quali si opera.

Lascieremo adunque completamente a parte i processi di torrefazione o di calcinazione anche considerati allo scopo di disidratare i corpi; e solo tratteremo della pura essiccazione fisica.

Questa può essere *completa* od *incompleta*.

Sarà completa od assoluta quando sarà condotta a tal segno, che dal corpo essiccato non si possa più estrarre traccia del liquido che lo impregnava senza alterarlo.

Quando l'essiccazione è condotta a questo punto si avrà un corpo *chimicamente secco;* simile risultato però non si potrà raggiungere senza il controllo della bilancia. Un corpo in queste condizioni, posto per un tempo sufficiente nei mezzi atti alla sua essiccazione, non dovrà più cambiare, ed essenzialmente perdere di peso.

L'essiccazione completa in questo senso non si raggiunge praticamente che in poche circostanze.

Anzitutto nelle operazioni dei laboratorii di chimica, come si è già notato; in secondo luogo, nell'operazione tecnico-commerciale della condizione delle sete o delle lane anch'essa già citata.

In quanto alle essiccazioni che si compiono nei laboratorii di chimica, rimanderemo i lettori per le opportune norme a quanto è detto in proposito nell'articolo Chimica applicata della presente *Enciclopedia*. Ri-

guardo alla condizione delle sete e delle lane, terremo breve parola in fine del presente articolo.

All'infuori di questi casi, si può dire che l'essiccazione non si pratica mai in modo completo, ma solo per quel tanto che è necessario per rendere servibili le sostanze agli usi cui sono destinate.

Evidentemente un pezzo di tela o di carta, ad esempio, anche quando comunemente li diciamo secchi, contengono ancora dell'umidità che si potrebbe ulteriormente eliminare.

Quando l'essiccazione non deve essere completa, potendosi ottenere a temperature inferiori a quella dell'ebollizione del liquido imbevente, generalmente si procederà a temperatura assai più bassa, e questa dovrà essere in relazione anzitutto a quelle condizioni termiche per cui le sostanze potrebbero venir alterate; e dopo ciò a quelle altre che la pratica avrà per ogni singolo caso indicate come più convenienti per rendere l'essiccazione più *perfetta*, *pronta* ed *economica*.

I processi di essiccazione si possono ridurre ai seguenti:

Essiccazione con mezzi meccanici,
» spontanea all'aria libera,
» con correnti d'aria forzata,
» mediante il concorso del calore,
» nel vuoto.

La scelta di uno piuttosto che di un altro di questi processi sarà evidentemente subordinata alla natura, all'importanza, alla perfezione ed in genere alle condizioni tecnico-economiche di una data industria.



Fig. 208.

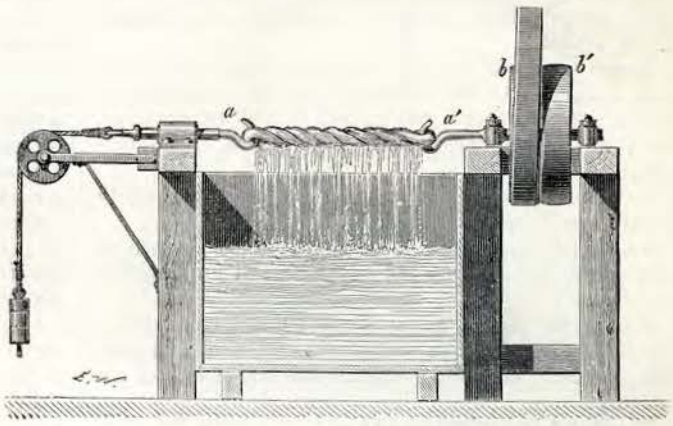


Fig. 209.

Essiccazione con mezzi meccanici. — Abbiamo notato che l'essiccazione non si può compiere neanche nella pratica industriale con mezzi meccanici. Questi però danno in generale il mezzo di togliere gran parte dei liquidi imbeventi; ed in molti casi è opportuno di farli precedere agli altri; per ciò li notammo e ne terremo parola pei primi.

Come esempio più elementare possiamo ricordare la torsione a mano che le lavandaje fanno subire alla biancheria lavata, per spremere la massima parte dell'acqua, prima di portarla agli stendaggi.

Una simile eliminazione d'acqua per via meccanica si pratica ancora in molti altri casi; nell'imbianchimento o nella tintoria di filati o di tessuti, nella fabbricazione della carta, dell'amido, nella raffineria dello zucchero, ecc.

Nei cotonificii, le matasse di filo dopo l'imbianchimento o dopo la tintura, si torcono a mano prima di porle ad essiccare; generalmente però per coadjuvare l'azione della mano si procede fissando la matassa per uno dei capi ad una caviglia cilindrica terminata in sfera e fissata ad un palo solidamente piantato nel suolo. L'operajo passa nell'altro estremo una seconda caviglia che gira a mano (fig. 208).

In alcune fabbriche questo metodo di torsione è sostituito da uno a macchina.

La fig. 209 rappresenta appunto una sezione fatta in una di queste *macchine a torcere*.

Esso si compone essenzialmente di due forti uncini in ferro a ed a', posti sopra del bacino. Uno di essi a' è animato da un movimento di rotazione, che riceve da una puleggia b; l'altro a, ha un movimento di va e vieni in senso orizzontale, ed è munito di una leva a pedale che fa variare il grado di torsione, e che ingrana nella macchina quando l'operajo appoggia sopra questo uncino quando pone la matassa da torcere. Queste parti evidentemente accessorie non si vedono qui perchè poste avanti, e così pure il meccanismo per cui, quando la torsione è convenientemente protratta, l'operajo può far passare la correggia dalla puleggia b a quella folle b'. Il lavoro dato da questa macchina non solo è più rapido di quello fatto colla caviglia, per modo che può equivalere a quello di tre operai, ma è anche più completo e regolare.

La torsione però tanto a mano quanto a macchina, sia che si eseguisca sui filati che sulle stoffe, ha sempre un grande inconveniente, quello cioè di alterare e deteriorare le fibre tessili, allungandole inopportunamente per modo che prima si snervano e poi si rompono.

Alla torsione in alcuni casi si sostituisce la pressione. Le stoffe bagnate, ad esempio, si fanno talora passare tra due cilindri di legno o di metallo, rivestiti di panno, che girano in senso inverso, e che si possono, a seconda del bisogno, avvicinare più o meno l'uno all'altro. Anche con questo metodo l'estrazione dell'acqua non è troppo regolare, nè è completamente evitata l'alterazione delle stoffe. In altri casi si adoperano torchi, specialmente idraulici; questi, ad esempio, si usano per spremere l'acqua dalla carta appena fabbricata, e possono pure servire per un simile scopo in altre industrie.

Non entreremo però nei dettagli della loro descrizione, di cui si parlerà nell'articolo Torchi della presente *Enciclopedia*.

Per espellere la massima parte dell'acqua dai filati e dai tessuti, evitando i danni della torsione, più che ai torchi si ricorre ai così detti *essiccatoi a forza centrifuga* o *idroestrattori*, detti ancora *turbine ad essiccazione* o *diavoli* di Pentzoldt ed in francese *essoreuses*.

Nel loro principio essenziale questi apparecchi consistono in un vaso cilindrico a pareti traforate o fatte di rete metallica, dentro al quale si mette la stoffa od altra sostanza umida. Se ora si dà al cilindro un rapido movimento di rotazione attorno al suo asse, le particelle liquide saranno spinte fuori per l'azione della forza centrifuga ed usciranno dal cilindro. Questi apparecchi sono evidentemente fondati sullo stesso principio del paniere ad insalata. Al giorno d'oggi non solo servono a seccare fili o tessuti, e ciò tanto nelle fabbriche come nei bagni e lavatoi pubblici; ma si applicano anche ad altri scopi, come, ad esempio, nelle raffinerie di zucchero per separare i cristalli di zucchero dal sciroppo che li imbeve.

Questi essiccatoi non possono naturalmente togliere tutta l'acqua, ma soltanto una gran parte, le sostanze ne escono sempre ancora umide, però la loro essiccazione, che si dovrà compiere all'aria o col calore, sarà molto facilitata.

Le prime macchinette di questo genere furono vedute a Parigi nell'Esposizione del 1839.

Queste prime, ideate dal Pentzoldt, giravano sopra un asse orizzontale, ed avevano la forma di un tamburo cilindrico.

Ben presto però si mutò la primitiva disposizione; l'asse si pose verticale, facilitando così l'introduzione delle sostanze, ed inoltre si aumentò la velocità di rotazione.

L'asse verticale girava sopra una ralla posta inferiormente, ed era guidato superiormente da un collarino elastico che gli permetteva dei piccoli movimenti di deviazione, necessitati dalla non uniforme distribuzione delle sostanze nel tamburo. Questo poi era di lastra di rame bucherellata nella parte cilindrica e sul fondo, e chiuso superiormente da un coperchio mobile. Esso era attorniato da un altro tamburo fisso più grande e destinato a raccogliere l'acqua che esce dalle sostanze bagnate.

A questi apparecchi per ottenere dei buoni effetti si deve dare una grande velocità, e cioè 1500 a 1800 giri al minuto primo ed anche più. La parte più complicata di questi idroestrattori è quindi la comunicazione del movimento, tanto più che si è costretti a disporre le cose in modo da avere un aumento graduale di velocità, altrimenti se si passasse repentinamente dallo stato di riposo a queste velocità vertiginose, si correrebbe gran rischio di rompere colla massima facilità qualche organo della macchina.

In principio la trasmissione si faceva con un triplice sistema di assi e di ruote dentate di varia grandezza poste su assi orizzontali, dai quali poi con altre ruote dentate il movimento si trasmetteva all'asse verticale. Gli assi orizzontali ricevevano il movimento da un cingolo di trasmissione che passava su puleggie poste sui medesimi assi; facendo successivamente passare la correggia sui varii assi si otteneva l'aumento graduale della velocità di rotazione.

Presentemente questi apparecchi si andarono perfezionando ancora, sia nel cilindro interno che si rinforzò per poter resistere alle forti pressioni, cui è sottoposto, sia nella comunicazione del movimento, nella quale si evitarono le ruote dentate che occasionavano molti inconvenienti.

L'asse verticale del tamburo fu fatto di due pezzi: quello superiore riceve il movimento ed è sospeso superiormente sopra una ralla, inferiormente porta una staffa sulla quale si sospende la parte inferiore di detto asse.

Il primo conserva sempre la posizione verticale, il secondo può inclinarsi ora in un senso, ora in un altro.

Sull'asse verticale è imbiettata una puleggia di ghisa, rivestita di cuojo sulla sua circonferenza; essa è scorrevole su detto asse, e mantenuta ad una data altezza da una forchetta comandata dall'operajo. Questa puleggia si trova compresa tra due dischi verticali di ghisa perfettamente levigati posti su un medesimo asse orizzontale, che riceve direttamente il movimento dal motore. Questi dischi, che hanno un diametro eguale a sei volte quello della puleggia, sono spinti contro di essa da robuste molle, e quindi stanno tra loro a distanza eguale al suo diametro.

È evidente che se si metterà l'apparecchio in movimento quando la puleggia è nella posizione più bassa cioè verso il centro dei dischi, la velocità che ne riceverà sarà piccola, ma poco a poco, mediante apposito congegno a vite, si potrà sollevare colla forchetta finchè venga a toccare quasi gli orli dei dischi, e così la velocità andrà gradatamente aumentando. Quando quelli daranno 200 giri al minuto, la puleggia potrà darne circa 2400.

Quanto al tamburo si modificò bucherellando soltanto la parte cilindrica, ed inoltre mettendo contro le sue pareti delle stecche di legno, che impediscono che la stoffa venga ad aderire ed a soffregarsi contro il metallo.

Con simili apparecchi e con una velocità di circa 1500 giri, in 7 od 8 minuti si riesce ad asciugare quasi completamente le stoffe di lana.

Per le stoffe di cotone l'estrazione è più difficile, si esige quindi una maggiore velocità; bisogna allora rinforzare con tiranti e cerchi di ferro le pareti del tamburo, tanto più che oltre alla pressione della stoffa, coi tessuti di cotone si ha anche una forte pressione cagionata dall'aria, che è continuamente aspirata nella parte centrale del tamburo, e che, impedita di uscire dalla natura di questa stoffa, si accumula nell'interno.

Successe difatti che apparecchi di questo genere si ruppero con forte detonazione appena messi in movimento e raggiunta la massima velocità.

Conviene anche che l'altezza del tamburo non sia troppo piccola perchè la pressione si possa estendere sopra una sufficiente superficie. Un tamburo di 1 metro di diametro, destinato a contenere 30 chilogr. di stoffa bagnata, deve avere un'altezza non minore di 30 a 35 centimetri.

Dalle esperienze eseguite risulta che un tamburo del diametro di 1 metro, contenente 20 chilogr. di stoffa di lana, che cammini colla velocità di 1500 giri al minuto, e che quindi può produrne l'asciugamento in 7 od 8 minuti, estraendo circa 9 chilogr. d'acqua, esige presso a poco il lavoro di un cavallo-vapore di forza.

A proposito dell'essiccazione delle stoffe citeremo i seguenti dati esperimentali, tratti da una memoria di Rouget de Lisle, che danno mezzo di confrontare le azioni della torsione, della pressione e degli *idroestrattori*.

Rappresentando con 1 il peso di un pezzo di

flanella	*calicot*	seta	tela di lino
questo contiene dopo la torsione un peso d'acqua eguale a			
2	1	0.95	0.75
dopo l'azione di una forte pressione si riducono a			
1	0.60	0.50	0.40.
e dopo quella di un idroestrattore, di m. 0.80 di diametro che dia 500 a 600 giri al minuto, si riducono a			
0.60	0.35	0.30	0.25.

Gli idroestrattori variano di forma, dimensioni e di velocità a seconda degli usi cui sono destinati.

Per uso dei lavatoi pubblici, di stabilimenti di bagni, ecc. possono servire piccoli tamburi di m. 0. 60 di diametro, di lamina di rame o di filo di ferro galvanizzato, alti 15 cent. come quello della figura 210. La parete del

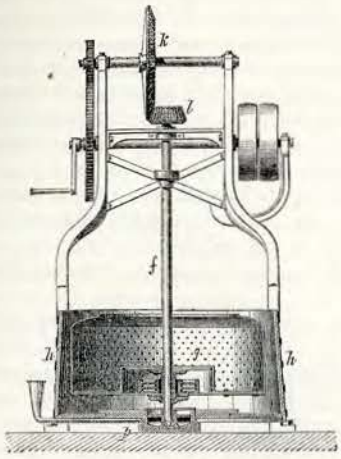


Fig. 210.

tamburo è in alto un po' rientrata in dentro, per impedire l'uscita della stoffa. Questi possono essere mossi a mano od a macchina.

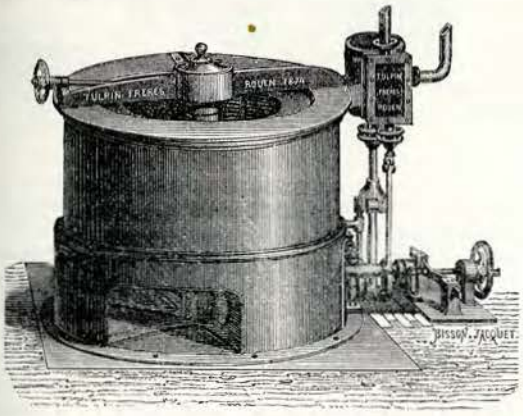


Fig. 211

Il lavoro fatto con queste macchine è facile e rapido. Dà ottimi risultati. Le stoffe di lana in ispecie ne escono morbide, e mai alterate, ondate o rotte come con altri mezzi. Si può praticare l'asciugamento con questo mezzo anche sulla lingeria più fina, e sugli stessi merletti senza alcun inconveniente. La biancheria può anche essere condotta ad un punto di asciugamento conveniente per sottoporla direttamente alla stiratura.

Di questi idroestrattori ve ne sono di varie dimensioni ed il loro prezzo varia dalle 400 alle 1500 lire.

Nelle grandi tintorie e manifatture di stoffe sono ora più estesamente applicati gli idroestrattori a movimento inferiore *(Essoreuses à commande en dessous)* ideati dai fratelli Tulpin di Rouen.

Questi estrattori (figura 211) camminano con minor velocità degli altri; il tamburo è fatto di filo di rame ritorto; essi ricevono il movimento da un motore a vapore speciale aderente alla macchina, col quale si può ottenere facilmente una velocità progressiva.

Nelle fabbriche di zucchero si usano pure idroestrattori, tanto per estrarre il sugo dalla polpa delle barbabietole, in quelle fabbriche che adoperano questa materia prima, quanto per separare lo zucchero cristallizzato dal sciroppo che lo imbeve.

Queste turbine sono tutte di ghisa, come quella della fig. 212; la velocità occorrente per l'estrazione del sugo è di circa 1400 giri al minuto. Il loro prezzo varia da 2500 alle 3000 lire.

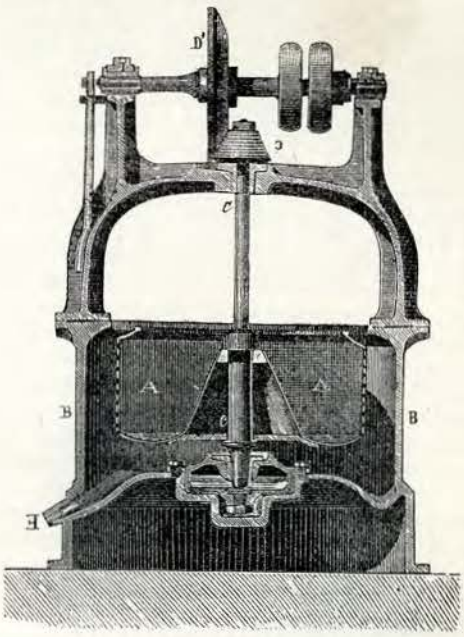


Fig. 212.

Essiccazione spontanea all'aria libera. — Lasciati a parte i mezzi meccanici, il metodo più antico, ed in se stesso più economico di essiccazione, e quindi largamente usato, è quello dell'*essiccazione spontanea ad aria libera.*

Le norme che si debbono seguire per l'impianto di essiccatoi di tale natura, sono quelle stesse che regolano la disposizione degli stabilimenti d'evaporazione all'aria libera, come saline ed apparecchi di graduazione.

In questi casi, la prontezza e perfezione dell'essiccamento e per conseguenza la sua economia dipendono dall'usufruire nel miglior modo possibile del calore solare e dell'azione disseccante dei venti, i quali, mettendo in continuo movimento l'aria, esportano quella già impregnata di vapori pel contatto colle sostanze umide, e ne fanno sottentrare altra più secca.

Si dovrà quindi badare di non impiantare simili essiccatoi in vicinanza di laghi, paludi, canali a corso lento, i quali, per la continua evaporazione che succede alla loro superficie, tendono a rendere l'atmosfera circostante in uno stato igrometrico maggiore che altrove. Quando poi non si possa fare altrimenti, si badi almeno, osservata la direzione del vento dominante, a porli per rispetto a questo a sopravvento di tali sorgenti d'umidità, e cioè che il vento passi prima per gli essiccatoi per poi raggiungere quelle altre. Quando poi si credesse necessario e fosse economicamente conveniente, si potrebbero anche mettere al riparo dalle emanazioni umide mediante alti muri, o tavolati, ecc.

È evidente l'economia di questo sistema, dal momento che non occorre consumo alcuno di combustibile, e solo

si dovrà tener conto del locale occupato, della spesa d'impianto e conservazione delle opere necessarie, e della mano d'opera occorrente a portare i materiali da essiccare sul luogo, e ad esportarli quando siano convenientemente asciutti.

Grande è il numero delle industrie di maggiore o minor importanza che si valgono dell'essiccazione spontanea ad aria libera.

Annovereremo anzitutto l'estrazione di pietre da costruzione, le quali talvolta, come succede specialmente per talune qualità di arenaria, hanno bisogno, prima di venir impiegate nelle fabbriche, ed anche di esser lavorate, di esser per un tempo più o meno lungo lasciate essiccare, che così perdono la così detta *acqua di cava*, acquistandone maggiore durezza e resistenza all'azione disgregante degli agenti atmosferici.

Tale operazione, che si può dire in realtà completamente spontanea, si compie senza operazioni apposite, lasciando a sè i blocchi estratti sui fianchi della montagna, o tutto al più esponendo in luogo ben soleggiato ed asciutto i pezzi che subirono una prima grossolana lavorazione.

Una simile essiccazione si fa subire talora anche ai combustibili fossili estratti dalle cave; ma è poi quasi sempre indispensabile per le *torbe*.

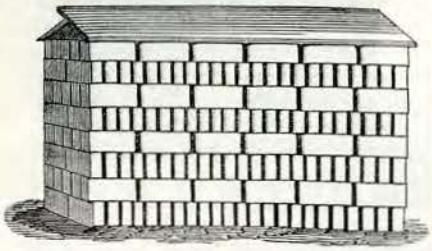


Fig. 213.

Queste, tolte da luoghi lacustri e paludosi, sono, appena estratte, talmente imbevute d'acqua, che non solo non potrebbero bruciare, ma presenterebbero lo svantaggio di un peso inutilmente grande per il trasporto.

Eseguito quindi il taglio di uno strato nella torbiera, lo si rompe in larghi pezzi che si inclinano sull'orlo della fossa, per lasciarne scolare l'acqua ed asciugare esponendoli ai raggi del sole. Finalmente rotti in pezzi più piccoli, o si espongono su tavolati o castelli di legno appositamente costrutti, ovvero se ne fanno delle cataste, non troppo serrate perchè vi possa circolare l'aria, e si lasciano così per quel tempo che si crede praticamente conveniente.

È comune l'operazione di porre a seccare liberamente all'aria i laterizii prima di sottoporli alla cottura.

I mattoni, le tegole, ecc., dopo di essere stati foggiati a mano od a macchina, si lasciano per uno o due giorni stesi sul suolo, e quindi si dispongono in muricciuoli convenientemente distaccati dal suolo con battuto di terra, e con tavole di legno perchè l'acqua non li sformi, e di sopra coperti con pioventi di paglia o con tegole già cotte (fig. 213). Così si lasciano per mesi, finchè, per l'azione del calore solare e dell'aria che liberamente vi circola, raggiungono un tal punto di essiccazione, da non correr più pericolo di essere alterati quando si mettano nella fornace.

A questo proposito osserveremo come in quelle fabbriche di laterizii, dove si hanno delle fornaci a fuoco continuo, generalmente si praticano al disopra del forno delle camere, dove si utilizza il calore trasmessovi, e che andrebbe perduto, per essiccarvi i materiali più fini, come quadrelle per pavimenti, ecc.

Similmente nelle fabbriche di porcellane e di majoliche si utilizza il calore irradiato dai forni per la essiccazione delle stoviglie ancora umide appena foggiate.

Chi, con ostinata pertinacia nelle costumanze antiche, continua con poco invidiabile costanza a servirsi di questo modo di essiccazione, è la lavandaja.

Dopo di aver ottenuto con acqua non sempre abbastanza scorrevole e pulita la nettezza dei panni e della biancheria, coadjuvandosi spesso, a vece di ranno e sapone genuini, dell'azione più rapida, ma anche più corrosiva degli ipocloriti, la lavandaja chiede al sole ed all'aria di terminare la sua opera.

Perciò, impiantato in modo più o meno fisso un sistema di cordicelle o fili di ferro (talvolta, ma non sempre zincati) sostenuti da pali od alberi, vi sovrappone le stoffe lavate perchè si essicchino, naturalmente confidando che non piova.

È evidente la poca opportunità di questo sistema. Anzitutto, per l'azione abbastanza lenta di questo metodo, e per la sua natura istessa esige una grande superficie; quindi là dove si pratica in vicinanza di grandi città, vi è talvolta uno spazio non piccolo assolutamente perduto alla coltivazione per consacrarlo a questi stendaggi. Ne informino parecchi dei sobborghi di Torino,

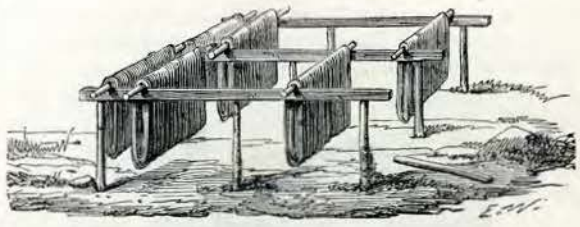


Fig. 214.

città che per tanti riguardi così avanti nella via del progresso, si mantiene, non sappiamo per quale assieme di circostanze, al più completo e sconsolante *statu quo* in fatto di lavanderìa.

Ma l'inconveniente maggiore evidentemente sta nell'incertezza dell'essiccazione ottenuta in questo modo, che tutto dipende dalla costanza del clima e delle vicende atmosferiche; e pur troppo succede specialmente durante le lunghe pioggie primaverili ed autunnali, e d'inverno, che la madre di famiglia, la buona massaja aspetti per giorni interi il suo bucato, e finalmente se lo vede portare a casa completamente bagnato, e talora anche gelato.

Anche nelle fabbriche di filati, dopo l'imbianchimento o la tintura e dopo di avere, o colla torsione o cogli idroestrattori, eliminata gran parte del liquido, si pongono le matasse ad asciugare all'aria libera, stendendole sopra dei cavalletti, come nella fig. 214, in luogo ben aerato, che può essere al sole per le stoffe o fili incolori, ma che va all'ombra per quelle tinte, specialmente se con colori delicati.

Vedremo in seguito quali siano i mezzi, a cui si potrebbe ricorrere per portare un più valido ajuto ai mezzi naturali di essiccazione, e quali perfezionamenti si potrebbero introdurre nell'essiccazione della biancheria lavata.

Frattanto noteremo come, invece di stendere questa, ed in genere i tessuti ed i filati, semplicemente su delle funi all'aperta campagna, dove è minacciata dalle intemperie, si potrebbe esporla all'azione dell'aria

in luoghi coperti. Questi possono essere di differente natura.

Soventi si costruggono degli impalcati, o specie di castelli, di poca larghezza da 0.50 ad 1 metro, a varii piani, e ricoperti di un tetto.

Questi castelli servono specialmente per farvi asciugare i filati lavati o tinti, o per essiccare le formelle dei residui di concia, che si vendono poi come combustibile.

Dovendo essiccare delle stoffe, soventi si sospendono a delle traverse in legno, disposte in forma di griglia alla parte superiore di una torre quadrata (fig. 215). Le stoffe pendono così nell'interno ed all'esterno di questi stenditoi, le cui pareti sono formate da persiane, per modo che l'aria circoli anche liberamente nell'interno.

Questi edifizii sono talora anche muniti in basso di caloriferi, ed allora quando il tempo è cattivo, si ritirano le stoffe nell'interno e si essiccano mediante la corrente d'aria calda che dal basso va in alto.

Vedremo però in seguito che questo metodo è lungi dall'essere perfetto.

Per l'essiccazione delle biancherie è conveniente dare



Fig. 215.

dimensioni sufficientemente grandi a queste sorta di edifizii, che possono così essere anche costrutti in muratura, ma aperti per modo che l'aria vi possa liberamente circolare.

Le condizioni più opportune per questi edifizii sono: 1° disporli in luoghi, ove l'aria possa circolare liberamente, e quindi non circondati troppo prossimamente da altri edifizii; 2° farli il più alti possibile, perchè l'aria è generalmente tanto più secca ed agitata quanto più è lontana dal suolo; 3° dare libero accesso all'aria da tutte le aperture.

Il tetto poi dovrà sporgere convenientemente all'infuori per riparare le parti sottostanti dalle pioggie oblique.

Entro a questi locali si disporranno le sostanze a seccare nel modo più opportuno a seconda della loro natura.

Evidentemente una simile disposizione, utile per l'essiccazione di panni e biancherie, serve pure ad altri scopi, per stendere filati, carta, oggetti verniciati, sali, sostanze polverulente, ecc. Col mezzo su indicato si asciuga di fatti la carta così detta a mano appena fabbricata, e dopo che si passò nel bagno di colla animale o di resina per incollarla.

Un utile perfezionamento è quello di munire le pareti di persiane mobili che si possano chiudere od aprire a piacimento, e così impedire l'accesso dell'aria quando fosse troppo carica di umidità.

Tra le sostanze, per la cui essiccazione si ricorre generalmente all'aria libera, vanno ricordati ancora i frutti, specialmente nei paesi meridionali, e così i fichi, l'uva, le prune secche si ottengono per l'azione dell'aria e del sole esponendoli generalmente su graticci di canna, che si pongono al coperto durante la notte.

Per tale scopo però, generalmente l'azione del sole e dell'aria è coadjuvata o completata, od anche alternata mediante quella di forni o di stufe.

L'essiccazione spontanea all'aria libera, malgrado la sua naturale economia, porta però con sè il grave inconveniente della sua incertezza, per modo che, a seconda dello stato termico ed igrometrico dell'aria, e secondo che è più o meno mossa dal vento, l'essiccazione può procedere pronta o lenta. Questo è grave inconveniente, specialmente quando si fossero adattati locali come ora si è accennato a servizio di una data industria, perchè talora, per la troppa lentezza nell'operazione, potrebbero riuscire insufficienti a contenere tutta la materia da essiccare, a meno di dar loro smisurate proporzioni.

Ad evitare questi inconvenienti, servono gli altri sistemi di essiccazione, di cui ora terremo parola.

Ricordiamo che le condizioni essenziali per la rapidità dell'essiccazione sono:

1° Il rinnovamento dell'aria attorno alle sostanze da essiccare; 2° la maggiore secchezza dell'aria medesima; 3° la maggiore temperatura, che, a parità delle due precedenti condizioni, aumenta pure la rapidità dell'essiccamento.

Di queste tre condizioni, la prima però è la più essenziale ed indispensabile, e le altre due soltanto accessorie.

Avremo quindi:

Essiccatoi a semplice rinnovamento d'aria;
Essiccatoi ad aria disseccata;
Essiccatoi col concorso del calore.

Essiccatoi a corrente d'aria forzata. — Come abbiamo detto, la più importante delle condizioni per l'essicazione è il rinnovamento dell'aria. Questo si può ottenere artificialmente in varii modi. Si può ricorrere anzitutto a dei ventilatori, ad esempio, a quelli a forza centrifuga. Ponendo un dato ambiente in comunicazione diretta coll'apertura centrale di uno di questi ventilatori, si può suscitare mediante il movimento di questo una corrente d'aria in quell'ambiente, esportando quella già più o meno satura di umidità e richiamandone così dall'esterno della nuova più secca.

A seconda dell'importanza dell'industria si potranno mettere in movimento questi ventilatori o a mano, o con caduta d'acqua o a vapore.

La corrente d'aria può anche essere prodotta mediante un camino di richiamo.

Questo modo può convenire in molti casi, così all'essiccazione delle telerie imbiancate o tinte, nelle fabbriche di colla o di gelatina, per sostanze polverulente, ecc.

Essiccatoi ad aria disseccata. — Altra condizione essenziale per la pronta essiccazione è non solo il rinnovamento dell'aria, ma il suo grado di secchezza.

Notiamo ancora che il grado di saturabilità dell'aria è anche in relazione colla temperatura, e siccome pel semplice fatto dell'evaporazione, la temperatura del-

l'ambiente si abbassa, diminuisce pure la quantità di vapore, di cui l'aria si può caricare.

Per conseguenza, in molti casi, specialmente dove conviene che l'evaporazione sia rapida, e dove le sostanze da essiccare potrebbero soffrire per un troppo lungo contatto coll'aria umida, come, ad esempio, nelle fabbriche di colla, che d'altra parte non si può asciugare a temperatura elevata, si ricorre allo spediente di disidratare l'aria prima di lasciarla penetrare nelle camere di prosciugamento.

La disidratazione dell'aria si può effettuare con facilità e senza grave dispendio mediante la calce viva e col cloruro di calcio.

La prima di queste sostanze anche idratata può trovare applicazioni, e questo fatto può diminuire il costo dell'essiccazione. Quanto alla seconda, dopo un certo tempo, esige di esser essiccata e calcinata, dopo di che può nuovamente servire; si dovrà quindi essenzialmente tener conto del costo di queste operazioni, per le quali del resto è quasi sempre facile impiegare calori perduti di forni, di generatori a vapore, ecc.

Queste sostanze possono essere disposte entro casse di legno, e sopra dei graticci in piani orizzontali. Queste casse si faranno comunicare superiormente coll'essiccatojo, inferiormente e lateralmente coll'aria esterna; oltre di ciò bisognerà praticare le opportune aperture per il rinnovamento di tali sostanze.

Condizione essenziale è che queste casse abbiano una grande sezione per modo che l'aria vi cammini con grande lentezza, e così si disidrati perfettamente.

Adoperando della calce viva, queste casse, come i varii piani su cui posa, possono essere completamente di legno; servendosi del cloruro di calcio invece, bisognerà disporlo sopra graticci metallici, oltre a ciò il fondo delle casse dovrà essere disposto in modo da poter raccogliere il cloruro di calcio liquefatto.

Una delle condizioni essenziali da osservarsi nella disposizione di qualsiasi essiccatojo, è che l'aria ne esca il più possibile satura d'umidità, naturalmente in relazione colla temperatura, alla quale l'essiccazione si produce.

Questa condizione si può quasi completamente realizzare nel seguente modo.

Si divide l'essiccatojo in due parti con un tramezzo, nel quale però sono praticate alle estremità delle aperture, munite di chiudende, per modo da poter mettere a volontà in comunicazione tra loro i due scompartimenti; ognuno di questi poi deve comunicare colle casse, dove si secca l'aria, e col ventilatore o camino di richiamo.

Avuta questa disposizione, si incomincierà a far passare l'aria nella direzione dal 1° al 2° scomparto, naturalmente l'aria più secca, cominciando a passare pel 1°, le sostanze in esso contenute saranno più prontamente seccate; si chiuderà allora la comunicazione, facendo passare l'aria solo nel 2°, mentre nel 1° si rinnoveranno le sostanze. Riaperta la comunicazione, si farà passare l'aria nel senso dal 2° al 1°, finchè si crederà conveniente di ritirare le materie essiccate dal 2° scompartimento, ed allora si rinnoverà per questo quello che già si era fatto pel primo. È evidente che con questa alternativa si otterrà il risultato di far passare l'aria più secca su sostanze già in parte essiccate, e quindi su quelle più umide, per modo che l'aria si caricherà completamente di umidità, e così se ne ricaverà il massimo effetto utile, mentre d'altra parte l'operazione procederà più rapida.

Essiccazione col concorso del calore. — A rendere più pronta ed efficace l'essiccazione, in molti casi si ricorre all'azione del calore.

Il concorso del calore si può applicare in varii modi, o mettendo le sostanze in ambienti riscaldati, ed allora si hanno gli *Essiccatoi ad aria calda*, assai impropriamente chiamati anche *stufe*, ovvero mettendo le sostanze a *contatto diretto con superficie riscaldate*.

Parlando anzitutto del primo metodo, notiamo come vi si possono ancora dare varie disposizioni. Si può infatti dividere questi essiccatoi in tre classi: quelli che ricevono l'aria calda dall'esterno; quelli che, oltre all'accesso d'aria calda esterna, hanno anche un riscaldamento interno; finalmente quelli in cui non vi è un accesso regolare d'aria dall'esterno, ma la vaporizzazione è prodotta soltanto da un riscaldamento all'interno.

Essiccatoi a corrente d'aria calda. — Questi essiccatoi sono nel loro insieme costituiti da un ambiente chiuso, nel quale si dispongono le sostanze da essiccare, e nel quale sono praticate soltanto due aperture, una per l'accesso dell'aria calda, l'altra per l'uscita di quella carica di umidità.

È evidente che, siccome l'aria calda più leggiera tenderebbe spontaneamente a portarsi rapidamente in alto, qualora si disponessero le aperture in modo che l'aria calda, entrata dal basso, dovesse sfuggire dall'alto, prontamente se ne andrebbe senza aver prodotto che poco effetto utile. È quindi prima norma da osservarsi il procurare che l'aria calda, entrata dall'alto, venga fatta uscire in basso da un camino di richiamo; per tal modo si spanderà più uniformemente, e non correrà rischio di uscire in parte non saturata. Si otterrà anche maggiore regolarità nell'operazione, facendo arrivare l'aria calda in alto per mezzo di un canale apposito, piuttosto che farle attraversare una parte delle sostanze umide.

La quantità di calore, che si consuma in un essiccatojo, fatta astrazione da quella quantità che si perde pel riscaldamento ed irradiamento delle pareti e di alcune altre perdite, si può considerare eguale a quella necessaria alla formazione del vapore, più quella che resta nell'aria che esce col vapore stesso.

È evidente che l'aria calda, che entra in un essiccatojo, anzitutto si deve raffreddare col cedere del calore alle sostanze da essiccare e per la conversione del liquido in vapore; per tal modo diminuisce il suo grado di saturabilità, però a poco a poco questo va nuovamente crescendo colla temperatura quando le sostanze si saranno riscaldate; allora la temperatura del miscuglio d'aria e di vapore andrà crescendo, e ad un certo limite la quantità di calore, contenuta in un'unità di volume di miscuglio d'aria e di vapore alla loro uscita, sarà eguale a quella contenuta nell'aria del miscuglio alla sua entrata; ma, oltrepassato questo limite, l'aria non potrà più essere satura, ed è evidente che, se essa uscisse alla stessa temperatura a cui è entrata, non conterrebbe più vapore.

Noi possiamo adunque considerare tre periodi distinti nell'operazione di riscaldamento e di essiccazione:

Nel primo il calore, portato dall'aria, scalda le sostanze da essiccare, e l'aria esce satura ad una temperatura che si avvicina a quella esterna.

Nel secondo, l'aria si satura di vapore ad una temperatura che va via via crescendo fino ad un certo limite, che naturalmente varia colla temperatura all'entrata dell'aria; raggiunto questo limite, si ha un periodo di costanza, che si può anche dire *regime* dell'essiccatojo, per una specie di equilibrio che si realizza tra la saturazione dell'aria e la sua temperatura.

Finalmente nel terzo periodo, durante il quale termina la disseccazione, l'aria esce non più satura, e così

la sua temperatura aumenta, e sarà evidentemente tanto meno satura, quanto più alta sarà la temperatura; il limite di questa evidentemente è quello (fatta astrazione beninteso delle perdite esteriori) della temperatura d'entrata; a questo limite l'aria non si sarebbe più caricata di vapore, ed il calore andrebbe perduto. È evidente che quando anche non si raggiunga questo limite, nell'ultimo periodo si ha una notevole perdita di calore.

Vedremo fra breve il modo di realizzare il massimo effetto utile, tenendo calcolo delle condizioni di questi varii periodi.

L'ambiente di un essiccatojo si può scaldare, facendovi penetrare l'aria che ha servito alla combustione in un focolare, ovvero che sia stata scaldata per trasmissione. Nel primo caso, l'aria avrà parecchi inconvenienti. Anzitutto è quasi impossibile evitare un po' di fumo, ed oltre a questo della cenere che viene sempre trasportata meccanicamente, e queste sostanze possono alterare e pregiudicare le materie da seccare.

Ma, oltre a ciò, l'aria che venisse direttamente da un focolajo, sarebbe per se stessa viziata e poco respirabile, e così resterebbe dannoso e quasi impossibile agli operai il penetrare nelle camere di essiccazione. Questo modo è quindi di applicazione molto ristretta. Generalmente invece si fa penetrare nelle camere dell'aria scaldata con caloriferi ad aria calda, ovvero si scaldano gli ambienti coll'acqua calda o col vapore.

Gli essiccatoi sono generalmente vaste camere, in cui le sostanze sono disposte a seconda della loro natura, come vedremo in seguito. Frattanto ricordiamo che, oltre alle aperture di uscita e di entrata dell'aria, ne occorrono delle altre per l'entrata delle sostanze e degli operai; finalmente delle finestre per illuminare il lavoro di questi.

Le pareti, in ogni caso, andranno fatte coi materiali meno conduttori, in muratura ordinaria, in legno, in gesso, per avere minori perdite esterne di calore; le aperture d'introduzione delle sostanze e per l'illuminazione, ridotte al puro necessario e chiuse perfettamente durante l'essiccazione.

Pel buon andamento dell'operazione, bisogna anzitutto badare alla disposizione delle sostanze da seccare ed alla distribuzione dell'aria.

Le sostanze, a seconda della loro natura, dovranno sempre essere disposte in modo da presentare la massima superficie, e mai in grossi strati.

Per le sostanze polverulenti, soventi (come vedremo in seguito) conviene di aver mezzo di far variare la superficie di essiccazione.

L'aria calda poi deve poter camminare e distribuirsi in modo uniforme, e possibilmente a strati paralleli.

Con queste avvertenze si realizzeranno le due condizioni essenziali di una buona essiccazione:

1° Che l'aria esca completamente satura, almeno nei due primi periodi; 2° che l'aria sovrasatura di vapore non ristagni in alcun punto.

Se non si realizzassero queste due condizioni, si avrebbe: perdita di calore, ed inoltre l'aria satura di umidità, ristagnando in qualche punto, potrebbe impedire l'evaporazione ed anche alterare le sostanze, specialmente se, come potrebbe succedere, il vapore si ricondensasse e colasse lungo le pareti naturalmente più fredde.

Perciò si procuri di avere la maggiore estensione di superficie ed uniformità di distribuzione nelle sostanze, e regolarità nel movimento dell'aria.

Questa, come già si disse, sarà sempre conveniente che penetri dall'alto, ed esca al basso e possibilmente al livello del suolo. Con questa disposizione l'aria calda, che altrimenti si eleverebbe rapidamente, è costretta a diffondersi e percorrere il cammino inverso con lentezza, fatto che ajuterà la sua completa saturazione. Si può anche aumentare l'uniformità di cammino dell'aria, ed evitare i ristagni, moltiplicando le aperture della sua uscita.

Si ottiene questo, dando un doppio fondo all'essiccatojo, e nel primo che ne costituisce il pavimento, praticando delle aperture che pongono in comunicazione l'ambiente col camino di richiamo, mediante lo spazio che sta sotto al pavimento medesimo.

I camini di richiamo debbono essere sufficientemente alti e di tali sezioni da dare all'aria nell'essiccatojo la opportuna velocità. Naturalmente varieranno le loro dimensioni con quelle dell'ambiente e colle temperature d'entrata e d'uscita dell'aria.

Generalmente se ne aumenta l'effetto, facendoli percorrere nel loro centro dal tubo del forno di riscaldamento dell'aria, che dovrà essere in lamiera di ferro. L'apertura superiore di questo dovrà sovrastare a quella del camino di richiamo, perchè il fumo non ritorni indietro, sovrattutto quando il fumo potesse nuocere alle sostanze da essiccare. Entrambi dovranno essere coperti da un cappello per impedire il riflusso del vento, anzi si possono munire di apparecchi che possano far servire la velocità del vento ad aumentare il tiraggio.

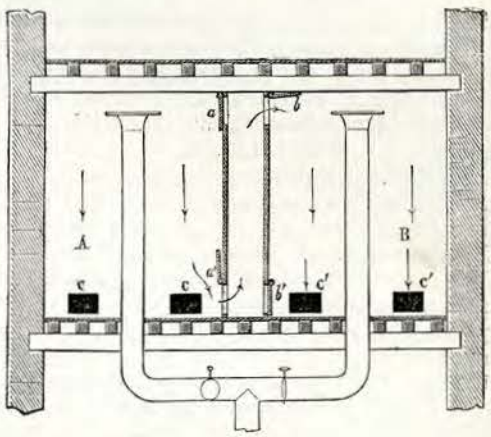


Fig. 216.

In qualsiasi essiccatojo, si hanno tuttavia delle perdite notevoli di calore. Una delle più essenziali è quella già notata, e che succede nel terzo periodo della operazione; quando, cioè, l'aria non esce più satura e va via via aumentando di temperatura.

Questa perdita tuttavia si può facilmente evitare.

Si ripeta la disposizione già indicata per gli essiccatoi ad aria secca, e cioè si divida l'ambiente in due sezioni A e B (fig. 216). Queste sezioni sono separate da due tramezzi, tra i quali deve esservi uno spazio, la cui sezione orizzontale sia maggiore di quella del camino di richiamo. Entrambi i tramezzi hanno in alto ed in basso dei registri od aperture chiudibili.

In principio, riempite le due sezioni colle sostanze da seccare, si faccia entrare l'aria calda in A, ma si chiudano i registri *a*, *a'*, l'aria carica di vapori uscirà per le aperture C, e l'essiccatojo funzionerà come uno ordinario.

Quando però si incomincierà ad essere al termine del secondo periodo, e che l'aria non sarà più satura, si chiuderanno i registri C, e si apriranno quelli *a'* *b* e C';

allora l'aria non più satura di vapore e calda passerà da A in B. Quando in A le sostanze saranno completamente secche, si chiuderanno i registri *a'* e *b*, e l'aria calda si farà entrare soltanto in B.

Frattanto si estrarranno le materie secche dal compartimento A e se ne metteranno delle altre umide, e, fatta la carica, si apriranno i registri C, *b'* ed *a*, per modo che l'aria da B passerà in A. E così di seguito.

È evidente che con questa alternativa, facendo cioè funzionare l'essiccatojo in modo continuo grazie ai due compartimenti, si sarà evitata la perdita di calore che altrimenti si avrebbe nel terzo dei periodi accennati.

Oltre a questo poi, mediante questa alternativa, si diminuiranno ancora alcune altre perdite di calore che ora andremo accennando.

Una di queste, e che è quasi inevitabile, consiste nel calore che rimane nelle sostanze seccate.

Tuttavolta è evidente che in certi casi si potrebbe approfittare di questo calore per scaldare dell'aria che in un altro ambiente possa servire ad un principio di essiccazione od a qualche altro uso.

Altra perdita di calore succede per quella quantità che rimane nell'aria dell'essiccatojo alla fine dell'operazione. Si tenta di diminuire questa perdita, disponendo le sostanze per modo da godere il maggiore spazio, e lasciando poco vuoto, pur tuttavia badando a dar modo agli operai di avere una libera circolazione per il lavoro interno.

Finalmente, come già si è accennato, una certa quantità di calore si perde per il riscaldamento delle pareti dell'edifizio e per la loro irradiazione all'esterno. Questa perdita forzata si diminuirà pure, facendo i muri spessi e per quanto si può di materiali poco conduttori; inoltre rendendo il lavoro continuo colla disposizione indicata, ed accelerando, per quanto è possibile, l'uscita degli oggetti secchi e l'introduzione dei nuovi umidi, si potrà anche avere una sensibile diminuzione in questa perdita.

Essiccatoi ad aria calda ed a riscaldamento interno. — In questa seconda categoria di essiccatoi, il processo di essiccazione evidentemente sarà come nei precedenti, ma per il riscaldamento interno l'effetto utile può essere aumentato.

L'aria calda generalmente si fa anche qui entrare dall'alto ed uscire dal basso; e quasi sempre si fa arrivare l'aria per un canale che inviluppa in parte la superficie del riscaldamento interno.

Anche qui si possono avere delle perdite di calore massime pel fatto che l'aria già satura, riscaldandosi ancora pel contatto con questa superficie di riscaldamento, può uscire non completamente satura.

Si potrà evitare questo inconveniente dividendo l'essiccatojo in varii compartimenti, e la disposizione più conveniente è rappresentata dalla seguente figura schematica (fig. 217).

I due compartimenti A e A' si possono far operare da soli, facendo entrare l'aria da *o*, lasciandola riscaldare in C dai tubi di scaldamento, e facendola uscire per *m'*. Quando l'aria non sarà più satura, si fa passare pei compartimenti B e B' scaldando i tubi D, e facendola uscire per *n'*.

Quando le sostanze saranno secche in A ed A', si farà passare l'aria soltanto da *o* in *n*, naturalmente chiudendo le comunicazioni coi primi due compartimenti; rimpiazzate le sostanze in A ed A', si ripeterà l'operazione di prima in senso inverso, e così di seguito, ottenendo così anche in questo caso un lavoro continuo.

Essiccatoi a riscaldamento diretto. — Gli essiccatoi di questa natura non sono costituiti da altro che da un ambiente chiuso, nella parte inferiore del quale sta un calorifero, ed in alto vi sono delle aperture munite di valvole leggiere che permettono l'uscita all'aria carica di vapori.

Generalmente questo metodo è adottato quando le sostanze possono sopportare una temperatura superiore ai 100 gradi, perchè così si ottiene un maggior effetto utile che colla corrente d'aria calda, che altrimenti sfuggirebbe ad una temperatura troppo elevata.

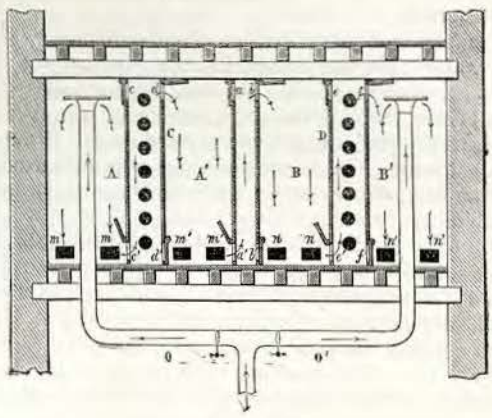


Fig. 217.

Regolatori della temperatura. — Qualunque sia il modo di essiccazione pel calore, è evidente che per una troppo attiva azione dei caloriferi, per una diminuzione nel tiraggio, o per qualsiasi altra causa può succedere che la temperatura nell'ambiente si innalzi al disopra di quella che converrebbe alle sostanze poste a seccare, e che, come abbiamo notato, dovrebbe costituire il regime, specialmente durante il secondo periodo.

Ad impedire questo inconveniente che talora potrebbe recare gravi danni, si applicano generalmente dei regolatori della temperatura, i quali, agendo o sopra i registri d'introduzione dell'aria, o su quelli del camino del calorifero, o sul cenerajo di questo, possono rendere più costante ed uniforme il grado di calore.

Questi regolatori possono essere fondati sulla dilatazione di un metallo, di un liquido, o di un gas, ovvero mossi dall'elettricità. Non faremo però altro che ricordarli, senza passare a descriverli.

ESSICCAZIONE MEDIANTE CONTATTO CON SUPERFICIE RISCALDATE. — Un altro sistema di essiccazione, mediante il calore, è quello che in modo elementare ed in piccola scala si pratica dalla stiratrice mediante il ferro, e che viene esteso, con apparecchi più o meno complicati, ad operazioni in grande in parecchie industrie: cioè, *mediante il contatto di superficie riscaldate.*

Avendo, ad esempio, da asciugare una stoffa bagnata, si può farlo, ponendola a contatto con una lastra di metallo di eguale superficie, che sia riscaldata a temperatura conveniente.

La disposizione però che si usa più comunemente è quella di dare alle superficie riscaldanti la forma di cilindri giranti, entro ai quali si fa giungere del vapore, e sui quali scorrono le sostanze da seccare.

Le figure 218 e 219 ci rappresentano un apparecchio di questo genere atto ad asciugare le stoffe.

Un grande cilindro di rame, vuoto internamente, può girare sopra un sopporto in ghisa.

Mediante l'asse che è pure vuoto, da una parte giunge il vapore d'acqua, e dall'altra scende l'acqua che si è con-

densata nell'interno, e che è raccolta dal tubo ad S, nella figura qui contro punteggiato, che gira col cilindro.

La stoffa passa spinta da una leggiera trazione sulla maggior parte di questo cilindro, e vi è tenuta aderente mediante i due rulli sottostanti.

Evidentemente si potranno dare disposizioni diverse a questi apparecchi, e sovrattutto complicarli maggiormente, aumentando il numero dei cilindri quando questo si creda conveniente.

Questo metodo è utilissimo nelle fabbriche, dove si hanno pezzi di stoffe di grande lunghezza (senza fine), perchè una volta impiantato l'apparecchio, può procedere senza altre operazioni.

Apparecchi di questo genere sono pur adoperati per seccare la carta continua o a macchina. La carta umida che esce dalla macchina, passa mediante un sistema di tele senza fine sopra una serie di questi cilindri di rame riscaldati a vapore, e che fanno, per così dire, parte della macchina stessa. Per i dettagli al riguardo rimandiamo il lettore all'art. CARTA della presente *Enciclopedia*.

ESSICCAZIONE NEL VUOTO. — Ogni qualvolta si mantiene per un dato tempo una sostanza umida in un luogo chiuso con un'altra molto igrometrica, la prima si essica. L'operazione procede lentamente nell'aria, ma nel vuoto invece può farsi molto più rapida.

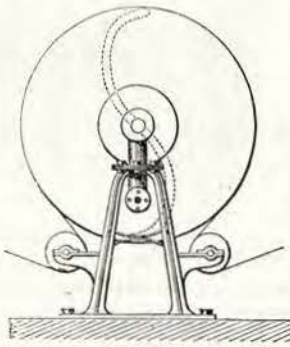


Fig. 218.

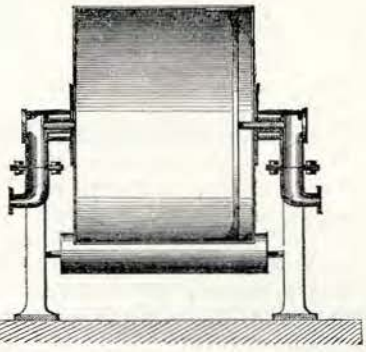


Fig. 219.

Questo modo di essiccazione si pratica nei laboratorii di chimica, specialmente con sostanze che potrebbero soffrire per l'azione del calore.

Evidentemente nello stesso modo che industrialmente si pratica l'evaporazione mediante il vuoto, si potrebbe pure servirsi di sistemi analoghi per l'essiccazione.

Tuttavia non esistono ancora importanti industrie, ove l'essiccazione si compia mediante l'azione del vuoto, e sussidiariamente quella di sostanze assorbenti il vapore d'acqua.

Questo metodo può però venir utilmente applicato a prosciugare sostanze alimentari, specialmente le carni, dove si richiede un'azione rapida, ma che potrebbero venir più o meno alterate dal calore (V. CONSERVAZIONE DELLE SOSTANZE VEGETALI ED ANIMALI).

Esaminate così le cose più generali sull'andamento e sulla disposizione degli essiccatoi in genere, veniamo ora a dare una breve scorsa a quelle disposizioni speciali di forma che sono occorrenti per i varii scopi, a seconda della natura delle sostanze.

Abbiamo già viste le principali applicazioni dell'essiccazione all'aria libera, molte delle quali possono pur farsi con correnti d'aria fredda.

Ricorderemo ancora come nelle fabbriche di colla la essiccazione non si possa compiere ad alta temperatura, altrimenti la colla fonderebbe o, per lo meno, si rammollirebbe. La condizione più essenziale è invece la secchezza dell'aria, per evitare che l'umidità faccia sviluppare dei micodermi, delle crittogame che alterano la colla.

Quando questa ancora gelatinosa si toglie dagli stampi, in cui si è rappresa, si taglia in sottili fette con fili di ferro, e queste si pongono su graticci che poi si portano negli essiccatoi.

Questi potranno essere a corrente d'aria esterna seccata come si disse più sopra.

Soltanto d'inverno, con un riscaldamento interno moderato, è meglio innalzare la temperatura dell'ambiente, non tanto per accelerare l'essiccamento, ma specialmente per impedire che la massa si screpoli.

Tra le industrie richiedenti talora una essiccazione generalmente coadjuvata dal calore, possiamo notare: le lavanderie tanto per l'uso domestico come quelle che esistono nelle fabbriche dei filati e delle stoffe, le tintorie, la fabbricazione della carta e quella dei sigari; oltre a questi, l'essiccazione del legno e della torba, specialmente per scopi metallurgici, le carrozze verniciate, e finalmente molte sostanze polverulente, come amido, orzo germoliato, sali di varia natura, zucchero, ecc.

È evidente che tutte queste industrie esigeranno disposizioni diverse negli essiccatoi, oltre che potranno e dovranno essere condotte a temperature differenti.

ESSICCAZIONE DEI TESSUTI, DEI FILATI E DELLE BIANCHERIE. — Abbiamo già parlato dell'essiccazione all'aria libera, e di quegli edifizii, in cui, quando le condizioni atmosferiche non sono opportune, si può ricorrere all'azione del calore dal basso in alto. Tuttavia questi essiccatoi sono poco convenienti, ed è meglio ricorrere a quelli fatti a corrente d'aria calda.

Lo stendaggio si potrà fare in essi come in quelli ad aria libera, mediante corde tese o cavalletti.

Per piccoli seccatoi può servire la disposizione indicata dalle due figure (220 e 221). Il calorifero A prende l'aria dall'esterno, ed ha in F F G il suo condotto pel fumo; questo, dopo di aver percorso orizzontalmente l'ambiente, si innalza percorrendo il tubo più largo H, chiuso in basso, ma in cui si immettono i due tubi K ed I, che si aprono in basso a poca distanza dal suolo. Il tubo del fumo si aprirà ad una maggiore altezza di quello H di richiamo. L'aria calda entrerà pel cilindro di lamiera che circonda il calorifero A, e che in basso comunica coll'esterno.

Nelle fabbriche di stoffa si può seccare anche mediante apparecchi molto più piccoli. Si adoperano a tale scopo le disposizioni rappresentate dalle figure 222 e 223. La tela o stoffa senza fine scorre sopra dei rulli.

Nella fig. 222, la tela percorre il suo cammino di alto in basso, mentre l'aria calda, entrata da E ed F in basso, esce in alto per G ed H, chiamata da un ventilatore o da un camino di richiamo.

La stoffa riceverà l'azione dell'aria calda sulle due faccie, grazie al movimento a zig-zag sui rulli.

Con un conveniente tiraggio e con una velocità proporzionata della stoffa questa uscirà completamente secca.

La figura 223 rappresenta una disposizione anche più semplice, l'aria calda entra per C e D, ed uscirà per E e F, naturalmente la stoffa dovrà marciare da F verso C.

In questi apparecchi l'aria si raffredda molto, ed escirà satura ma a bassa temperatura. Si potrà aumen-

tare la prontezza dell'essiccazione mediante un riscaldamento interno con tubi conducenti aria calda o vapore.

Oltre a questi metodi, abbiamo già visto quello mediante il contatto con cilindri metallici riscaldati col vapore.

Nelle fabbriche di stoffe stampate l'essiccazione si opera in modo diverso, perchè anzitutto dev'essere molto pronta, ed inoltre gli sfregamenti che si producono negli essiccatoi ordinarii causerebbero alterazioni ai disegni.

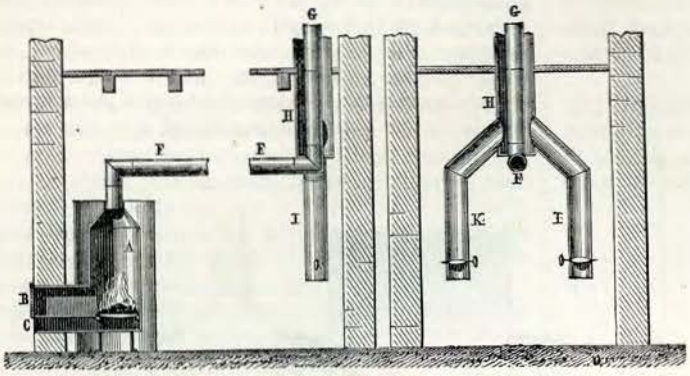


Fig. 220

Fig. 221.

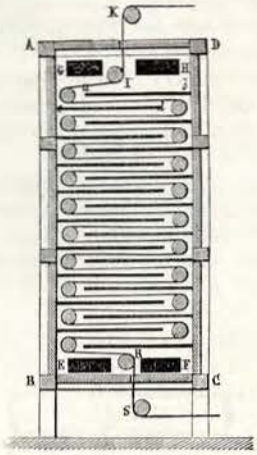


Fig. 222.

Generalmente in questi casi si essiccano per irradiazione; le stoffe sono stese alla parte superiore di una cassa in legno (fig. 224) che ha la lunghezza della pezza

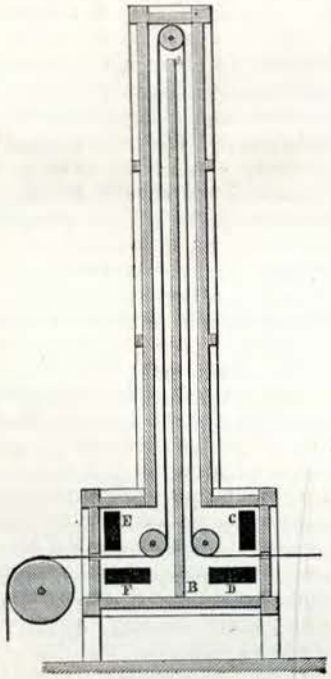


Fig. 223.

di stoffa; sotto si fa scorrere, sopra a due rotaje in ferro, un carretto che porta un braciere (1).

Importante, come notammo in principio, è l'essiccazione della biancheria, e già abbiamo visto che, così per l'uso pubblico, come per gli stabilimenti da bagni, per gli alberghi, ospedali, ecc., è conveniente di aver modo di essiccare prontamente la biancheria lavata, senza ricorrere all'azione dell'atmosfera.

La massima parte dell'acqua viene ordinariamente tolta collo sgocciolamento, colla torsione, colla pressione o cogli idroestrattori. Tuttavia la sola azione meccanica non toglie tutta l'acqua e generalmente ne resta in media metà del peso del tessuto.

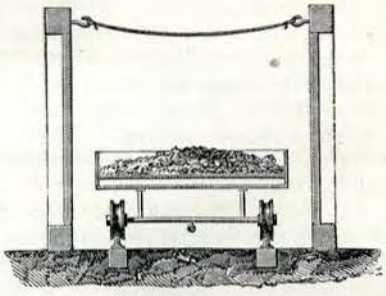


Fig. 224.

Lasciati da parte gli stendaggi all'aria libera, o sotto tettoje, od anche in essiccatoi ad aria forzata, noteremo come in questo caso è poco conveniente adoperare essiccatoi ad aria disseccata, e che quindi il miglior espediente è quello di ricorrere all'azione del calore.

Le disposizioni più in uso per questo scopo non sono a corrente d'aria calda, bensì a riscaldamento diretto dell'ambiente.

La biancheria, potendo sopportare senza soffrire una temperatura di 100 gradi, questa disposizione diventa la più conveniente ed economica, per le ragioni già esposte.

Il riscaldamento si può fare con caloriferi ad aria o ad acqua calda.

(1) Nelle tipografie e litografie i fogli stampati si stendono sopra apposite traverse di legno, soventi sullo stesso ambiente della stamperia, altrevolte in locali appositamte scaldati con caloriferi ad aria o acqua calda, o col vapore. A questo scopo si vanno ora introducendo anche macchine apposite, per la descrizione delle quali rimandiamo all'articolo STAMPA di questa *Enciclopedia*.

I tubi di riscaldamento occupano generalmente la parte bassa degli essiccatoi, nei quali si accumula la biancheria da seccare, ed in alto vi sono delle valvole per dar sfogo al vapore formato. Le valvole si aprono generalmente poco dopo incominciata l'essiccazione, quindi si chiudono nuovamente per riaprirle in fine dell'operazione.

Sembra che il riscaldamento ad acqua calda non sia però molto conveniente, perchè poco economico.

Una delle disposizioni migliori per tutti i riguardi è la seguente, stata impiantata, crediamo per la prima volta, nello stabilimento di bagni e lavatoi pubblici a Goulston-Square a Londra.

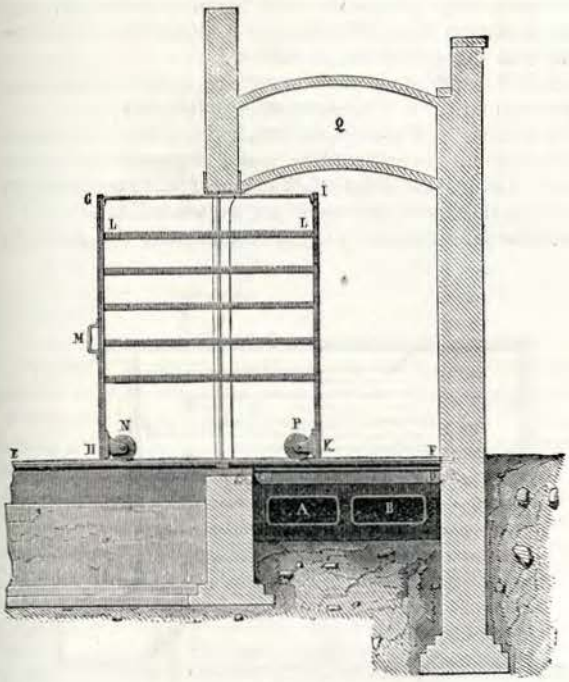


Fig. 225.

La fig. 225 ne rappresenta una sezione trasversale. I due tubi A e B in ghisa, sono percorsi dal fumo di un focolare a coke sucessivamente in senso contrario, ognuno di essi ha la lunghezza dell'essiccatojo.

Il canale in muratura nel quale sono collocati, ha una larghezza di $1^{m}.50$, per 18^{m} di lunghezza, e $0^{m}.50$ circa di profondità. C e D sono pezzi di ghisa che sostengono una griglia in filo di ferro galvanizzato, che si estende per tutta la lunghezza e larghezza del canale. GHIK è un carretto di ferro, munito di pezzi longitudinali L in ferro galvanizzato; le due faccie opposte GH ed IK sono intiere, in modo da chiudere completamente l'apertura della faccia anteriore dell'essiccatojo, quando il carretto è completamente in dentro o in fuori di esso. Le impugnature M servono a farlo scorrere, mediante le ruote N e P lungo alle rotaje FF. Questi carretti hanno un'altezza di metri 1. 95 per 0. 34 di larghezza ed 1. 60 di lunghezza. Sovra all'essiccatojo scorre il canale Q per lo sfogo del vapore; esso comunica coll'ambiente sottostante mediante delle aperture munite di valvole che si possono aprire a volontà. Quando la biancheria di un carretto è asciutta, si fa scorrere questo finchè la faccia IK venga a chiudere l'apertura dell'essiccatojo, si toglie la biancheria, se ne sostituisce dell'altra bagnata, e si spinge nuovamente in dentro al carretto.

Nell'essiccatojo ora descritto l'asciugamento era molto rapido, durando generalmente meno di mezz'ora. Si trovò conveniente, come già si disse, di operare alla massima temperatura; perciò si lasciano chiuse le valvole finchè la temperatura interna raggiunga 100°, quindi si aprono, regolandole in modo che questa temperatura si mantenga presso a poco costante.

Essiccazione di sostanze polverulenti. — Lasciando a parte i dettagli delle altre essiccazioni: legno, tabacco, vetture, ecc., rimandando al riguardo agli articoli speciali, esamineremo ancora le cose principali riguardanti le disposizioni più comuni per il prosciugamento delle sostanze polverulente.

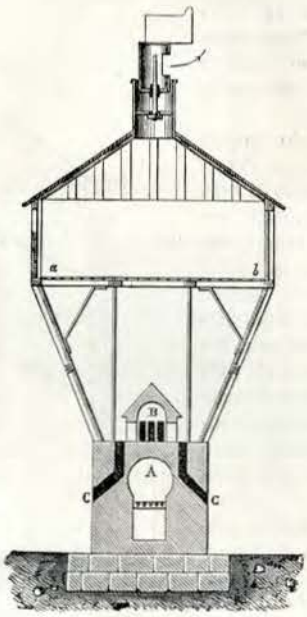


Fig. 226.

Queste possono evidentemente venire asciugate all'aria libera, ma siccome non possono stendersi che nel senso orizzontale, e non dovendosi disporre in strati molto spessi, questo metodo richiede grandi superficie. È tuttavia applicato alla essiccazione dei grani lavati, stendendoli su delle aje lastricate esposte all'aria libera.

Dovendo però ottenere un essiccamento pronto e continuo, conviene ricorrere all'azione del calore o coll'aria calda, o con superficie riscaldate. Nel loro andamento generale questi essiccatoi, saranno come quelli finora descritti, solamente varierà la disposizione delle sostanze nel loro interno.

Nelle fabbriche di birra, ad es., l'orzo, come si sa, viene sottoposto ad un principio di germogliamento per disporlo alla fermentazione alcoolica. Ad un dato punto però la germinazione va interrotta, il che si fa con un adatto disseccamento.

Gli essiccatoi più comunemente adottati per questo scopo sono quelli dai Francesi detti *tourailles*, che sono generalmente disposti come nella fig. 226.

L'orzo è posto sul pavimento *a b* formato da una tela metallica o da lastra metallica bucherellata, od anche di mattoni traforati con piccoli fori.

L'aria calda che vien dal focolare si mescola in B con aria esterna che ne mitiga la temperatura e che arriva da C C. Bisogna adoperare un combustibile che faccia poco fumo, coke, antracite, ecc. L'operazione va condotta lentamente; se si raggiungesse bruscamente la temperatura di 60°, la fecola si convertirebbe in salda, con danno delle operazioni successive.

In questi apparecchi l'operazione dura da trentasei a cinquanta ore.

Questa disposizione non è però delle più convenienti, perchè si perde del calore specialmente negli ultimi periodi di essiccazione. Si ha un maggior effetto utile, disponendo le cose in modo che l'aria calda debba fare un maggior tragitto attraverso alle sostanze da seccare, e così si può anche ottenere la continuità nell'operazione.

La fig. 227 ci rappresenta un sistema stato proposto dall'ingegnere Lecombre per seccare l'orzo nelle fabbriche da birra.

L'orzo cade sopra delle tavole in ferro A A.... formate di tela metallica, mobili sui loro centri, alle quali l'asta verticale B B imprime delle scosse continue che fanno cadere l'orzo da una tavola all'altra. È evidente che facendo arrivare in alto continuamente del nuovo orzo l'operazione diverrà continua.

In questa figura quasi schematica non sono rappresentati i caloriferi che sarebbero in E, mentre nello spazio laterale si raccoglie e si pulisce l'orzo disseccato.

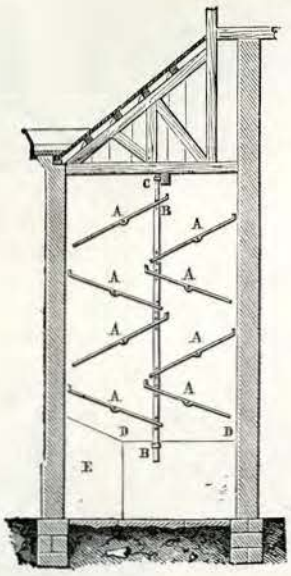


Fig. 227.

La continuità nell'essiccazione di sostanze di questa natura si può anche ottenere mediante un'altra disposizione, e cioè coll'intervento di tele senza fine.

La fig. 228 ci rappresenta schematicamente un simile congegno.

La sostanza polverulenta è introdotta per l'apertura imbutiforme dall'alto, e cade sopra una prima tela senza fine che scorre sopra due rulli; da questa camminando da destra verso sinistra sarà lasciata cadere sopra una seconda, che cammina da sinistra a destra, e da questa su una terza, e così di seguito; finalmente la sostanza asciugata sarà raccolta in basso in opportuni recipienti. L'aria calda proveniente dal basso è così costretta a percorrere un cammino a zig-zag ed incontrare della sostanza per tutto il suo tragitto.

È evidente che l'aria dovrà uscire satura, perchè passerà a contatto a sostanze di mano in mano sempre più umide.

Il numero delle tele, la temperatura dell'aria saranno naturalmente in relazione colla natura della sostanza e col suo grado di umidità.

Queste disposizioni non solo si adoperano per essiccare l'orzo, ma pure nelle fabbriche di amido. In queste fabbriche la fecola viene anzitutto liberata da una gran parte dell'acqua lasciandola scolare entro vasi traforati, oppure coll'azione degli idro-estrattori, quindi le si fa subire un asciugamento all'aria.

Per molti usi non è necessario che la fecola sia intieramente liberata dall'acqua, ed allora si essicca all'aria fredda, spandendola in camere aerate sopra un pavimento assorbente fatto di gesso indurito e secco. Ma, volendosi conservare, conviene seccarla più completamente, e questo si fa in essiccatoi ad aria calda, la cui temperatura in principio non deve essere superiore a + 40° o + 50°, ma in fine si può spingere anche fino a + 70° o + 80°.

Per questa essiccazione all'aria calda delle fecole servono benissimo questi apparecchi ad azione continua ora accennati. Bisognerà però disporre le cose in modo che la discesa sia molto lenta, per modo che il contatto coll'aria calda duri da 18 a 20 ore.

Simili disposizioni possono servire anche in altri casi, specialmente per disseccare sali cristallizzati.

Apparecchi di questa natura troverebbero utilissima applicazione in agricoltura per l'essiccazione dei cereali. Le grandi quantità di granoturco, e specialmente di riso, andate a male nelle campagne dell'Alta Italia a cagione delle funeste pioggie dell'autunno del corrente anno 1882, avrebbero potuto essere utilmente conservate, se fossero stati a disposizione degli agricoltori simili essiccatoi.

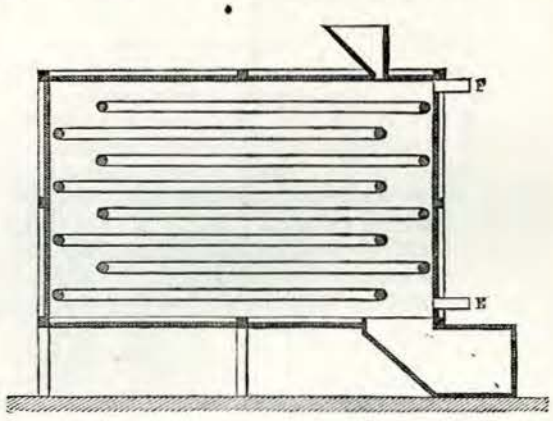


Fig. 228.

Citeremo ad esempio un apparecchio simile a quello descritto nella fig. 227 che esiste nella fabbrica di solfato di magnesio dei signori Sclopis e Ducco in Torino. Il sale tolto dai cristallizzatoi e lasciato convenientemente scolare vien portato, mediante una noria, in alto di una torre di essiccazione di questa natura, di là cade successivamente su varii piani, mentre viene riscaldato per una conveniente temperatura dell'aria calda che arriva dal basso; in tal modo giunto in fondo della torre è a tal punto di secchezza da poter essere direttamente posto nei sacchi e spedito in commercio.

Condizione delle sete. — Daremo termine al presente articolo con alcuni cenni sopra questa importante applicazione tecnico-commerciale dell'essiccazione.

Le sostanze tessili sono tutte dal più al meno igrometriche; però la quantità d'acqua assorbita può variare a seconda della loro natura, del modo di fabbricazione o di conservazione.

Se non si avesse un modo di conoscere la giusta proporzione della quantità di acqua igroscopica, ne succederebbe di non aver mai un giusto criterio nelle contrat-

tazioni, oltre alle frodi ed agli errori cui si andrebbe soggetti.

Si pensò quindi di cercare un modo di stabilire con sicurezza il *prezzo leale e commerciale* di queste sostanze, il che si ottenne cogli stabilimenti detti *Stanze* di *condizione* o *stagionatura* delle sete e delle lane.

In Torino fino dal 1750 esisteva il primo stabilimento di questo genere, e cioè un seccatojo destinato a ridurre la seta ad un grado uniforme di secchezza.

In Lione e Saint-Etienne, l'esempio fu seguìto da certi fabbricanti, ma nel 1805 si stabilì a questo scopo un ufficio pubblico ed unico in ciascuna di queste città.

Si procedeva allora nel seguente modo.

La seta quando doveva esser venduta si portava nel seccatojo pubblico, dove si lasciava ad una temperatura di 22 a 25 cent. per uno spazio di 24 ore se si trattava di *organzini*, e di 48 se di *trama*. Si verificava il peso prima e dopo, il secondo, che costituiva il *peso commerciale*, era quello pel quale era venduta.

Questo metodo, secondo il quale si essiccavano tutte le masse, aveva molti inconvenienti; oltre all'ingombro, l'essiccazione non poteva mai essere sufficientemente uniforme per tutte le partite, nè perfetta era l'eguaglianza tra varie essiccazioni.

La Camera di commercio di Lione pensò di evitare questi inconvenienti, ed incaricò nel 1831 il signor Leone Talabot di studiare il metodo più opportuno.

Dopo molti studii il Talabot riescì ad ottenere gli apparecchi ed il metodo di condizione che si pratica attualmente in tutti i pubblici stabilimenti di questo genere.

Invece di descrivere però il primo essiccatojo del Talabot, nel quale si adoperava il vapore, descriveremo quello modificato e più moderno Talabot-Persoz-Rogeat che funziona ad aria calda.

Notiamo anzitutto che nella condizione delle sete come si pratica presentemente, la proporzione d'acqua si determina soltanto su un campione convenientemente scelto sulla massa totale.

Quando si ha una balla di seta, se ne determina il peso brutto, cioè della seta più degli inviluppi. In seguito si pesano questi per avere il peso netto ed esatto della seta. Allora si estraggono da questa un certo numero di matasse, anche 30, da altrettante parti differenti della massa totale; si dividono queste matasse in tre parti o lotti, che si pesano immediatamente colla più gran cura. Ogni lotto pesa circa da 400 a 500 grammi. Si adoperano a tale scopo delle bilancie sensibili ai 5 milligrammi.

Il peso così ottenuto è il peso primitivo.

Si essiccano poi in modo assoluto due di questi lotti in due apparecchi differenti, e si ritiene che l'essiccazione è completa quando due pesate successive fatte a distanza di 15 minuti, ed alla temperatura di 135°, sono perfettamente eguali.

Le due determinazioni devono essere concordi a meno di 1/2 per 100, e quando ciò non fosse si ripete l'operazione sul terzo lotto.

Avuta la concordanza nelle determinazioni, si ottiene col calcolo facilmente il *peso assoluto o commerciale* dell'intiera massa della balla.

La fig. 229 ci rappresenta una sezione di uno di questi apparecchi essiccatori perfezionati.

AB sono i bracci di una bilancia di precisione, che portano in A un piatto con sovra i pesi, ed in R, sospesi ad un filo che attraversa per un piccolo buco il coperchio del cilindro interno, le matasse da esperimentare. L'aria calda che arriva dal tubo C percorre anzitutto lo spazio anulare DD ed inoltre per 32 tubi D che si trovano in questo spazio, si porta alla parte superiore del cilindro interno, che percorre poi tutto dall'alto in basso, per finalmente passare per i tubi EE ed andare al camino di richiamo.

Un termometro il cui bulbo penetra nell'interno del cilindro, indica colla colonna esterna la temperatura dell'ambiente.

Coi primi apparecchi Talabot a vapore d'acqua occorrevano per ogni operazione circa 8 ore; con questi più perfezionati ad aria calda si ha una ben maggiore rapidità di essiccazione; in generale una determinazione non esige più di trenta a quarantacinque minuti.

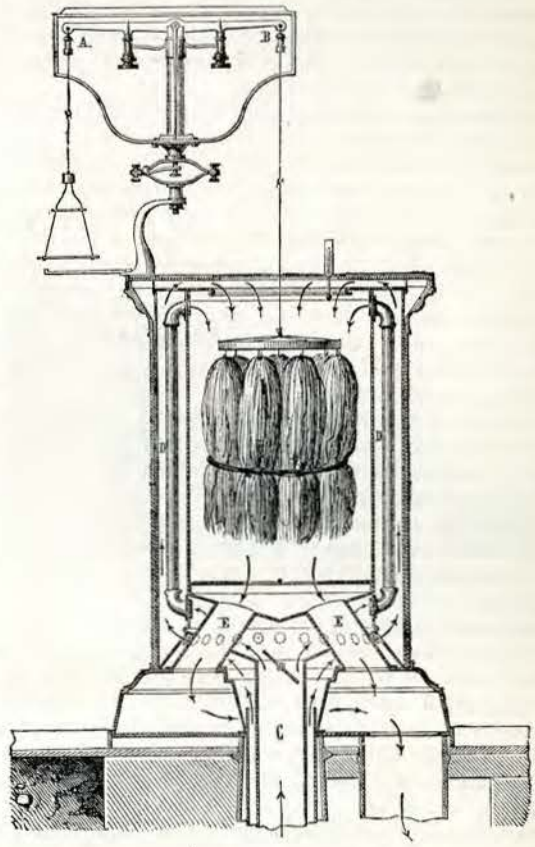


Fig. 229.

Questi apparecchi si impiantarono primieramente nelle condizioni pubbliche di Lione, Saint-Etienne e Parigi, e quindi in moltissime altre città.

In Italia abbiamo simili apparecchi nelle Condizioni di Torino, Milano, Como, Bergamo, Brescia, Trento, Firenze, Udine; in Francia, oltre alle città già accennate, in Rouboin, Reims, Amiens, Tourgoing, Aubenas, Privas, Avignone, Valenza, Marsiglia, Nimes e Mulhouse, e così ve ne sono a Basilea, Zurigo, Elberfeld, Crefeld, Vienna, Londra, Manchester, etc.

A Torino sonvi tre stanze per la condizione delle sete, e cioè: la Camera, la Sociale e la *Celere*. Alcuni degli apparecchi adoperati in questi stabilimenti sono riscaldati con caloriferi ad aria calda, altri direttamente col gas. Il riscaldamento a gas si va ora diffondendo, ed è già applicato alle Stanze di Condizione di parecchie città italiane ed estere.

Negli apparecchi dello stabilimento *La Celere* ora citato, oltre al riscaldamento a gas, la circolazione dell'aria è ancora attivata mediante un ventilatore.

Bibliografia. — Péclet, *Traité de la Chaleur* — Girardin, *Leçons de chimie élémentaire etc.* — Laboulaye, *Dictionnaire des Arts et Manufactures* — Selmi, *Enciclopedia chimica* — Wurtz, *Dictionnaire de chimie* — Sobrero, *Chimica applicata alle arti, etc.*

Mario Zecchini.

ESTRATTI. — Franc. *Extraits.* Ingl. *Extracts.* Ted. *Extracte.* Spagn. *Extractos.*

Chiamasi *estratto* il residuo che lasciano i succhi di origine animale e vegetale, oppure le sostanze organiche disciolte in adattato solvente ed evaporate fino a conveniente consistenza; e siccome ve ne hanno di quelli che cedono alla pressione delle dita, e di quelli che si riducono in polvere, così si distinguono le due varietà con gli appellativi di *molle* e *duro.*

Si preparano in grande gli estratti dei legni colorati, e si dicono: *estratti di legno per tintura;* si preparano in piccolo ed in grande gli *estratti farmaceutici* per i bisogni della medicina; oltre di che, nel commercio delle profumerie sono richiesti sotto la designazione di *estratti aromatici* alcuni prodotti che non sono che cosmetici alcoolici od oleosi profumati con l'essenza di spigo, di limone, di bergamotto, di ramerino, ecc.; e vanno per i mercati *conserve* di carote, di aglio, di funghi, di sedano, ecc., che possono servire come gli estratti o le conserve dei legumi cotti e concentrati a bagno di vapore, per condire le vivande.

Estratti farmaceutici. — Essendo questi estratti ottenuti per la condensazione di succhi di origine animale o vegetabile, da *opos* che significa *succo* vengono nella nomenclatura farmaceutica chiamati *opostoliti.* Essi contengono materie diverse, secondo la sostanza da cui derivano ed il modo di preparazione. In generale sono un complesso di sostanze molto differenti tra loro, parte delle quali preesistevano nella materia con cui si è preparato l'estratto, parte provengono dalla modificazione più o meno inoltrata di queste: tuttavia l'*estrattivo* in cui risiede la principale azione medicinale, si scioglie più o meno bene nell'acqua, poco nell'alcoole, massime se assoluto, punto o quasi punto nell'etere, nelle essenze e negli olii grassi; esso è colorito di bruno, ed il colore aumenta a misura che l'ossigeno dell'aria nella evaporazione altera le sostanze estrattive; ciò che avviene con svolgimento di apprezzabile quantità di anidride carbonica, e spesso con separazione di materia quasi nera, che si dice *apotema*, e che deve essere corpo ulmico, accompagnato a seconda dei casi con sostanze albuminoidi coagulate, con sostanze minerali, con fibra vegetale, tannati, sali, ecc.

Gli estratti che derivano dalle materie animali possono contenere sostanze albuminose, materie biliari, colesterina, e tutte le materie contenute nel brodo (creatina, sarchina, inosite, acido sarcolattico, ecc. Vedi Conservazione delle sostanze vegetali ed animali): quelli che derivano da corpi vegetabili possono contenere amido solubile, zucchero, destrina, gomma, resina, sostanze coloranti, alcaloidi, materie grasse, materie proteiche, olii essenziali, sali organici e sali minerali.

A tenore del loro principio medicamentoso, oppure della materia prevalente, si distinsero gli estratti farmaceutici in gommosi, resinosi, gommo-resinosi, ecc.: a seconda della loro azione terapeutica in tonici, stupefacenti, purgativi, ecc.; ma meglio conviene classificarli a seconda del metodo di preparazione, e della qualità del solvente (altrimenti detto eccipiente), che deve essere liquido volatile, e per la massima parte per evaporazione allontanato.

Contenendosi negli estratti i principii che tenevano sciolti i solventi raccolti in piccolo volume e scevri di materia non digeribile (fibra legnosa, membrane, cartilagini, ecc.), non aggravano l'apparato digestivo di sostanza inerte, ed esercitano un'azione molto superiore a quella delle droghe, o dei prodotti organici con cui sono stati fabbricati. Occorre per altro che si attenda con cura conveniente e con i più adatti congegni ad ogni fase della loro preparazione.

Preparazione. — Triplice è l'intento che deve raggiungersi nella preparazione degli estratti farmaceutici.

1° Conservare i principii che si conoscono più utili e più attivi contenuti nelle sostanze impiegate, in relazione del tempo e del luogo in cui sono raccolte;

2° Riunirli in piccolo volume senza incontrare gravi perdite di materia attiva;

3° Facilitare l'amministrazione dei medicamenti. Ora, siccome vi hanno molte sostanze attive insolubili nell'acqua, ma solubili nell'alcoole, e viceversa; così l'estratto ha differente composizione a seconda del solvente adoperato, e nessun estratto può contenere tutti i principii attivi delle droghe da cui deriva.

Non pochi estratti si preparano evaporando i succhi spremuti dalle piante, che contengono molte sostanze medicamentose in istato di naturale soluzione: si fa uso di strettoi ben adatti, e se il succo della pianta è di per se stesso troppo denso, oppure vischioso, si aggiunge tanta acqua quanto basta per farlo scorrere con maggiore facilità. Per perdere il meno possibile delle materie estrattive che restano nei residui, specialmente se mal spremuti, si mettono le materie entro apparati stretti ed alti, e si *sposta* il succo o la soluzione con acqua fino a che non esce quasi insipida. Il liquido, che è sempre più o meno torbido, si chiarifica col riposo e la successiva decantazione, che lascia indietro il sedimento formatosi; o più spesso si filtra dopo averlo fatto scaldare, acciocchè segnatamente l'albumina dei succhi vegetabili coaguli.

Gli estratti ottenuti dal succo dei frutti sono detti ancora, con nome di arabica provenienza, *Roob*, ed a quello dell'uva si dà anche il nome di *sapa.*

Se il succo contiene sostanze aromatiche si fa bollire entro un fiasco; ed alcuni estratti di piante narcotiche, come quelli dell'aconito e del *rhus radicans*, si ottengono evaporando su larghi piatti a temperatura mitissima il succo non depurato.

Si ottengono estratti con piante o materie secche, trattando queste con acqua fredda, più raramente calda, e poi spremendo fortemente: se la materia rigonfia molto, convien bagnarla bene avanti, o metterla legger leggeri nel recipiente, ove il liquido filtra. Le parti legnose, le scorze e le radici si pestano grossolanamente; ma i legni duri, come il bossolo, la china, il guajaco, si debbono introdurre nel recipiente asciutti, acciocchè l'acqua rigonfiandoli non passi troppo sollecitamente attraverso della loro massa.

Preparazione degli estratti acquosi. — Per sciogliere la materia estrattiva contenuta nei tessuti delle piante secche bisogna far ricorso a diversi espedienti, che si possono ridurre a quattro: la macerazione, l'infusione, la decozione e la lisciviazione (V. Chimica, *Applicazioni*). La *macerazione* si fa con acqua fredda, e siccome interessa far presto e che la sostanza non si alteri, si polverizza bene, e si spreme forte, oppure si *sposta* con altra acqua, interessando che siano il più possibile concentrati quei liquidi che debbono essere evaporati. Per talune piante si fa la macerazione con acqua a 20°; così praticasi per l'oppio, per l'enula, per l'aloe. L'*infusione* si fa con acqua calda, si ritiene più proficua della

sola macerazione, e certamente dà succo più chiaro perchè l'albumina coagula, ma sarebbe da vedersi quali cambiamenti avvengono nella composizione dei succhi. Per infusione i sughi son più colorati (Soubeiran) e contengono meno sostanza tannica, che precipita con l'albumina: le piante mucillagginose e feculente si trattano per l'appunto in questo modo. La *decozione* è preferibile per quelle sostanze organiche che contengono materie poco solubili nell'acqua fredda, per le piante che hanno tessuti difficili a lasciarsi imbevere dall'acqua, e che non contengono corpi volatili. La decozione non deve prolungarsi di troppo per non alterare o indurre la precipitazione delle materie estrattive. Parmentier consigliò di aggiungere un cucchiajo di alcool all'estratto quando è quasi fatto e prende aspetto gommoso a causa di materia resinosa che si depone. La *lisciviazione*, infine, si effettua in apparecchi così detti a spostamento; nei quali essendo contenuta la materia si sposta la soluzione formatasi aggiungendo per la parte superiore nuova quantità di solvente.

L'uno o l'altro di questi metodi si segue secondo i casi: quando si voglia, per esempio, dalla radice di colombo estratto contenente molta materia amara drastica, si tratta con acqua fredda per lasciare indietro l'amido; se vuolsi estratto con modica azione drastica, si adopera acqua bollente che stempera l'amido e si raccoglie nell'estratto. Lo stesso dicasi del lichene islandico, che a freddo dà estratto amaro, mentre con acqua calda viene mucillagginoso, o meglio colloso.

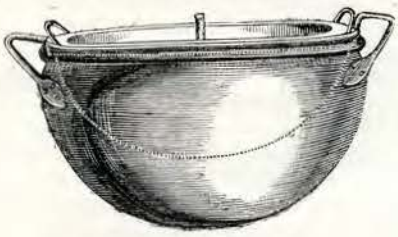


Fig. 230.

Concentrazione. — Il succo acquoso chiarificato si concentra in cassula fino a consistenza di estratto; ma in luogo di far bollire il liquido con riscaldamento diretto, come anticamente quasi sempre si praticava, meglio conviene evaporarlo a bagno maria. Basta per tal cosa avere due bacinelle, una grande ed una piccola; la maggiore di metallo deve contenere l'acqua da farsi bollire; nella minore, che è di porcellana e che alla prima si sovrappone (fig. 230), si versa il liquido da concentrarsi e si tiene di continuo agitato o a mano, o con un manubrio meccanico. L'agitazione favorisce la evaporazione del solvente, e distribuisce uniformemente nella massa le sostanze che si depongono; le quali, nel caso degli estratti resinosi in specie, contengono notevole quantità dei principii medicamentosi (guajaco, sciarappa).

La concentrazione negli alambicchi, proposta da Berzelius, per evitare o diminuire l'azione dell' aria sulle sostanze estrattive, è lunga e presenta l'inconveniente del riscaldamento diretto: l'essiccazione in piatti larghi esposti all' aria, o alla stufa, se somministra estratto aromatico, non è priva di inconvenienti, e non sembra quasi mai comoda. Non è da dimenticare che allorquando si fanno estratti a bagno maria, conviene chiarificare il liquido e separare la materia coagulata, e se si condensano sughi in stufa verso 40° C., allora è necessario lasciare tutte riunite anche le materie che possono deporsi e rendere granuloso l'estratto.

Evaporazione nel vuoto. — Concentrando gli estratti all'aria libera, si perde qualche cosa della materia utile, e l'ossigeno atmosferico induce notevoli alterazioni sulle materie estrattive: cotalchè di buon'ora si cercò di eliminare tali inconvenienti concentrando i succhi nel vuoto, o nell'aria in tal modo rarefatta, che potesse aversi sollecita evaporazione anche a 50° C. solamente.

Gli apparecchi a tal uopo congegnati sono diversi, ma si fondano quasi tutti sullo stesso principio ed agiscono presso a poco nello stesso modo. Quello fatto costruire da Soubeiran e Gobley (fig. 231) è una caldaja ovoide V di rame stagnato, chiusa alla parte superiore con un coperchio F, che con anelli di cuojo e con adatta vite si stringe in modo da non lasciar penetrare l'aria. La caldaja ha due tubulature con chiave: una si congiunge col refrigerante per mezzo di tubo elastico con spirale metallico nell'interno, acciocchè non si chiuda; l'altra serve per portare ora un imbuto, ora una canna di vetro che pesca in un vaso di mercurio e fa da manometro.

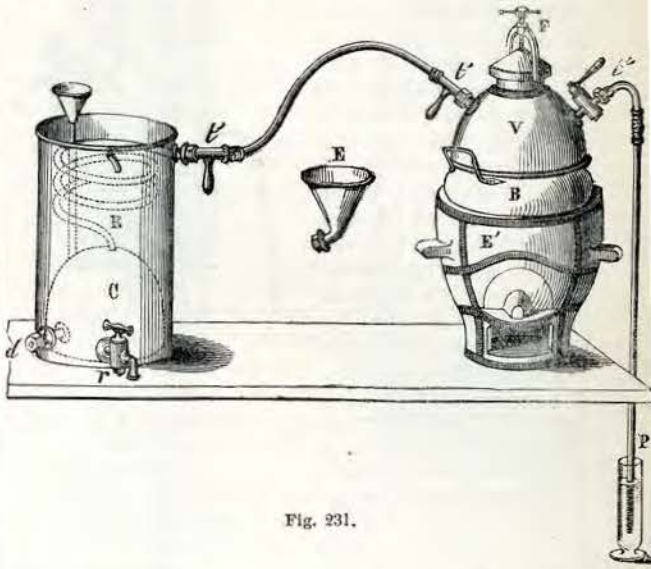


Fig. 231.

Il refrigerante R differisce dai soliti refrigeranti, per avere unito alla parte inferiore della serpe un recipiente C, che può chiudersi a vite all'esterno, e che dicesi *collettore*.

La caldaja è immersa in un bagno maria B, che si riscalda con il fornello E'.

Per fare agire l'apparecchio si toglie il coperchio F, si pone un mezzo litro di acqua stillata nella caldaja, si applica di nuovo il coperchio, si apre la tubulatura unita col condensatore, e si chiude l'altra. Acceso il fornello, il vapore acquoso scaccia l'aria per la tubulatura aperta, poi scalda il serpentino ed infine esce dall'apertura esterna del collettore C. Allora si chiude questo col suo otturatore a vite, si solleva la caldaja e la si inclina in modo che l'acqua non vaporizzata scenda per il serpentino nel collettore C; si raffredda la caldaja, acciocchè si condensi il vapore di cui è ripieno e si rarefaccia l'aria restatavi dentro: indi si toglie la canna manometrica e vi si sostituisce l'imbuto E, in cui si pone il liquido da evaporare; aprendo la chiavetta *t''* si fa cadere adagio adagio il liquido nella caldaja, e perchè non vi entri aria si osserva che nell'imbuto non manchi mai liquido ed in ultimo ne resti almeno un poco. Richiusa la chia-

vetta t'', si toglie l'imbuto, e si sostituisce la canna manometrica P piena di liquido da evaporarsi, che si tiene prima chiusa all'esterno con un tappino di sughero, ed infine si apre sotto il mercurio.

Acceso il fuoco sotto il bagno-maria, la distillazione e la conseguente concentrazione procedono regolarmente: il mercurio nella canna deve stare sollevato durante l'operazione sempre allo stesso livello, che possibilmente non deve essere minore di 70 centimetri; e se il mercurio scende, è segno certo di imperfetta chiusura in qualche parte dell'apparecchio. Il vapore che si forma nella caldaja si condensa nel refrigerante e si raccoglie nel collettore; quando la concentrazione è compiuta, più non si produce vapore, ed allora la tubulatura t'' è fredda.

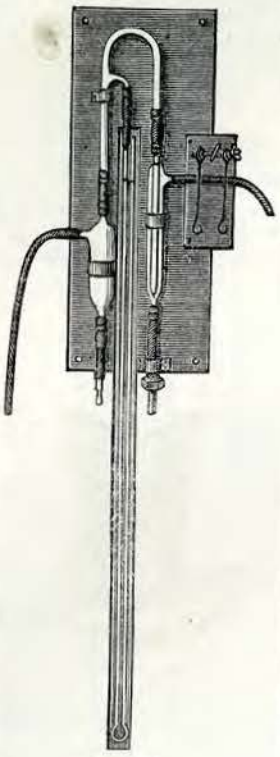


Fig. 232.

Consimile è l'apparecchio di Grandval, che risulta di due recipienti sferici di rame stagnati nell'interno, formati ognuno da due calotte semisferiche tenute insieme da forti viti, che ne stringono gli orli sporgenti. La calotta sferica di uno comunica con la calotta sferica dell'altro per mezzo di un tubo avvitato ad apposita tubulatura: oltre la quale i due recipienti hanno altra tubulatura, ed uno ha un imbuto con chiavetta in basso. Per fare il vuoto si empiono i due recipienti di acqua, si chiudono le due tubulature laterali con tappi forniti di lunga canna che vada a toccare il fondo; si applica il fuoco, il vapore acquoso spinge fuori per le canne ora ricordate tutta l'acqua calda; sicchè alla fine tutti e due i recipienti si trovano pieni di vapore acquoso: in allora si chiudono ermeticamente le tubulature, si introduce per mezzo dell'imbuto il liquido da evaporarsi in un recipiente, si raffredda l'altro, e mentre questo funziona come il refrigerante nell'apparato di Soubeiran e Gobley, l'altro fa da caldaja di evaporazione.

Vi ha un infinito numero di apparati per evaporare nel vuoto: molti sono alambicchi con aria rarefatta, più o meno simili ai due sopra descritti; ma da alcuni anni a questa parte anche nelle officine farmaceutiche si sono introdotti apparati per evaporare nel vuoto, nei quali l'aria ed il vapore sono aspirati per mezzo di pompe o trombe ad acqua, come quella di *Bunsen* (fig. 232) o simili, che richiedono una caduta di 10 a 14 metri circa. In questi recenti apparati si ha una cassula con larghe labbra (fig. 233) ben levigate, che si cuopre con una campana di cristallo di grosse pareti, comunicante con la tromba assorbente ad acqua che fa il vuoto. La campana si fa combaciare con gli orli della cassula per mezzo di un anello di gomma elastica e di adatte chiavarde; basta scaldare la capsula tra 40° e 50° a bagno maria e far agire la pompa per concentrare sollecitamente i succhi.

Gli estratti fatti nel vuoto sono più odorosi, e più solubili di quelli evaporati all'aria libera; tuttavia sembra che non corra grande differenza tra l'azione terapeutica degli uni e quella degli altri.

Estratti alcoolici. — Allorquando nella preparazione dell'estratto conviene adoperare come veicolo l'alcoole, il prodotto si distingue col nome di *estratto alcoolico*. L'alcoole deve essere più o meno forte secondo la natura e la proprietà dei principii da sciogliersi, e a seconda dei casi si agisce per macerazione, per infusione, per digestione o per spostamento. Se le materie medicamentose sono solubili nel solo alcoole e sono miste ad altre sostanze solubili nell'acqua, ma non dotate di virtù medicamentosa, come avviene pel cubebe e pel felce maschio, conviene usare soltanto l'alcoole; se anche i principii solubili nell'acqua hanno azione terapeutica come verificasi per la valeriana, pel rabarbaro e per altre droghe, deve impiegarsi l'alcoole diluito, e l'estratto dicesi *idro-alcoolico*. Se la materia contiene principii solubili tanto nell'acqua quanto nell'alcoole misti ad altri

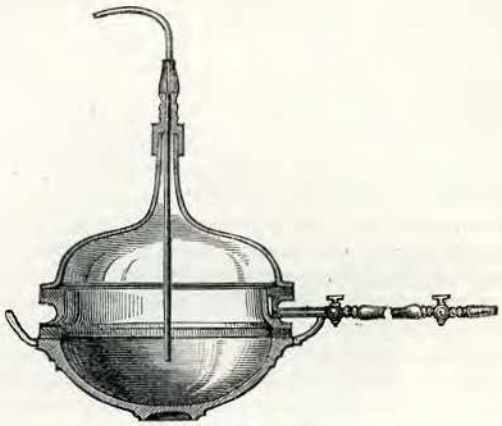


Fig. 233.

solubili solamente nell'acqua: quando l'azione terapeutica sia posseduta soltanto da quelli solubili in alcoole, è necessario far l'estratto acquoso, stemprare nell'alcoole l'estratto ottenuto per separare quelle sostanze che si sciolgono nell'acqua e non nell'alcoole, filtrare e tirare a secco come si fa per la lattuca virosa, per l'aconito e per il giusquiamo. Quando per altro, come è naturale, hanno virtù medicinale soltanto le sostanze solubili nell'acqua, bisogna raccogliere ciò che dell'estratto acquoso non si scioglie nell'alcoole.

Per separare l'emetina, che è solubile nell'alcoole e nell'acqua, dalle sostanze gommo-resinose e grasse solubili nell'alcoole, come dalle sostanze gommose, fatto l'estratto alcoolico, si scioglie in poca acqua, si filtra, si concentra di nuovo alla dovuta consistenza; e così si ha l'emetina nera o bruna.

Insomma valendosi in modo opportuno dell'azione solvente dei due liquidi, acqua ed alcoole, si possono ottenere dalle stesse piante estratti di diversa azione. Dalle piante narcotiche fresche per mezzo dell'alcoole forte si hanno sempre estratti molto più energici che con la sola acqua.

All'uso successivo dei due solventi ora indicati per ottenere un medesimo estratto si è opposto che una parte del principio attivo si scompone; ma la porzione dei principii inattivi che si lascia indietro è tale, che nulladimeno l'estratto in ultimo contiene molta più sostanza

medicamentosa concentrata in un piccolo volume, che con un solo solvente o con una operazione sola.

Per alcuni estratti si usa come veicolo l'aceto: con esso infatti si ottiene l'estratto d'oppio di Lalovet. Per gli estratti virosi (cicuta, belladonna) Caventou suggerì questo veicolo e consigliò di fare attraversare le piante fresche contenute in alambicco fornito di opportuno diaframma dai vapori di acqua e di acido acetico, e concentrare il liquido ottenuto dalla loro spremitura. È usato l'estratto vinoso di elleboro nero e di oppio; è facile prevedere però che la efficacia degli estratti vinosi deve variare col variare della qualità del vino adoperato. Pochi sono gli estratti eterei oggi usati, i quali devono essere in ogni caso preparati per spostamento.

I solventi acidi come l'aceto ed anche il vino, se sono da proscriversi per le droghe che contengono sostanze glucosidi suscettibili di scomporsi, come avviene per la coloquintida, possono giovare per impedire la dispersione degli alcaloidi volatili, e per sciogliere combinazioni naturali poco solubili nei solventi neutri.

Estrattore a distillazione continua di Payen. — Per estrarre da una sostanza organizzata i principii solubili nell'etere, nell'alcoole ed in altri veicoli volatili che costano assai denaro, si sono congegnati diversi apparati, che concedono di distillare successivamente ed ottenere di nuovo la massima parte del solvente per effettuare con esso molti trattamenti di seguito; per la qual cosa tali apparati si dicono *estrattori*. Di tutti questi, il più comodo e più usato è quello di Payen, qui appresso rappresentato (fig. 234). Componesi di un matraccio sormontato di un'allunga, con punta affilata in basso. Verso la metà del matraccio trovasi una tubulatura laterale; la parte superiore dell'allunga ha un tappo doppiamente forato oppure un palloncino con 2 tubulature: in una passa il tubo piegato a doppia squadra che stabilisce una comunicazione diretta tra l'allunga e la tubulatura laterale del matraccio, nell'altra è fissato un tubo con tre bolle di sicurezza, in cui si condensa il veicolo che si svolge allo stato di vapore. La materia da esaurirsi, debitamente divisa, si pone nell'allunga, che non si empie che per 2/3, guardando di non premervela troppo, e il solvente si introduce nell'allunga; indi, chiuso l'apparecchio, si applica il calore col bagno-maria. Il liquido bollente si svolge allo stato di vapore e si condensa nella parte superiore dell'allunga o nel palloncino, ove, tornato liquido scende per l'allunga, scioglie le materie solubili e la soluzione sgocciola nel matraccio, dove il solvente nuovamente si vaporizza; sicchè nel matraccio stesso si raccoglie la massa estrattiva. Il liquido, che si condensa nella prima bolla del tubo di sicurezza, ricade nell'allunga e concorre anch'esso all'esaurimento della sostanza; e perchè il liquido, che gocciola dall'allunga, sia filtrato, la materia triturata si dispone sopra tre dischi di diametro graduato di carta da filtri, oppure sopra tappi di cotone ben lavato.

È facile comprendere come a mano a mano che l'apparecchio si fa agire, ha luogo una continua distillazione, e come il solvente, condensato nella parte superiore dell'allunga, ritorni di continuo a contatto della materia, e poi lasci nel matraccio le sostanze solubili; sicchè, dopo poche ore, l'esaurimento è completo e nel matraccio si trova concentrato l'estratto etereo od alcoolico. Se, per esempio, 250 c. c. di solvente ha modo di evaporarsi intieramente 8 volte di seguito, alla fine con 1/4 di litro si ottiene un effetto eguale a quello che si sarebbe ottenuto, adoperando senza l'estrattore due litri di veicolo.

Adoperando l'etere, il matraccio dell'estrattore deve essere scaldato con bagno maria; adoperando l'alcool ordinario, si può far uso di un bagno d'acqua salata, di olio, di sabbia, oppure, al certo meno preferibilmente, scaldare direttamente il matraccio ben difeso da una fitta rete metallica.

Kopp soprappose all'allunga del digestore un serpentino per meglio condensare il vapore del veicolo (figura 235): molti e molti sono i digestori costruiti; ma basta vederli per riconoscere che essi presso a poco servono come quelli di Payen, e debbono essere nello stesso modo adoperati.

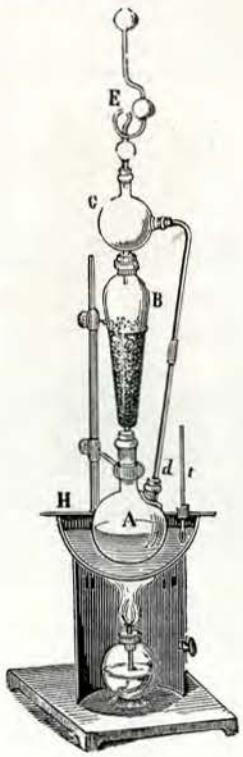


Fig. 234.

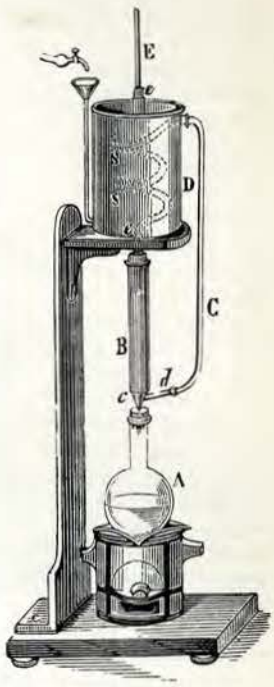


Fig. 235.

CARATTERI E CONSERVAZIONE DEGLI ESTRATTI DEL COMMERCIO. — Le grandi officine mettono a disposizione del pubblico ed in specie dei piccoli farmacisti di campagna e dei piccoli industriali estratti di ogni maniera a modico prezzo. Occorre saper riconoscere dai caratteri esterni la legittimità degli estratti che si acquistano dal commercio, eppoi saperli conservare.

Gli estratti preparati con succhi non depurati devono presentare l'odore delle piante da cui provengono, e se la pianta era fresca, debbono avere colore verdastro. Gli altri avuti per macerazione, per infusione o per decozione sono più o meno bruni: se hanno colore decisamente nero anche quando sono stesi in piccoli straterelli, segno è che sono mal preparati: debbono presentare il sapore della materia adoperata, e mai il così detto sapore di *bruciato*. Gli estratti acquosi debbono sciogliersi almeno per 9/10 nell'acqua pura; così gli alcoolici debbono sciogliersi bene nell'alcoole.

Debbono essere conservati in vasi che possano chiudersi, e, posti nei vasi stessi di majolica, per lo più, ancora caldi; se sono un poco deliquescenti, si conserveranno meglio in vaso di cristallo a tappo smerigliato.

Alcuni estratti dovrebbero essere rinnovati ogni anno (stramonio, digitale, aconito), perchè alterabilissimi: in generale si cuoprono di muffe, che, producendosi in

spazii umidi, possono essere almeno in parte evitate, racchiudendo il vasetto dell'estratto in un recipiente di latta, munito di buon coperchio, che contenga una certa quantità di calce viva.

ESTRATTI DEI LEGNI PER TINTURA. — Nei legni che contengono materia colorante, la parte veramente utile e per la quale essi sono ricercati, è consociata con molta fibra e con diverse sostanze non utili per la tintoria; e siccome la maggior parte di tali legni sono esotici, e si debbono importare in Europa con grave dispendio, fino dal 1837 si pensò di estrarre la materia tintoria in uno od in altro dei modi adoperati da antico tempo per preparare gli estratti farmaceutici, per poter concentrare in piccol volume, e spedire con poca spesa a grandi distanze, almeno alcune materie coloranti più ricercate nel nostro commercio. Quest'industria, che in poco tempo ebbe notevole incremento, cominciò col trattamento dei legni con acqua, con alcoole ed altri solventi, adoperati per lo più a caldo, e collo evaporare ora a consistenza estrattiva, ora a consistenza sciropposa l'estratto della densità voluta (da 10° a 30° B.). Nei successivi perfezionamenti si migliorò assai la parte esecutiva, specialmente la preparazione della materia da trattarsi. Il legno, infatti, dev'essere ridotto in bricioli, in segatura, oppure in frammenti; acciocchè i solventi possano esercitare la maggior azione possibile ed appropriarsi la maggior quantità di materia colorante; ma, come avvertimmo per gli estratti farmaceutici, la divisione della materia legnosa dev'essere, a seconda dei singoli casi, e del rigonfiamento della materia stessa, regolata talmente che, procurando sempre che essa presenti al veicolo la maggior superficie possibile, il liquido possa scorrere tra le particelle e scolare poi al difuori senza difficoltà.

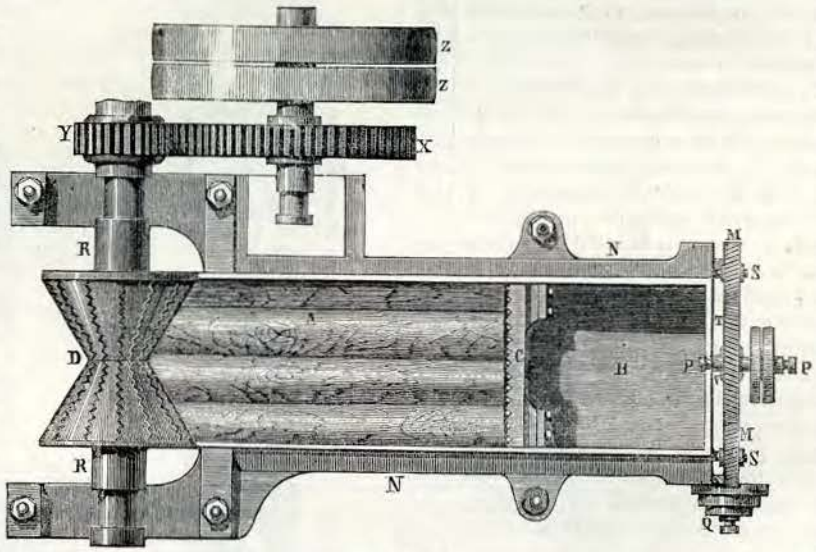


Fig. 236.

Gli apparecchi usati per il trattamento dei legni in discorso sono di diverse maniere. Vediamone uno dei più comodi (fig. 236), e nello stesso tempo dei meno complicati, che componesi essenzialmente di un massello di ghisa, formato da due coni, riuniti pel vertice; esso gira sopra il proprio asse orizzontale, ed è armato di lame taglienti con denti di sega. I pezzi di legni si dispongono sopra una tavola orizzontale di ferro, e sono spinti contro il massello laceratore da un carretto che si avanza a misura che il legno viene stritolato dal massello che è messo in rapido movimento. Invece del massello a doppio cono può essere usato un cilindro armato di coltelli a sega; e secondo che i legni si dispongono verticalmente sopra la tavola di ghisa, oppure orizzontalmente, si può avere da tali macchine la divisione del legno in trucioli o ricci, oppure in polvere o segatura. — I legni si tagliano in tronchi non maggiori di 30 a 36 centimetri di lunghezza; ad un'estremità si tagliano in punta conica, la quale si fa entrare tra le lame laceranti.

Con il massello a doppio cono, i tronchi debbono essere piuttosto piccoli, cioè da 4 a 10 centimetri di lunghezza; e con questo sistema laceratore si ha il vantaggio di attaccare il legno in un senso obliquo alle fibre.

Sono più di 20 i diversi e complicati meccanismi immaginati e descritti per lacerare i legni coloranti, ma di tutti il più interessante è quello di Valery, che sega, raspa e polverizza i legni per quanto duri sieno.

La fig. 237 rappresenta l'elevazione longitudinale; e la fig. 238 dà la veduta orizzontale di questa macchina: con una correggia che passa sulla ruota R, si fa girare l'albero Q, che per l'intermezzo delle ruote ad angolo O P, imprime una velocità di 30 a 40 giri per minuto alla piastra H. Il movimento è trasmesso per mezzo della vite senza fine fissata sull'albero I, alla ruota U, e successivamente ai rocchetti *a*, *b*; poi il rocchetto *d* e la ruota *c* fanno avanzare il carretto, che spinge i legni in avanti in modo lento e regolare con l'ajuto del rocchetto F e cremagliera E.

Sulla piastra H sono alcune sporgenze J, armate di coltelli o lame di acciajo che rodono il legno; e nel mezzo delle piastre, all'estremità del pezzo L vi è una punta quadrangolare *n*, che, attaccando il legno, lo riduce in polvere. Un movimento secondario riconduce indietro il carretto quando il tronco legnoso è lacerato. Tutto il meccanismo è solidamente fissato ad un solido castello di ghisa; e può tritare da 175 a 200 chilogrammi al giorno.

Stando a Panay, dalla polvere ottenuta colla macchina ora descritta si ottiene 30 % di meno di estratto che non con lo stesso legno ridotto in trucioli; e sembra che per il calore che si produce nella confricazione e per l'attrito tra le parti metalliche laceranti ed i tessuti legnosi, una porzione non piccola della materia colorante sia alterata; e di più, secondo Chevreul, le polveri di Valery per l'azione della luce e dell'aria si alterano facilmente e debbono custodirsi con cura speciale. La divisione meccanica facilita certamente la preparazione degli estratti tintoriali, e per questo motivo, usando i trucioli e le polveri, sarà sempre vantaggioso esaurire con i solventi la materia legnosa appena esce dalla macchina laceratrice.

Gli Olandesi sembra che sieno stati i primi a triturare i legni da tingere tra due macine perpendicolari, per dividerli meglio che non si facesse in antico, ed impedire le perdite di materie coloranti allora inevitabili: si frantumavano allora in pezzetti lunghi cinque o sei centimetri, si bagnavano leggermente, e così le macine gli

stritolavano abbastanza bene: si macinavano poi una seconda volta e si stacciavano. Nel 1793, fu conosciuto in Francia questo processo: nel 1816 Salleron applicò un filtro idraulico all'estrazione delle materie coloranti e quasi nello stesso tempo fu da Rommerhausen, fisico germanico, inventata la *pressa a vapore* che successivamente si perfezionò; ma ancora serve abbastanza bene nella sua primitiva semplicità.

Essa (fig. 239) è costituita da una caldaja a vapore *c*, che comunica con l'altra caldaja *b* di un terzo più piccola: la prima ha tre tubulature, la seconda ne ha due. Per mezzo della sua tubulatura inferiore la caldaja *c* comunica con il recipiente *d* di legno di quercia, nel quale la materia deve trattarsi: l'acqua bollente arriva alla parte inferiore, attraverso il fondo bucherellato coperto di paglia, indi attraversa il legno tritato che è nello spazio *h*, e poi un grosso tessuto di lana tenuto fermo da un tramezzo bucherellato. Dalla parte superiore esce la soluzione colorata e cade nel tino L. Guardando la figura si comprende come da principio si debba scaldare l'acqua delle due caldaje, e chiudendo la chiave *e* tenere aperta la tubulatura superiore delle due caldaje: nel tempo

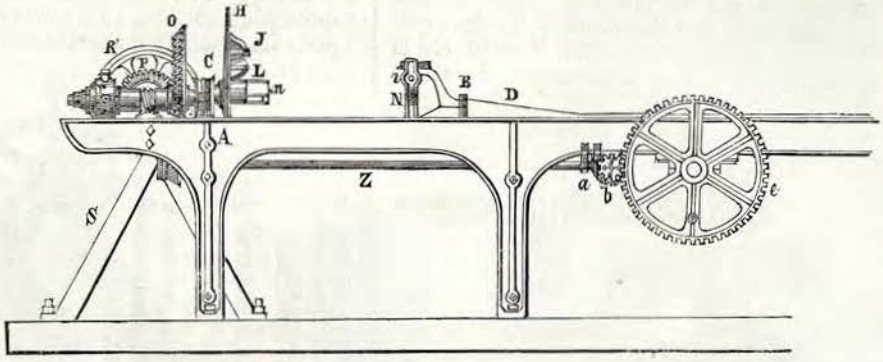


Fig. 237

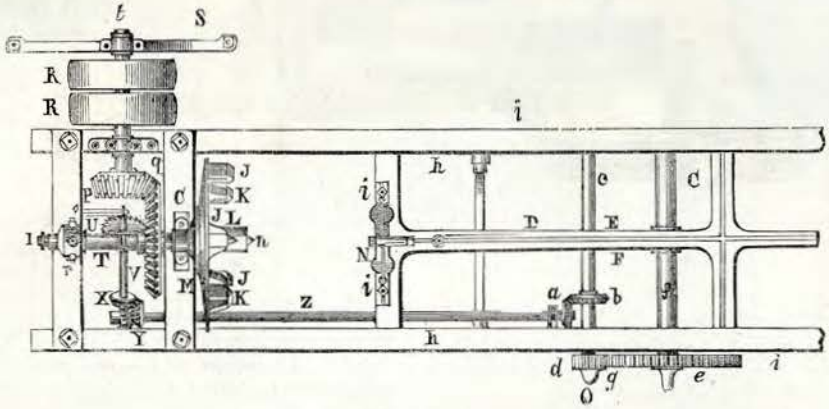


Fig. 238.

stesso si deve riempire il recipiente *h*: indi, appena l'acqua comincia a bollire nella caldaja *c*, si deve invertire il giuoco delle chiavi, acciocchè l'acqua bollente possa agire sopra il legno sminuzzato. Occorre una continua sorveglianza per non disperdere inutilmente il vapore acquoso, e per non correre il pericolo di esplosione della caldaja, governando poco a proposito l'uscita del vapore dalla caldaja *c*.

Con questa semplice disposizione, ma moltiplicando i recipienti d'estrazione, in modo che il liquido uscendo da uno passi nell'altro, ove trovi nuova materia da sciogliere, si possono avere liquidi molto concentrati con economia di tempo e di denaro; come pure alla primitiva caldaja a vapore *c* si può sostituire con vantaggio in un'officina di qualche importanza un generatore di vapore ad alta pressione, che ponga in azione qualche pompa per il movimento dei liquidi e per alimentare la stessa caldaja a vapore; e del pari potrebbesi condensare il vapore acquoso e far circolare i liquidi colorati, nelle diverse parti dell'apparato estrattore.

Panay (1826) con apposito apparato di estrazione, da lui fatto costruire, seppe conseguire la concentrazione della materia colorante per mezzo del vapore: e sullo stesso principio sorsero molte fabbriche di estratti coloranti, nelle quali agiva l'apparato di Rommerhausen, modificato in specie per opera di Carlo Meissonnier, per effettuare economicamente l'evaporazione.

Le soluzioni che si producono contengono più o meno materia colorante, secondo la temperatura e la qualità del legno trattato: con l'acqua tra 60 cent. e 70 non segnano che 1 1/2 o 3 gradi B.; la loro concentrazione offre il pericolo di alterare parte della materia utile, ed è qui dove bisogna raddoppiare di cura e d'intelligenza. A tale uopo si usano congegni, che permettono di aumentare, come cercò di fare Perpigna fin del 1828, sebbene con disposizione differente, la superficie di evaporazione.

Un tamburo orizzontale di rame, formato da due cilindri concentrici di diametro poco differente, lasciano tra loro uno spazio circolare in cui può scorrere acqua calda o vapore; il tamburo gira in una vasca metallica

semi-cilindrica, posta orizzontalmente, e ad ogni giro il tamburo si ricopre sopra la sua superficie esterna ed interna di uno strato di liquido colorato, che si distende ed evapora rapidamente. Per evitare che l'estratto dissecchi nella parte emersa si dispongono piccoli serbatoi al disopra del tamburo, dai quali si fa cadere a filo il liquido da evaporarsi sopra la superficie scaldata. In luogo del doppio cilindro, si fa uso anche di un lungo tubo a serpe pure girante: in ogni caso un camino raccoglie il vapore e lo porta fuori della fabbrica.

Gl'industriali vanno sempre più persuadendosi che sono da preferirsi anche per la concentrazione degli estratti coloranti gli apparecchi ad aria rarefatta, o come si dicono *a doppio* o *a triplo effetto*, simili a quelli che si usano nelle fabbriche di zucchero: purchè non si tratti di fare estratti secchi. In questo caso la massa pastosa se non si rimuove continuamente evapora con lentezza, e per facilitare la disseccazione del prodotto conviene porre l'estratto semi-fluido in moto con un interno agitatore di legno, mentre la materia si scalda con bagno maria.

Cosiffatto apparecchio, costruito da Varillat, in vero è costoso, e per la sua complicazione va soggetto a frequenti riparazioni: cosicchè sono da preferirsi gli apparecchi da evaporare nel modo già descritti, oppure quelli a semplice effetto delle fabbriche di zucchero.

Verso il 1830 Perpigna con una caldaja a doppio fondo e a larga apertura, ed un serpentino, per condensare il vapore che circolava, potè agevolare l'evaporazione del liquido similmente a quello che avviene negli apparecchi descritti per gli estratti farmaceutici. Sono, come poco

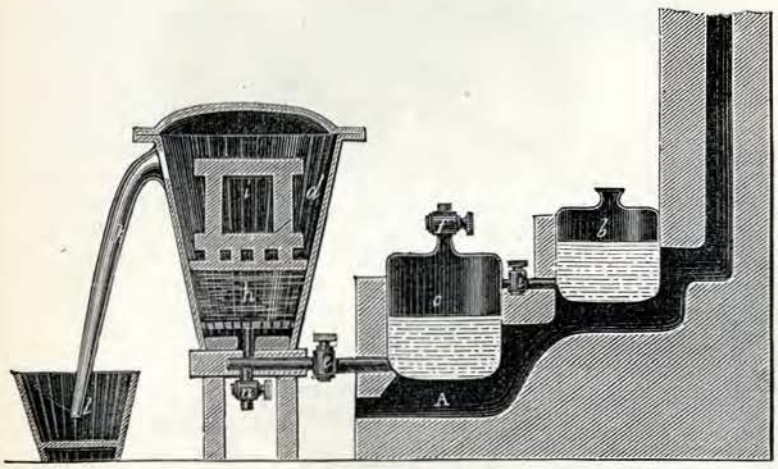


Fig. 239.

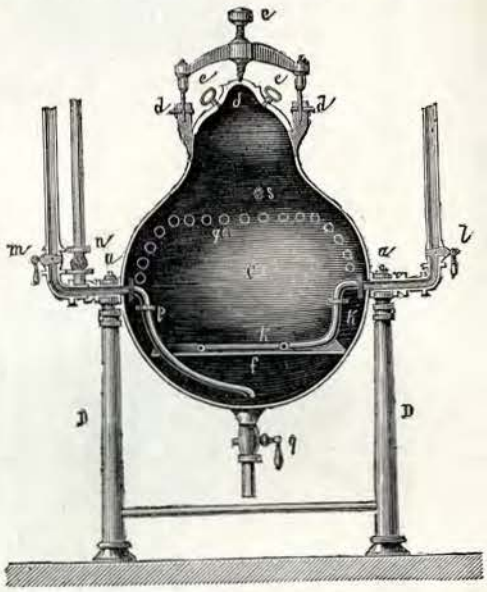


Fig. 240.

avanti dicevamo, molti gli apparati proposti o effettivamente adoperati in questa industria; ma quello che si usa per la preparazione della maggior parte degli estratti coloranti è rappresentato dalla fig. 240.

In generale si usa l'acqua bollente come solvente, alla quale talvolta si unisce piccola quantità di carbonato sodico: le decozioni si ripetono per quante volte possa convenire, ossia quante volte occorra per sciogliere a poco a poco la massima quantità della sostanza colorante con la minore quantità possibile di solvente, seguendo le norme dell'esaurimento metodico più volte invocato in questo capitolo, ed agendo in vaso chiuso.

La caldaja C di rame di forma ovoide, è sostenuta in bilico su solide colonne di ferraccio: si riempie di legno tritato aprendo l'apertura superiore, e si vuota inclinandola o rovesciandola affatto. Essa porta a poca distanza dal fondo un tramezzo metallico forellato, oppure una rete di rame: un tubo poggiato ad un anello e tutto forellato conduce al piano del tramezzo una corrente di vapore acquoso, altro tubo conduce nella caldaja l'acqua, altro serve per farne uscire la soluzione colorata, che al momento opportuno si spinge fuori mercè la pressione del vapore, e si fa andare in altra caldaja prossima, per potere effettuare l'esaurimento successivo e metodico del legno.

La concentrazione delle soluzioni acquose colorate si fa spesso anche approfittando del calore che andrebbe perduto nell'officina: ma in qualunque modo la soluzione sia concentrata, giunta che sia alla densità di 30 B. o vi si aggiunge un po' di acqua fredda, o si lascia freddare e riposare in vasi stretti, acciocchè deponga le materie sospese; indi si travasa la parte limpida, e poi si può spedire in commercio in caratelli di legno ben cerchiati di ferro, o condurre a secchezza.

Il legno esaurito difficilmente si può adoperare, salvo che per bruciare sotto le caldaje: i sedimenti colorati trovano nelle piccole tintorie locali qualche utile applicazione.

Gli estratti acquosi che contengono materie resinose sospese giunte alla densità di 8 B. separano difficilmente o con grande lentezza le materie stesse: si possono, allora, chiarificare con gelatina, che fa deporre al certo anche un poco di materia colorante, ma dà estratti più attivi e capaci di bellissime tinte.

Nella concentrazione dell'estratto di legno di campeggio si depone l'ematossilina (detta anche altra volta emateina) cristallizzata che si vende separatamente dall'estratto a 6 o 7 lire il chilogr. (Panay). L'estratto di Fernambuco è forse quello che più degli altri riesce ricco di materia colorante e di colori più vivaci: si attribuisce tale vantaggio ad una materia colorante speciale di colore giallo-chiaro, o come dicesi *biondo*, che si può isolare trattando 2 chilogr. di legno con l'acqua bollente o col vapore, in modo da avere 7 chilogr. circa

di decotto, lasciando freddare, versandovi un chil. circa di latte scremato, che precipita la materia colorante in discorso. Si può aumentare la materia colorante in alcuni estratti, segnatamente in quelli del legno di Santa Marta abbandonando i decotti per 5 o 6 settimane e facendoli subire un principio di fermentazione in ambiente non freddo.

L'estratto ed il legno di campeggio alla lunga soffrono per il contatto dell'ossigeno dell'aria, ed è necessario premunirsi da tale alterazione per non indebolire gli effetti che si aspettano dalla loro applicazione: l'inverso avviene per il legno di Fernambuco, che col tempo, anche allo stato di estratto, diviene atto a dare colori più belli e più stabili.

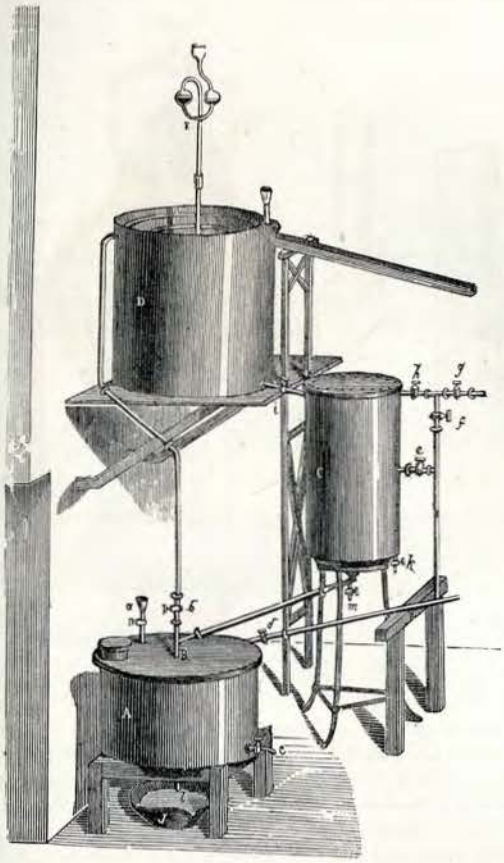


Fig 241.

In conclusione la preparazione degli estratti coloranti diretta da persone non molto pratiche e poco intelligenti non può assicurare prodotti capaci di bei lavori; giacchè l'alterazione delle materie coloranti che esistono nel legno, come la produzione di altre sostanze dotate di colore vivace dipende da cause e da circostanze non ben definite, che mal governate possono nuocere alle qualità degli estratti in discorso.

Fin qui abbiamo sempre trattato di estratti acquosi: ora è necessario indicare che per ottenere estratti meno voluminosi, meglio provveduti di materie tintorie e più puri, si può adoperare l'alcoole, purchè, ben s'intende, la sostanza colorante sia solubile nell'alcoole.

Per piccola quantità si può procedere nello stesso modo già indicato per gli estratti farmaceutici, e si può adoperare alcoole vinico, come alcoole metilico.

Per trattare notevole quantità di legno sminuzzato occorrono grandi digestori od estrattori, sul modello di quello di Kopp, due dei quali si vedono rappresentati nelle fig. 240, 241, 242.

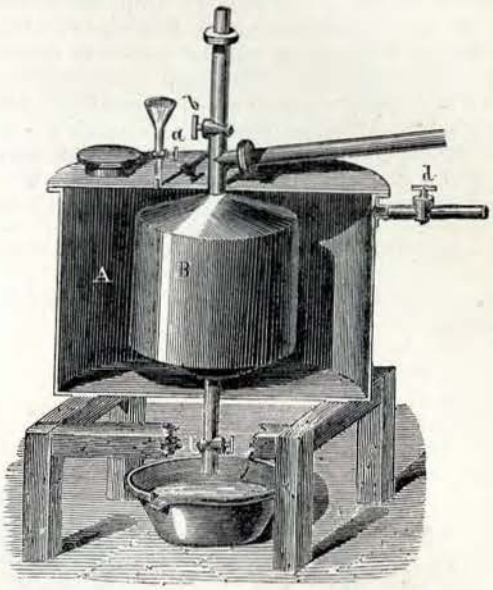


Fig. 242.

Un recipiente di legno A in cui circola vapore acquoso contiene altro recipiente metallico C in cui si raccoglie la soluzione alcoolica e rappresenta il matraccio dei di-

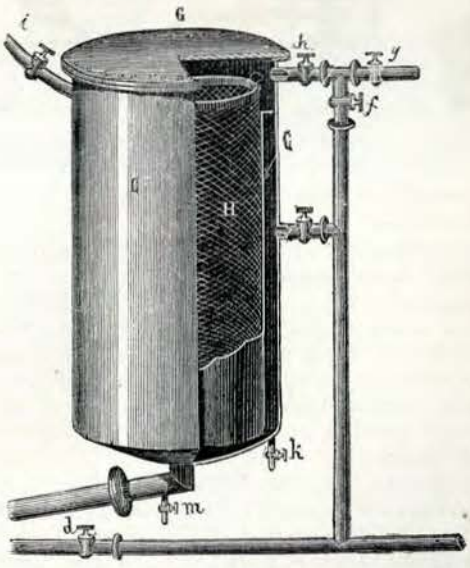


Fig. 243.

gestori piccoli: nella fig. 243 si vede che la sostanza da trattarsi è contenuta in un terzo cilindro di rete metallico, che rappresenta l'allunga, ed infine l'apparecchio si completa con un condensatore D, sormontato da un tubo di sicurezza a tre bolle, in cui si pone del mercurio per vincere la tensione del vapore alcoolico, che tende ad uscire dall'apparato.

Il riempimento del cilindro di rete metallico deve farsi con cura; la materia deve essere sminuzzata e non polverizzata, deve disporsi a strati meno compressi

che sia possibile; poi si cuopre con pannolano e con un disco metallico forellato, e l'alcoole che scende dal condensatore per mezzo di un canaletto si conduce al centro del recipiente, perchè si spanda uniformemente sulla materia. Introdotto l'alcoole si dà tempo che la massa se ne imbeva, e cominci a cadere dalla parte inferiore; poi si chiude il recipiente col suo coperchio metallico (fig. 243) che si fissa con viti ed anelli elastici o di cuojo. Allora si scalda con una corrente di vapore il cilindro A, e ben presto la soluzione alcoolica che scende dal cilindro C comincia a bollire, ed il vapore, condensato nel serpentino, ricade sulla materia da esaurirsi. Nelle diverse fasi del trattamento convien regolare l'apertura e la chiusura delle diverse chiavi che si trovano nei condotti che stabiliscono la comunicazione tra le diverse parti dell'apparato; e torna molto utile tra i due recipienti D e C interporre un tubo di vetro per giudicare, dal colore dell'alcoole che ha traversato la materia, se essa è esaurita o no, oppure raccogliere a parte, per mezzo della tubulatura, un poco di soluzione alcoolica ed esaminarla.

Non bisogna dimenticare che nel recipiente A si condensa molta acqua, e questa di tanto in tanto deve farsi uscire. L'estratto concentrato, aprendo la chiavetta *l*, si raccoglie in apposito vaso. Per ricuperare l'alcoole, di cui la sostanza rimane imbevuta, si usa il recipiente B come condensatore; si chiudono le chiavi *b* ed *i*, si

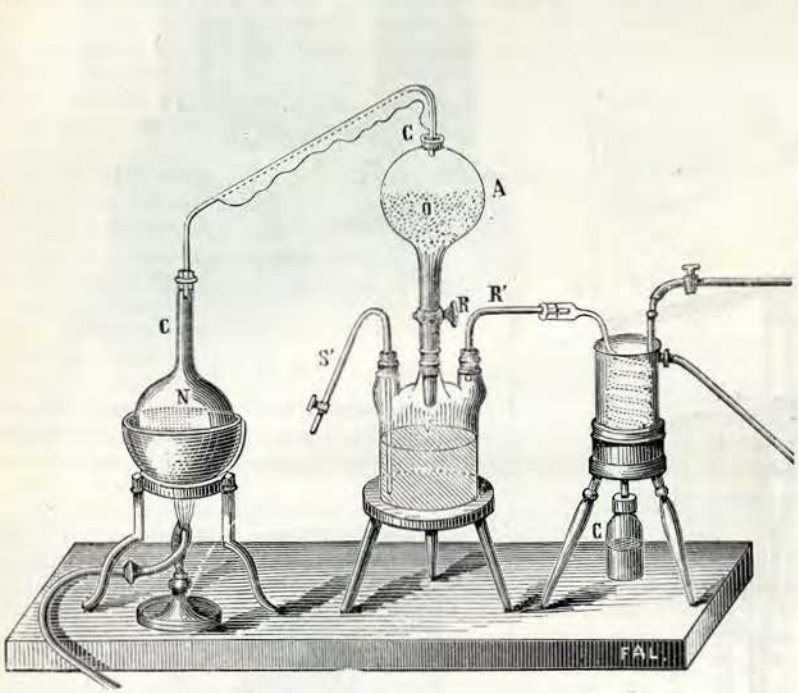


Fig. 244.

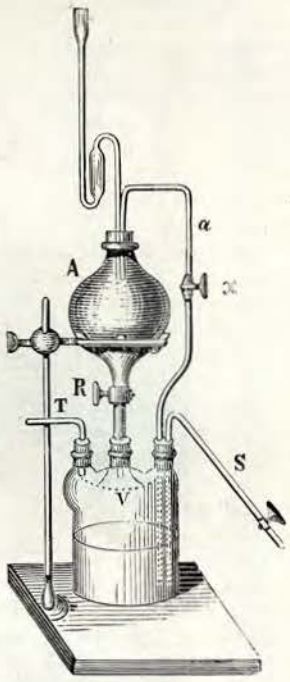


Fig. 245.

aprono le chiavette *e* ed *h*; il vapore che dal generatore entra nello spazio che è tra C ed I, vaporizza l'alcoole contenuto in N, va a condensarsi in B, sciogliendo la materia solubile rimasta aderente alle pareti; sicchè dalla chiavetta *l* si fa escire una debole soluzione alcoolica che utilmente si adopera nelle successive operazioni. È inutile insistere per avvertire che occorre regolare l'apparato di maniera da avere la minor possibile perdita di alcoole.

Il prof. G. G. Arnaudon di Torino adottò un estrattore che permette di separare i principii solubili a freddo ed a caldo, e che evita molti degli inconvenienti che hanno in specie gli estrattori metallici. È un poco complicato e fragile; quindi non può adoperarsi per preparare in grande gli estratti; ma serve bene per separare e studiare le materie coloranti che nei solventi volatili si possono ricavare dai legni colorati.

L'apparecchio (fig. 245), se deve adoperarsi a freddo, si compone di una bottiglia a tre colli o tubulature; in quella del mezzo è con un tappo assicurata l'allunga rigonfiata A, munita di chiave R, nella quale s'introduce la materia da trattarsi; il tubo *a* stabilisce la comunicazione tra la parte superiore dell'allunga ed il fondo della bottiglia V; ed il tubo con sifone e con chiave serve per estrarre a piacere il liquido dalla bottiglia V. È presso a poco sin qui uno dei soliti digestori da adoperarsi a freddo: sicchè si usa al solito facendo agire per un certo tempo il solvente sulla materia, e spostando con altro solvente la soluzione, che, aperta la chiave R, cade nella bottiglia sottostante. Si può riversare la soluzione sulla materia, comprimendo l'aria nella bottiglia V soffiando per il tubo laterale T più volte di seguito fino a che non è satura. L'apparato completo (fig. 244) comprende il matraccio N, in cui si evapora la soluzione ottenuta; il vapore si condensa in gran parte nell'allunga con cui è unito per mezzo di un tubo a reflusso, e può riscaldare l'allunga stessa a piacere; la soluzione calda che si forma cade nella bottiglia V, ed il vapore che sfuggirebbe si condensa nel serpentino raffreddato che termina l'apparato.

Legni adoperati per fare estratti coloranti. — I legni che si adoperano per fare *estratti coloranti* sono i seguenti:

Legno rosso o *del Brasile.* — Diverse specie di legni rossi si conoscono in commercio appartenenti a piante del genere *Cæsalpinia.* La qualità più stimata è il legno di Fernambuco (*Cæsalpinia brasiliensis* o *crisia*). È molto duro, colorato di bruno-giallo all'esterno, rosso chiaro nell'interno, ed affonda nell'acqua; ha odore non spiacevole e sapore dolciastro. Proviene dalla città di

Fernambuco (Brasile); si spedisce in commercio in tronchi, in schiappe, ed anche in segatura.

Qualità secondaria è il legno di Sapano (*Cæs. sapan*) di origine giapponese; ed ancora meno buoni sono il legno di Lima (o di Nicuragua), detto più comunemente legno di Santa Marta (*Cæs. echinata*) ed il legno di Brasiletto (*Cæs. vesicaria*); i quali contengono un terzo od una metà al più della materia colorante che ha in sè quello di Fernambuco.

In tutti i legni delle Cesalpinie si trova una materia colorante chiamata *brasilina*, scoperta da Chevreul, ora rappresentata dalla formola $C^{32}H^{20}O^{7}$ (Bolley) cristallizzabile in aghetti scoloriti solubili in acqua. L'aria volge al rosso la sua soluzione acquosa, massime se calda e leggermente alcalina; e per questo gli strati interni del legno, che sono sbiaditi, al contatto dell'aria divengono più colorati. La materia colorante è unita con altra sostanza non colorata, con olio volatile dotato di odore di pepe; con acido acetico, ed altre materie solite a trovarsi nei legni tutti.

I legni del Brasile danno una materia colorante cremisi, che volge meno al rosso di quella del Campeggio, e serve a fare inchiostro e lacche.

Legno Sandalo. — Il legno rosso di Sandalo (*Pterocarpus Santalinus*) ci viene dall'Indie orientali e dal Ceylan; esso contiene materia resinosa ed una sostanza scolorita = $(C^{8}H^{6}O^{3})$ (Werdel), che, ossidandosi, diviene *Santalina* rossa; attualmente si adopera per tingere le pelli, lacche, ecc., non per fare estratti commerciabili. Il legno di Sandalo contiene il 16 per cento di materia colorante al più; ma il così detto *barwood* (Baphia nitida dell'Africa) sembra ne contenga anche il 23 %.

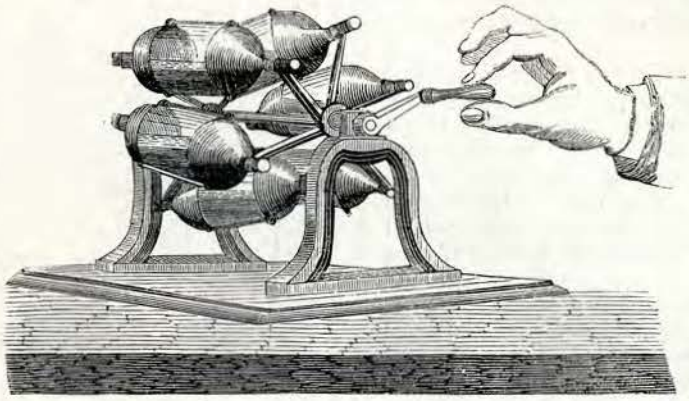


Fig. 216

Legno giallo del Brasile o *di Cuba.* — Somministra questo legno il *Morus tinctoria (Maclura aurantiaca)* che ci viene dall'America; ha color giallo con vene rossastre; contiene la *Morina* = $C^{15}H^{8}O^{5}$, sostanza incolora e cristallizzabile, unita con calce ed un tannino detto *acido morotannico.* L'aria, segnatamente per l'azione degli alcali, svolge il color giallo; a causa delle materie astringenti che contiene il color giallo volge al rossastro ed anche può dare color nero. L'*estratto di Cuba* del commercio è preparato con questo legno giallo; e se è fatto con legno di legittima provenienza cubana, produce gialli intensi e molto variati, e perciò si adopera molto per il verde.

Legno di Campeggio. — Il legno dell'*Hæmatoxylon campechianum*, albero originario dell'America centrale e coltivato nelle Antille; spogliato della corteccia e dell'alburno, si spedisce in commercio col nome di campeggio o di legno d'India.

Le grosse scheggie e i pezzi del campeggio sono duri e pesanti; all'esterno sono bruno-rossastri, all'interno arancio-rossastro, e mandano odore di viola.

La materia colorante, alla quale esso deve il proprio colore, è l'ematossilina = $C^{16}H^{14}O^{6}$, che cristallizza in aghetti giallo-pallidi trasparenti e lucenti; essa si colora intensamente di rosso-porpora con gli alcali caustici e segnatamente con l'ammoniaca a contatto dell'ossigeno atmosferico, trasformandosi in *emateina* = $C^{16}H^{12}O^{6}$. L'ematossilina fusa con potassa caustica dà origine ad acido pirogallico.

L'estratto di campeggio è uno dei più usati, e si adopera per le tinte turchine e nere. Nella fabbricazione in grande una parte dell'ematossilina si altera per l'azione ossidante dell'aria; ed è necessario evaporare la decozione nel vuoto a temperatura molto bassa.

L'acqua bollente scioglie discreta quantità di materia solubile del campeggio: l'ematossilina si trova più o meno alterata nell'estratto. Dal legno trattato con acqua l'alcoole bollente scioglie ancora materia colorante e sostanza resinosa. Dal campeggio trattato con acqua e con alcoole l'acido cloridrico separa ancora della materia colorante, che probabilmente è nel legno unita con la fibra o con qualche altra sostanza. Nella preparazione dell'estratto si depongono dalle soluzioni che si concentrano cristalli di ematossilina, che possono raccogliersi a parte: i chimici traggono profitto di questa materia come reattivo, ma gli industriali non ne fanno uso.

Questi attualmente sono i legni esotici con i quali si fabbricano gli *estratti coloranti;* ma è ovvio prevedere che in avvenire si trarrà profitto di altri legni, giacchè tale industria progredisce di continuo ed ha acquistato una grande importanza. Basta pensare che oggi si possono vendere in Europa gli estratti dei legni per tingere ad un prezzo minore di quello dei legni stessi, sebbene contengano tanta più materia colorante, per conoscere che l'estrazione delle materie coloranti si applicherà di certo nei luoghi di origine, e più non converrà trasportare a grandi distanze i legni colorati dell'America e dell'Asia.

ESTRATTI AROMATICI. — Si dà dai profumieri, come sopra è stato detto, il nome di estratti aromatici o di *estratti odorosi* a soluzioni alcooliche di qualche olio essenziale, le quali si preparano o facendo digerire la pianta fragrante con alcoole, oppure sciogliendovi direttamente l'olio essenziale separato con la distillazione o col grasso su cui siano stati deposti i fiori freschi. Da poco in qua in luogo delle essenze naturali si usano sostanze eteree artificiali dotate di odore simile ma più penetrante: devesi a Döbereiner l'introduzione nelle profumerie delle soluzioni alcooliche dei diversi eteri:

Acetato amilico o essenza di pere;
Valerianato amilico o essenza di mele;
Butirrato amilico o essenza di ananassi;
Pelargonato etilico o essenza di mele cotogne;
Suberato etilico o essenza di more;

L'essenza di mirbana, o essenza artificiale di mandorle amare, è un misto di nitrobenzina e di nitrotoluene, ed è usatissima.

In generale alla preparazione degli estratti aromatici in antico precedeva quella delle pomate profumate. Valga l'esempio di quello di gelsomino e di fior d'arancio,

che si ottengono ancora distendendo il grasso depurato sopra larghi piatti, deponendovi i fiori freschi e cambiandoli ogni giorno sino a che il grasso non abbia acquistato l'aroma desiderato. Di poi si fa digerire la pomata odorosa col doppio peso di alcoole forte, si agita di tempo in tempo, o si dibatte il liquido in vaso chiuso, e dopo 15 o 20 giorni si filtra.

Le soluzioni così ottenute hanno il delicato aroma delle piante fresche; mentre le essenze ottenute con la distillazione presentano un odore meno grato.

Acciocchè l'alcoole possa sciogliere la maggior possibile quantità di sostanza aromatica è necessario che sia continuamente agitato a contatto delle piante aromatiche o delle pomate profumate ottenute con i fiori; e perciò si trae profitto di congegni appositi, di cui diamo un esempio col disegno (fig. 246) della disposizione adottata da Brunot di Parigi; con questa si rinnova di continuo il contatto tra l'alcoole e la pianta, e se si vogliono unir bene diversi ingredienti si ottiene una perfetta miscela.

Si preparano grassi profumati fondendo il grasso di majale, od il midollo del bove, od altro grasso meglio appropriato, ed aggiungendo dopo qualche goccia di olio essenziale; si preparano talvolta facendo digerire i grassi liquefatti a 65° con i fiori; ma quando interviene il calore la delicatezza del profumo naturale qualche cosa ne scapita. I libri di profumerie sono ricolmi di formole per avere estratti aromatici dotati dell'odore di tale o tal'altra pianta.

Le acque d'odore sono soluzioni di essenze, che una volta si distillavano ed oggi si ottengono direttamente. Occorre per esse come per gli estratti aromatici alcoole privo di qualunque odore poco piacevole. L'acqua di Colonia si ottiene sciogliendo in 6 litri di buon alcoole 32 gr. di essenza di arancio ed altrettanto di essenza di bergamotto, di limone, di mandarino; 16 gr. di essenza di cedro, di portogallo e di cedrato; 8 gr. di essenza di neroli; e 4 gr. di essenza di rosmarino.

Nell'acqua di mille fiori entra il muschio, il balsamo del Perù, e molti olii essenziali. F. Sestini.

EVAPORAZIONE — Franc. *Evaporation.* Ingl. *Evaporation.* Ted. *Abdampfen.* Spagn. *Evaporacion.*

I. — Generalità relative alle condizioni più opportune nelle quali si compie il fenomeno della evaporazione.

Si dice *evaporazione* quell'operazione per la quale si vuole eliminare da una data soluzione la massima parte del solvente, affine di ottenere allo stato libero la materia in esso disciolta; od anche allo scopo di sottrarre ad una determinata materia un liquido inerte dal quale trovisi bagnato. E ciò in base alla proprietà generale dei liquidi di ridursi allo stato vaporoso sotto l'influenza di elevata temperatura od anche per abbassamenti di pressione nell'ambiente entro al quale trovinsi disposti.

Considerata sotto il punto di vista dell'eliminazione di un solvente, l'evaporazione forma parte di un'operazione d'ordine chimico, mentre considerata come mezzo di essiccazione rappresenta un'operazione d'ordine fisico-meccanico. E invero, nel primo caso, i criterii di sua istituzione sono legati alla conoscenza della natura chimica del liquido evaporante, non meno che delle proprietà speciali delle materie solide in essi liquidi disciolte; e quindi dovrà l'operatore in base a quelle stabilire la più opportuna sorgente di calore, regolarla in relazione al punto di ebullizione dei solventi da evaporare, ed alla influenza del calore sui corpi disciolti; cosicchè questi abbiano ad essere ricavati in condizioni tali da conservare intatti i caratteri e le proprietà. Nel secondo caso, invece, quando cioè trattisi dell'essiccazione di una determinata materia, è raro di dover impiegare speciali apparecchi, bensì si ricorre generalmente alla esposizione delle materie umide a determinata temperatura in ambienti riscaldati, od anche all'aria libera ajutata dai venti.

All'evaporazione considerata quale mezzo di eliminazione di un determinato solvente, si annette generalmente il concetto preventivo della perdita del solvente stesso: tale, ad es., è il caso della concentrazione di una soluzione zuccherina, della cristallizzazione di un sale solubile nell'acqua, e così via. Ma non sempre accade di poter trascurare il solvente: bensì, e assai spesso, interessa di ricuperarlo e riutilizzarlo ripetutamente, sia come liquido di certo valore, sia come liquido i cui vapori sparsi nell' atmosfera riescirebbero dannosi alla respirazione, sia come liquidi i quali, sendo combustibili per loro natura, potrebbero occasionare gravi disastri di esplosione quando fossero dispersi allo stato di vapore nell'aria. In siffatte condizioni di cose l'evaporazione vuol essere condotta per modo che i vapori risultanti abbiano ad essere ricondensati ed allora l'evaporazione prende il nome speciale di *distillazione.* Un esempio di *evaporazione con distillazione* si avrebbe nel trattamento delle *sanse*, residuo della spremitura della polpa degli ulivi, dove, il solvente dell'olio sendo l'etere di petrolio o il solfuro di carbonio, interessa raccoglierne i vapori e ricondensarli, oltrechè pel loro elevato valore commerciale, anche pel pericolo nel quale si incorrerebbe lasciandone saturare l'atmosfera. Altri esempi si avrebbero nella formazione degli estratti alcoolici di materie coloranti, dove interessa eliminare poi l'alcool, onde aver libero il colore; nella purificazione degli alcaloidi che si estraggono da alcune corteccie, nella purificazione del tannino col mezzo dell'etere solforico, ecc. ecc.

E accade finalmente di dover eseguire su una determinata soluzione dapprima la distillazione, allo scopo di ricuperare la massima parte del solvente, e successivamente l'evaporazione all'aria libera, allo scopo di ottenere la materia solida in determinate condizioni. Così, ad es., data una soluzione alcoolica di chinina, si distilla in vaso chiuso la massima parte dell'alcool, e ottenutone un liquido di data densità, lo si riversa in vasi a bocca larga, onde colla successiva evaporazione a più bassa temperatura, e col riposo, abbia a deporsi una massa cristallina. In tal caso, adunque, si ha un sistema di evaporazione che si direbbe *misto,* cioè *in vasi chiusi* e *in vasi aperti.*

Ciò tutto, ripeto, considerando l'evaporazione sotto il punto di vista dell'eliminazione di un dato solvente; ma ove trattisi di evaporazione di un liquido costituente lo stato di attuale umidità di una data massa solida, e ciò per lo più riflette l'acqua igroscopica, in allora i criterii di lavorazione si riducono a una ben regolata essiccazione. Tale è il caso dell'asciugamento dei panni all'aria libera ed agitata, della carta appena fabbricata, dell'essiccazione di materie cristallizzate in seno a un liquido acquoso o alcoolico, e così via. Di maniera che in tali casi lo studio dell'evaporazione si collega senz'altro alla costruzione di essiccatoi con tutte le varietà e modificazioni più razionali che la scienza vi ha oggidì apportati. Ma di quest'ultima parte non ci occuperemo in questo articolo, e rimandiamo fin d'ora il lettore all'articolo **Essiccazione.**

Vediamo ora di stabilire quali sono le cause che più direttamente influiscono sul regolare andamento della

evaporazione, non meno che quelle le quali tendono ad accelerarla, indipendentemente dall'azione del calore: chè dallo studio di siffatte cause e condizioni vedremo scaturire alcuni criterii utilissimi circa la forma da darsi ai recipienti di evaporazione, non meno che circa la scelta più opportuna delle sorgenti di calore.

Considereremo pertanto l'*evaporazione all'aria libera*, come quella ch'è più frequente, e ci soffermeremo alla evaporazione dell'acqua, che è il più comune dei solventi.

Il processo dell'evaporazione si limita tutto alla superficie, e quindi è in diretto rapporto coll'ampiezza della superficie liquida che trovasi al contatto dell'aria atmosferica, non meno che in diretto rapporto colla temperatura di riscaldamento e colla facilità della rinnovazione dell'aria, collo stato di secchezza e colla maggiore agitazione di essa.

Un fatto curioso devesi tuttavia notare, e cioè che, dati due vasi, l'uno più piccolo dell'altro, la quantità di acqua che evapora da essi, poste eguali le condizioni di temperatura e di movimento d'aria, è proporzionatamente maggiore nel vaso più piccolo. È il fisico Bellani che ne fece l'osservazione; e diede anche la spiegazione del fatto. Egli osservò anzitutto che l'evaporazione procede più rapida quanto minore sia la quantità dei vapori che trovansi sparsi nell'aria sovrastante ai vasi: e perciò l'evaporazione sarà più abbondante verso l'orlo dei vasi che non nel mezzo. Infatti sulla parte centrale del vaso pesa permanentemente una massa d'aria, la quale, riescendo mano mano saturata di umidità, forma ostacolo alla libera espansione dei vapori; mentre nella parte periferica che è a diretto contatto del metallo, il calore riesce maggiore, la colonna di vapori sovrastanti assai piccola, l'aria più asciutta, e quindi l'evaporazione procede più rapidamente. Una tale osservazione non è certo priva di utili applicazioni, potendosi facilmente prevedere l'influenza che la forma di un vaso potrà avere sul fenomeno dell'evaporazione, in confronto a quella di un altro che offra col primo un'identica superficie evaporante. Così ad es. dato un vaso cilindrico di 10 centim. di diametro, e dato un altro vaso del diametro di 20 centim., la quantità d'acqua evaporata, dopo un dato tempo, sarà proporzionatamente maggiore nel vaso più stretto, pel solo fatto che la circonferenza di un circolo non cresce proporzionatamente all'area. Cosicchè, data una quantità d'acqua e postala ad evaporare in un vaso cilindrico di 20 centim. di diametro, e data una stessa quantità d'acqua disposta in due vasi di 10 centim. di diametro ciascuno, la massa d'acqua evaporata sarà maggiore, in tempi eguali, pei vasi piccoli che non per quello più largo. E del pari, dati due vasi rettangolari, di identica superficie evaporante, si produrrà una massa proporzionatamente maggiore di vapori da quello dei due il quale presenta il massimo perimetro.

Quanto alle condizioni più propizie dell'evaporazione relativamente allo stato dell'aria atmosferica sovrastante, è facile il prevedere che l'evaporazione sarà tanto più rapida quanto più asciutta l'aria si trovi, chè in tal caso essa potrà accogliere una gran massa di vapori; e questa poi sarà tanto maggiore quando l'aria stessa sia fornita di una temperatura sensibilmente elevata e al tempo stesso sia in uno stato di attivo movimento. Chè per tali condizioni le superfici d'evaporazione andranno rinnovandosi rapidamente, e la temperatura dell'aria agendo sugli stessi vapori prodotti, li renderà più leggieri e diffusibili, così da rendere più tardivo il suo punto di saturazione. Non deve però credersi che l'evaporazione sia direttamente proporzionale alla temperatura dell'aria, ed anzi ha dei limiti abbastanza ristretti. Chè, ove l'aria avesse una temperatura superiore a quella del liquido evaporante, accadrebbe l'inverso della evaporazione, e cioè la ricondensazione dei vapori. Infatti l'aria, quando fosse più calda del liquido, cederebbe una parte della propria temperatura ai vapori formantisi; e questi a loro volta incontrando l'aria stessa satura di umidità non potrebbero più diffondersi; bensì, incontrandola relativamente più fredda, si ricondenserebbero. Ad ogni modo si dovrà sempre ammettere che l'aria calda, entro determinati limiti, tornerà sempre vantaggiosa all'evaporazione, e tanto più vantaggiosa quando sia in movimento.

Altre considerazioni dovrebbersi qui fare relativamente alle condizioni più o meno favorevoli al fenomeno dell'evaporazione, ma poichè saremmo necessariamente condotti a soffermarci ai varii sistemi di evaporazione, così ci riserbiamo di esporre altri dettagli teorici allorquando verremo esponendo i singoli sistemi di evaporazione oggidì in uso.

Intanto è d'uopo notare che l'evaporazione dei liquidi in genere, e delle soluzioni, può esser eseguita con vario indirizzo e quindi con varii mezzi. Epperciò si ha:

l'evaporazione spontanea all'aria libera;

l'evaporazione a temperatura ordinaria con corrente d'aria forzata;

l'evaporazione in vaso aperto, sotto l'azione del fuoco diretto;

l'evaporazione di un liquido caldo, per mezzo di corrente d'aria forzata;

l'evaporazione col mezzo del vapore, in vaso aperto;

l'evaporazione nel vuoto, pure col mezzo del vapore.

E vedremo di esporre in questo articolo tanto gli apparecchi che sono relativi a ciascuno di questi sistemi, quanto le applicazioni, almeno le principali, che ordinariamente se ne fanno in ordine industriale.

II. — Evaporazione spontanea all'aria libera.

Codesta condizione di evaporazione è la più comune, ed è quella che ad ogni istante succede, benchè spesso insensibilmente ai nostri occhi, da tutte le superfici liquide indifese. Le pubbliche vie bagnate oggi dalla pioggia si presentano al domani perfettamente asciutte, oltrechè nelle parti ciottolate, anche in quelle costituite da lastre di pietra dura; un vaso pieno d'acqua e mantenuto stabilmente su un tavolo, si presenta poco alterato nel giorno appresso, ma in capo a un certo numero di giorni si manifesta privo di acqua e tutto cosparso nell'interno da una crosta bianca rappresentante la materia minerale fissa che vi stava disciolta e che si rese libera coll'evaporazione dell'acqua propriamente detta. Ma un fatto ancora più notevole che dimostra il persistente fenomeno dell'evaporazione dell'acqua nelle più normali condizioni meteoriche, si è il variabile stato di umidità atmosferica delle località nelle quali abbiasi in vicinanza o un lago, o uno stagno, o un canale a lento corso. Quivi l'aria si presenta relativamente più umida che in altre località prive di bacini d'acqua; e ciò naturalmente si attribuisce alla continua, benchè inavvertita, evaporazione di quelle superfici liquide. Infine il fenomeno meteorico più comune, quale è la pioggia, ci attesta che l'atmosfera riceve dalla terra una gran copia di vapori acquosi, i quali poi sollevatisi a determinate altezze incontrano una causa di condensazione e ricadono al suolo. I mari, e in genere gli ampii bacini, sono i più giganteschi tributarii di tali masse vaporose, attestandoci per tal modo il fatto della loro ascensione. Ma è d'uopo osser-

vare che quanto più esteso si presenta il fenomeno, tanto più grande ne è il numero delle cause concorrenti: le meteore acquee sono ajutate dall'azione del calore solare che batte direttamente sulle superfici liquide dei mari, non meno che dal casuale e dal periodico movimento dell'aria, la quale allontanando gli strati di vapori mano mano che si formano, e quindi rinnovàndo la superficie evaporante, ne accelera la produzione del vapore stesso.

Questi fatti, così comuni e così comunemente osservati, hanno attirata l'attenzione degli uomini di ogni tempo: cosicchè già dall'antichità si imprese ad utilizzare le acque salate, limitandone un determinato volume e raccogliendo il residuo ch'esse abbandonano per prolungata evaporazione. Ed oggidì ancora, l'estrazione del sale marino si pratica con quegli stessi criterii. Accennerò pertanto come esempio di evaporazione all'aria libera il processo generale dell'estrazione del sale, quale si pratica attualmente sulle spiaggie marine.

Gli stabilimenti di tal genere prendono il nome generico di *saline* o di *stagni artificiali*, ed hanno press'a poco la distribuzione di parti indicata nella figura 247. Sulla spiaggia X, a poca distanza dal mare A, si scava un bacino C di forma variabile, molto ampio e poco profondo, nel quale l'acqua salata ha accesso per mezzo di un canale B. Entrata nel bacino l'acqua e riposandosi, depone in ordine di densità alcune delle materie che

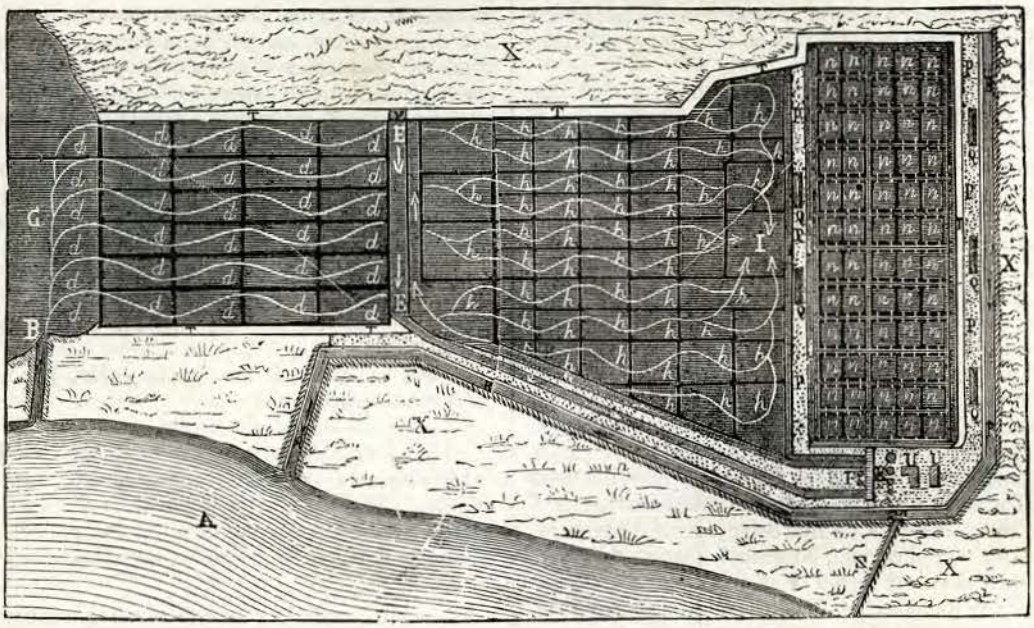


Fig. 247.

tiene in sospensione, e contemporaneamente va facendosi più densa in grazie dell'evaporazione alla quale trovasi esposta. In continuazione del bacino C e in comunicazione con esso si praticano molti altri bacini di piccole dimensioni *d d d d*, aventi forma rettangolare, l'uno separato dall'altro da un rialzo di terra, ma comunicanti fra loro in grazia di particolari aperture nei rialzi stessi di terra che vi servono da sponde. Hanno poi una dolce inclinazione, di guisa che l'acqua dal bacino C possa passare successivamente in ciascuno di essi e con determinata lentezza. Entrando in questo bacino l'acqua già concentrata in C viene ad acquistare una superficie maggiore e continua ad evaporare. Ottenuto un determinato grado di densità, essa si riversa poi per mezzo di un canale E E entro grandi pozzi F, praticati sulla spiaggia stessa; e da questi, per mezzo di particolari pompe, viene fatta rimontare lungo un canale G, parallelo al primo, e riversata in una serie di altri bacini *h h h h* aventi livello superiore a quello degli anteriori bacini. Quivi viene a soggiornare per qualche tempo, onde se ne continui l'evaporazione fino a incipiente cristallizzazione. A tal punto si fa passar l'acqua nel serbatojo J, dal quale successivamente si fa convergere in altri serbatoi K, e da questi finalmente in altri bacini minori *n n n .... n*, detti *tavole salanti*. In queste si compie la deposizione del sale, terminata la quale si fa ritornare al mare l'*acqua madre* o residua della cristallizzazione.

Egli è evidente adunque che in questa operazione non si trae profitto che dell'azione solare e dell'aria mossa, per far evaporare la massima parte del solvente acquoso da una soluzione salina rinchiusa in bacini, e che tale evaporazione è poi favorita sensibilmente col suddividere la superficie evaporante in un numero sempre crescente di altri piccoli bacini. Ond'ecco una prima ed assai estesa applicazione del fenomeno dell'evaporazione considerata nelle condizioni più semplici offerteci dalla natura; ed alla quale non può l'arte sostituirsi pel fatto che il dispendio, quale si renderebbe necessario alla concentrazione di enormi masse d'acqua per mezzo di artificiali temperature, non sarebbe compensato dal valore della merce.

In maniera analoga si trae profitto del sal marino delle *salse* o sorgenti saline. Sotto questo nome si comprendono alcune sorgenti, le quali contengono disciolto insieme a molti sali di varia natura, una ragguardevole quantità di cloruro di sodio. Tali sorgenti si presentano talora a fior di terra, tal'altra si rendono facilmente libere appena si pratichino dei fori nel suolo, attesochè possono perfino da esso sollevarsi con sensibile getto. Tali sorgenti non possono tuttavia essere utilizzate nel loro sale per mezzo soltanto della concentrazione ad aria libera, ma la loro evaporazione si spinge fino a un punto determinato, oltre al quale poi fa d'uopo ricorrere alla cottura.

Per ottenere siffatta evaporazione si adottano speciali edifizi, detti *edifizi di graduazione* (fig. 248), e che risultano essenzialmente costituiti di robuste travature di legno sorrette da fondazioni murarie. La parte più bassa di codesto edifizio rappresenta un ampio recipiente BB, nel quale si fa entrare l'acqua salata già parzialmente evaporata in serbatoi prossimi alla sorgente; e fra le travature che si elevano verticalmente si dispongono, sovrapposti fra loro, vari mucchi di fascine o di rami vegetali, di guisa che siavi libero accesso e rinnovazione d'aria. L'acqua salata arriva per mezzo di particolari pompe lungo un canale CC, il quale nel suo

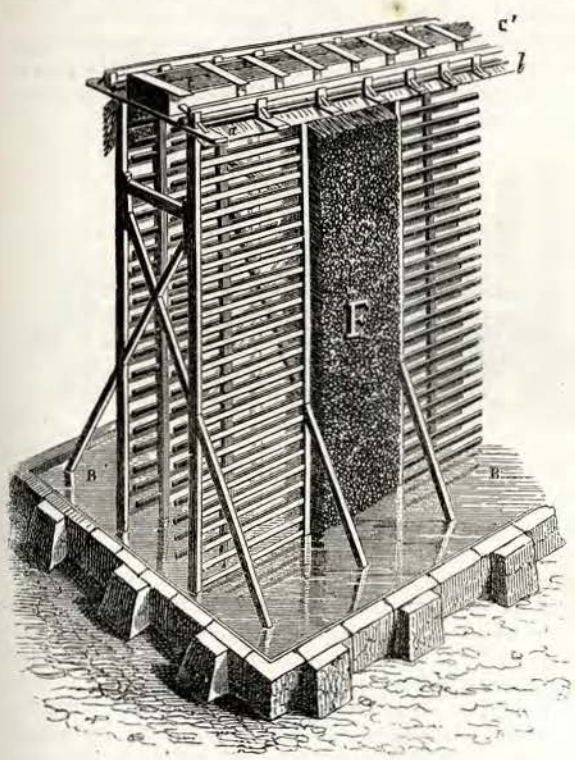


Fig. 248.

percorso è perforato in guisa che l'acqua ne goccia fuori e si spande in tutti i sensi sulle fascine per ricadere poi nel recipiente BB. Da questo, e per mezzo di pompe, si solleva l'acqua al di sopra di un secondo *edifizio di graduazione*, e poscia in un terzo, e così via, fintantochè abbia raggiunta quella determinata densità. Egli è naturale che in tutto codesto lavorìo di ricadute e di frastagliamento su tante superfici di legni, l'acqua viene ridotta in ampia superficie ed evapora rapidamente, e tanto più rapidamente ove sia ajutata dall'azione dei venti.

Ciò che pertanto risulta, riguardo all'evaporazione spontanea, si è che il calore necessario è fornito dal liquido stesso, e dall'aria, e quindi le spese di evaporazione si riducono all'interesse del capitale impiegato nel terreno, costruzione di macchine e mano d'opera, sendo nulla quella del combustibile. Cosicchè, valutandosi che per ricavare 100 chilogr. di sale dall'acqua marina occorre evaporarne 4000 chilogr., e che per questo si esigerebbero 650 chilogr. di carbon fossile, ei viene a risultare che si evita un dispendio di L. 19 all'incirca su ogni quintale di sale; e ciò anche nell'ipotesi che il carbone fossile si paghi in ragione di sole L. 3 al quintale.

III. — Evaporazione sotto correnti di aria forzata.

L'osservazione che l'evaporazione procede più sollecita coll'ajuto dei venti, cioè coll'ajuto di correnti d'aria, suggerì ancora da tempo lontano l'idea di injettare, per mezzo di macchine soffianti nei liquidi da evaporarsi, una certa quantità d'aria, e sotto forti pressioni; ma poichè si osservò del pari che l'azione meccanica dell'aria meglio risponde alle esigenze dell'operazione quando essa aria possiede una temperatura relativamente elevata, così venne suggerito di far gorgogliare aria preventivamente portata a temperatura di 40°-50°. E del pari si immaginarono successivamente varii processi basati sullo stesso concetto; quale ad es. quello di far passare una corrente d'aria già calda traverso a una torre di forma quadrata, e contenente disposte in varii piani delle tele metalliche; cosicchè la corrente d'aria injettata dal basso della torre e rimontando quei piani, ne incontrasse il liquido discendente dall'alto. Di analoghi processi vennero proposti per la concentrazione di liquidi zuccherini facili a fermentare e quindi richiedenti sollecita evaporazione; ma si ebbe poscia a notare essere essi di poca praticità e accompagnati da effetti dannosi ai liquidi stessi. Basta infatti osservare che allorquando si faccia passare per lungo tempo e per mezzo di un ben congegnato aspiratore, una corrente d'aria calda traverso a una soluzione zuccherina, questa si riduce bensì e presto in sciroppo, ma tale da presentare una tinta assai bruna, nonchè da perdere una buona parte del titolo zuccherino primitivo. E nel caso degli zuccheri cristallizzabili commisti a zucchero incristallizzabile, si osserva che il sciroppo derivante passa in gran copia a zucchero incristallizzabile.

Del resto poi, se l'evaporazione all'aria libera ajutata da correnti d'aria calda potè rappresentare un passaggio, un progresso nelle industrie, è fuori di dubbio ormai che di fronte agli attuali processi di evaporazione coll'ajuto del vuoto, quei sistemi di evaporazione vanno scomparendo dalla pratica e rimangono soltanto quali documenti per la storia delle industrie.

IV. — Evaporazione in vasi aperti e riscaldati a fuoco diretto.

L'evaporazione in vasi aperti e direttamente riscaldati sotto il fondo rappresenta la più comune e la più comoda evaporazione, oltrechè la più spedita. Essa è usata in ogni caso, e con molta semplicità di mezzi operativi: ma richiede una serie di speciali condizioni, oltrechè nei liquidi evaporanti, anche nelle materie che trovansi disciolte nel liquido stesso. Così ad es., riguardo al liquido, richiedesi ch'esso non sia combustibile e non sia atto a scomporsi durante il calore; e riguardo alle materie disciolte richiedesi del pari ch'esse non subiscano alla temperatura di evaporazione del liquido, alcuna alterazione d'ordine fisico, nè alcuna scomposizione nel senso chimico. Così, ad es., sarebbe erroneo il praticare in vaso aperto e al fuoco diretto l'evaporazione di una soluzione alcoolica di canfora, e ciò tanto in riguardo alla volatilità del solvente (l'alcool) i cui vapori sono combustibili, quanto in riguardo alla volatilità della canfora stessa. E del pari sarebbe poco opportuno il far evaporare a fuoco diretto una soluzione di zucchero che vogliasi ridurre a tale densità da ottenerne poi deposti i cristalli; lo zucchero soffre per la diretta temperatura una parziale carbonizzazione e acquista uno speciale odore di caramella. Ciò non pertanto, astrazion fatta da pochi casi, nei quali o il solvente o i corpi in esso di-

sciolti, siano soggetti ad alterazione sotto l'azione calorifica, il sistema di evaporazione a fuoco diretto è su larga scala utilizzato.

Senonchè, la pratica ha stabilito dei criterii che pur è d'uopo seguire, a che l'evaporazione con tal sistema riesca la più economica possibile dal lato dell'impiego di combustibile e della scelta di questo, non meno che nei riguardi del risparmio di tempo. E poichè non riesce punto indifferente l'applicazione del calore sotto forma di masse carbonose incandescenti o di masse gasose, cioè di fiamma, così si dà la preferenza al carbone o alla legna a seconda anche del sistema di costruzione dei fornelli a riscaldamento. Ciò che ad ogni modo interessa si è che i prodotti della combustione all'uscire dal camino di sfogo sieno il meno caldi possibile, e quindi si procuri di far percorrere ai prodotti stessi la via più lunga attorno al recipiente, così da lambirne successivamente le parti più lontane dalla sorgente del calore.

Un'altra avvertenza giova avere nel riscaldamento a fuoco nudo; ed è di preferire sempre caldaje aventi poca profondità, giacchè, se l'evaporazione ha luogo alla temperatura di ebollizione, la quantità di vapore dipende soltanto, per un dato peso di combustibile, dall'ampiezza della superficie di caldaja esposta all'azione del fuoco; e quando l'evaporazione succede ad una temperatura inferiore a quella dell'ebollizione, la quantità di vapore dipende soltanto dall'ampiezza della superficie del liquido. Onde in nessun caso la massa liquida influisce sul fenomeno. Occorre altresì che il fondo del recipiente abbia a trovarsi discosto dal piano di combustione, cosicchè esso venga lambito dalla estrema punta della fiamma anzichè dalla fiamma appiattita. E invero risulta dallo studio della costituzione chimica della fiamma che la parte più calorifica di essa è la più esterna, e quindi la punta di essa, e ciò pel fatto che nelle altre parti più interne, sendo ivi minore l'accesso dell'aria, trovasi maggiore intensità luminosa grazie alla incandescenza del carbonio, e perciò meno completa la combustione e la produzione del calore.

Riguardo al modo di regolare la evaporazione, è opportuno il far notare che, data una quantità di combustibile, la massa di vapore che si forma è identica operando a caldaja aperta, come a caldaja coperta, purchè fornita di un'apertura così larga che la pressione del vapore sorpassi poco quella dell'atmosfera. Questa nozione riesce interessante pei casi nei quali occorra il difendere il liquido evaporato dall'azione dell'aria.

Potrebbe però credersi che nelle caldaje completamente aperte debba esservi molta perdita di calore per l'irradiazione della superficie del liquido bollente; tale perdita di calore è invece sensibilmente compensata dall'irradiazione di quel vapore, il quale, appena sollevatosi dalla superficie liquida, acquista lo stato vescicolare e riproduce quindi il calore sottratto. Nelle caldaje chiuse, all'incontro, si ha maggior perdita di calore, causa il raffreddamento della parte superiore di esse, quando però sia di metallo; tale perdita potendosi valutare a chilogrammi 1,5 di vapore per ogni metro quadrato di superficie e per ogni ora. E perciò sarà economico il costruire il coperchio delle caldaje con materie poco conduttrici.

Nè meno interessante è la nozione dell'alterabilità dei recipienti, entro ai quali dispongonsi i liquidi ad evaporare; alterabilità la quale, *indipendentemente anche dalla natura chimica dei solventi e delle materie disciolte*, è relativa alla natura del combustibile che si adopera. Così, ad es., non sarà mai da consigliarsi, per l'evaporazione a fuoco diretto, l'uso di recipienti di ferro stagnato, aventi saldature in stagno e piombo; chè queste fonderebbero e produrrebbero quindi delle discontinuità nella superficie metallica, oltrechè la stagnatura superficiale delle lamiere di ferro si struggerebbe facilmente. Non sarebbe da consigliarsi poi in riguardo alla natura di questi metalli, come neppure in riguardo a recipienti di rame, pure se stagnati, l'uso del carbone quale sorgente di calore; e ciò pel fatto che il rame formerebbe col carbone, a quella temperatura, il carburo di rame, consumandosi perciò molto rapidamente il fondo del recipiente stesso. In tali casi, all'incontro, sarà opportuno di usare della legna comune; questa nella sua combustione genera della fuliggine, la quale va a formare un deposito intorno al vaso, proteggendolo dalla diretta ossidazione; e di più, acquista per tale annerimento anche una grande facilità a riscaldarsi, grazie al potere assorbente dell'involucro fuligginoso.

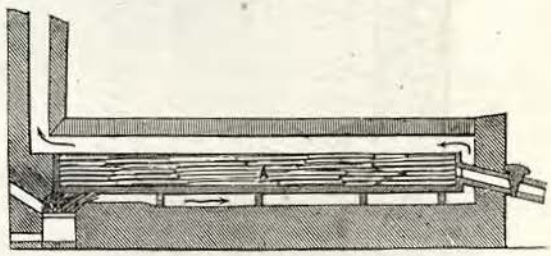


Fig. 249.

Il riscaldamento a fuoco diretto deve quindi essere condotto con particolari criterii, ed abbenchè esso si presenti come il più ovvio, e come il più spedito, tuttavia va accompagnato da una serie di svantaggi che pesano sulla bilancia della scelta di un sistema di evaporazione. In molti casi, già dissi, e in forza di particolari condizioni topografiche ed economiche, vi si ricorre e non senza profitto; onde ne citeremo alcuni che pur formano parte di industriali lavorazioni. Tale, ad es., è il caso della evaporazione delle soluzioni saline delle sorgenti, dopo averle condotte a determinata densità per mezzo di evaporazioni spontanee o forzate all'aria libera; tale è pure quello dell'evaporazione di grandi masse di soluzioni di allume potassico che deve poi cristallizzare, e quello del pari della evaporazione dalle soluzioni alcaline nella produzione industriale della soda, ed in quella dell'acido borico, ecc. E in tutti questi casi, e in molti altri ancora che potrebbersi citare, torna opportuna la evaporazione a fuoco nudo, oltrechè pel fatto che in date località il combustibile abbonda, anche per la natura speciale della materia che si lavora e che non è soggetta a scomposizioni, nè ad alterazioni in genere.

A seconda però dei singoli casi, varia la disposizione delle parti nell'apparecchio evaporatore, e perciò credo opportuno il soffermarmi a qualche pratico dettaglio.

Ho già accennato addietro come, allo scopo di utilizzare il cloruro di sodio di certe sorgenti saline, si provochi l'evaporazione dell'acqua all'aria libera, e poscia la si completi coll'azione del fuoco. Ebbene, per tale ulteriore concentrazione delle soluzioni saline, si adotta una caldaja costruita nel modo qui segnato nella fig. 249. Essa rappresenta una cassa rettangolare A di lamiera di ferro, sorretta in varii punti sul piano di una camera orizzontale, nel cui ambiente corrono i prodotti della combustione, quali sfuggono da un focolare. Questi prodotti, insieme alla fiamma, lambiscono la caldaja per disotto ed ai fianchi, secondo l'andamento segnato dalle

freccie, e poi si sollevano pel camino. Ottenuta la soluzione al voluto grado di densità o concentrazione, si lascia cristallizzare, e le acque madri si scaricano poi pel canale laterale che è fornito del relativo rubinetto.

Un esempio analogo di evaporazione, per mezzo di riscaldamento, coi prodotti diretti della combustione, è quello delle caldaje multiple pur adottato nelle saline. L'apparecchio evaporatore consta di due caldaje B C (figura 250), costruite in lamiera di ferro. Esse riposano su un massiccio di muratura, e sono tenute divise l'una dall'altra per mezzo di un muro verticale, il quale, partendo dal basso, si arresta poi a 3/4 circa dell'altezza delle caldaje, per modo da lasciar libero passaggio ai prodotti della combustione, come è indicato nella figura.

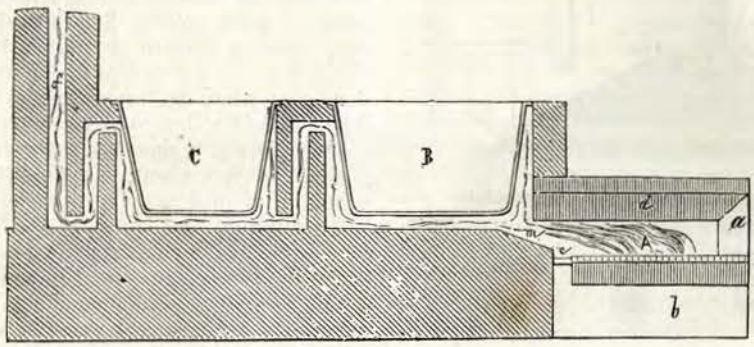


Fig. 250.

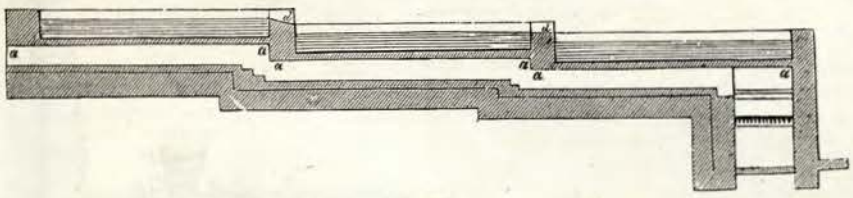


Fig. 251

Un focolare unico genera le masse gasose incandescenti, le quali passano sotto la prima caldaja, vi girano attorno, si sollevano, lambiscono la seconda caldaja, invadendola in tutti i sensi, e poi sfuggono quasi raffreddati lungo il tirante o cammino.

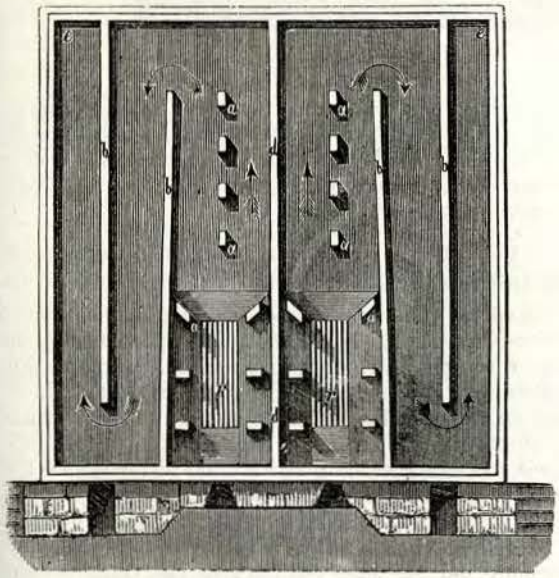


Fig. 252.

A vece di due caldaje poste in un solo piano, si adottano per certe operazioni, come nella concentrazione dell'acido solforico, le caldaje in piani diversi (fig. 251). In tal caso, si hanno tre caldaje rettangolari, costruite in piombo, l'inferiore delle quali è in diretto contatto col gas della combustione. Nella prima si pone l'acido solforico, quale esce dalle camere di ossidazione; nella seconda passa l'acido solforico a subire una nuova concentrazione; e nella terza, infine, esso riceve la più forte spinta all'evaporazione; cosicchè l'azione del calore è appunto più attiva là dove è più denso il liquido, e quindi più difficile l'evaporazione, ed è minore l'azione stessa là dove il liquido è più diluito.

Un altro caso di evaporazione a fuoco nudo, e molto frequente nelle industrie, è quello della concentrazione dei liscivii alcalini, e quindi della preparazione dei carbonati di potassio o di sodio, quali si ottengono per spostamento delle ceneri. L'evaporazione si pratica entro ampie caldaje di lamiera di ferro disposte su un focolare, il cui piano è segnato nella fig. 252, nella quale rilevasi l'andamento dei prodotti della combustione, andamento tortuoso, e che è destinato ad utilizzare il loro calore mediante un lungo tragitto. La fig. 252 rappresenta il piano di due focolari, il cui insieme è poi indicato *in alzato* dalla figura 253, dove rilevansi molti muricciuoli destinati a sorreggere un'ampia cassa rettangolare, di ferro, a basse sponde e sormontata poi da una cupola formata di tavole di legno. Questa è sorretta, mediante staffe di ferro, alla travatura principale dell'officina, e tutto all'ingiro è munita di piccole paratoje, mobili su cerniere, atte ad aprirsi e chiudersi onde si rinnovi l'aria sotto la cappa o cupola. Al di sopra di questa, finalmente, trovasi un cammino o tirante, pel quale hanno sfogo ed i vapori delle soluzioni saline ed i prodotti della combustione dei focolari.

Durante l'evaporazione, si aggiunge nella caldaja una nuova quantità di soluzione salina; e quand'essa abbia

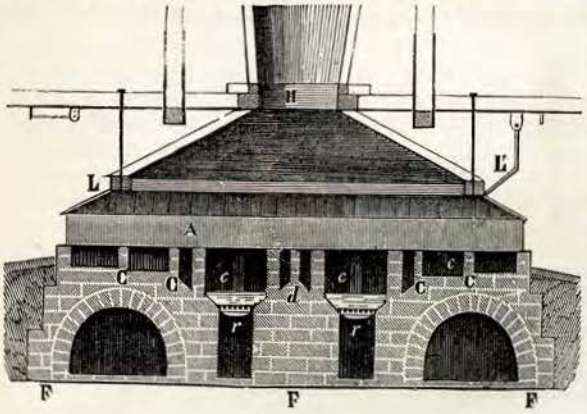


Fig. 253.

acquistata la voluta densità, si sospende il fuoco e la si lascia rapprendere in massa cristallina.

Anche nella fabbricazione dell'allume potassico si adotta, come mezzo d'evaporazione, il fuoco diretto, e con una speciale disposizione di parti nella costruzione. Anzitutto giova rammentare che le soluzioni di allume, derivanti da lisciviazione di *schisti alluminiferi*, contengono molto solfato di protossido di ferro; e quindi esse vengono versate in caldaje di ferro, dove, riscaldandosi sotto l'azione diretta dell'ossigeno dell'aria, perdono gran parte del loro solfato di ossido di ferro sotto forma di solfato basico di ferro, che è insolubile. In tal modo, separata la massima parte del ferro, e continuandosi poi l'evaporazione, si arriva ad ottenere una massa di solfato di protossido di ferro cristallizzato, il quale viene separato per decantazione. Nelle acque madri rimane quasi tutto il solfato di alluminio, il quale deve a sua volta essere trasformato in allume mediante l'aggiunta di solfato potassico; ma la soluzione di solfato alluminico deve preventivamente venir ridotta a determinata densità. E ciò appunto si ottiene coll'evaporazione entro un forno particolare, che dicesi *forno evaporatore*. Consta questo di due caldaje o bacini S S (fig. 254), costrutti in muratura e disposti in piani diversi, di modo che il liquido può dall'una defluire nell'altra per mezzo

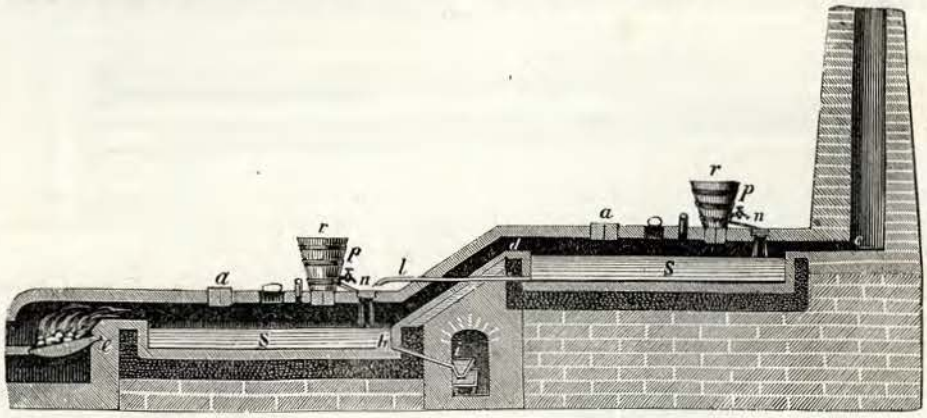


Fig. 254.

di un tubo *l*. I due bacini sono lunghi 20 metri ciascuno, larghi 3 metri, ed aventi la profondità di m. 1, 30 circa: sono ricoperti da una vôlta alquanto bassa, dalla quale, per mezzo di due serbatoi *r r*, ricevono il liquido da evaporare. Il focolare trovasi all'estremo del bacino più basso, nel quale avviene la concentrazione del liquido più denso, che poi si fa passare per un tubo *h* in un recipiente *i*: ed il bacino superiore riceve una minore temperatura, mentre i prodotti della combustione si sperdono quasi freddi lungo il tirante. Ei si valuta a 23 metri cubi circa il volume liquido che si può svaporare con questo apparecchio nel termine di 24 ore. Ottenutasi la concentrazione del volume liquido, si compie la preparazione dell'allume entro speciali apparecchi, che però omettiamo di descrivere.

Molte altre applicazioni industriali di evaporazione a fuoco diretto potrebbersi qui accennare; ma lo reputiamo inutile pel fatto che se, come già dissi, in molti casi può tornare opportuno un tal sistema, sia per la poco dispendiosa costruzione degli apparecchi a ciò necessarii, sia per la speciale ubicazione della industria, la quale può trar profitto dell'abbondanza del combustibile locale, nonchè per la negativa condizione di distanze dai luoghi ove sia facile l'acquisto e la riparazione di macchine, quel sistema di evaporazione dovrà sempre cedere il posto alle attuali costruzioni. Oggidì si preferisce in ogni caso il riscaldamento a vapore, e l'evaporazione pure a vapore coll'ajuto del vuoto: ottenendosi sempre non solo una grande economia nel combustibile e nella lavorazione manuale, ma benanco un maggior pregio nei prodotti che ne derivano.

V. — Evaporazione di un liquido caldo, per mezzo di una corrente d'aria fredda o calda.

Usando di questo sistema di evaporazione, si pratica il riscaldamento del liquido ancora a fuoco diretto, ma se ne rende più sollecita l'evaporazione, facendovi gorgogliare dell'aria fredda o previamente riscaldata. Molti sono gli apparecchi costruiti con tale indirizzo, ed uno fra questi è segnato nella fig. 255. Quivi trovasi un focolare A, il quale riscalda a fuoco nudo una caldaja G: di fianco a questa sta una cassa metallica contenente molti tubi orizzontali traverso ai quali viene lanciata dell'aria in grazia di un ventilatore E: mentre i tubi vengono riscaldati dai gas della combustione che vanno a fluire lungo il caminetto F.

Nella caldaja G trovasi un asse metallico K K intorno al quale ruotano dei cilindri di tela metallica destinati a rimovere continuamente il liquido riscaldato, ed i cui vapori si fanno strada lungo il camino di richiamo I.

Un altro apparecchio, molto elegante, atto all'evaporazione sotto corrente d'aria calda, è quello segnato nella

fig. 256. Esso consta di un generatore di vapore AA', racchiudente un serpentino BB', del quale un estremo comunica con un mantice C, e l'altro va a penetrare sul fondo inferiore e bucherato della vasca D, contenente il liquido da evaporare; mentre dal generatore stesso si diparte un tubo, il quale porta vapore a una griglia EE posta nella caldaja, onde mantenere caldo il liquido da evaporare.

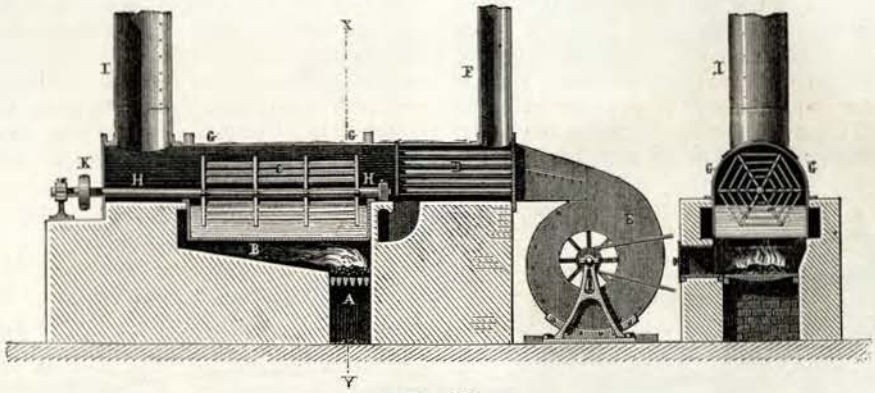


Fig 255.

Questo apparecchio ebbe a funzionare per qualche tempo nelle raffinerie di zucchero, come mezzo di concentrazione di sciroppi, ma dovette esser abbandonato, almeno per tale uso, causa la complicazione della sua funzione; e del resto, l'uso del vapore qual mezzo di riscaldamento ha sostituito oramai quasi tutti gli altri sistemi d'evaporazione dei liquidi. Il che appunto vedremo qui appresso.

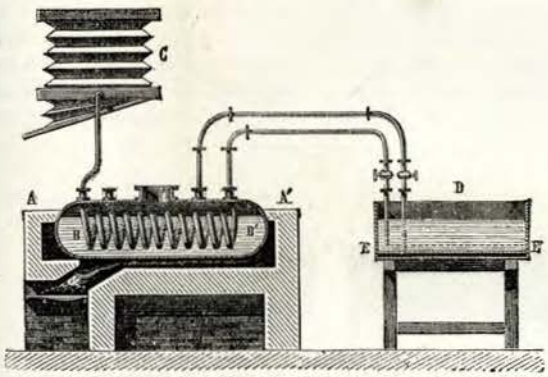


Fig. 256.

VI. — Evaporazione all'aria libera con riscaldamento a vapore.

Soffermiamoci ora al sistema di evaporazione praticato per riscaldamento a vapore, come quello il quale segna già un grande progresso nella preparazione industriale di molti prodotti.

Un primo esempio di siffatto sistema lo troviamo offerto dalla natura stessa, ed anzi si potrebbe inferire che l'arte ha fatto nulla di nuovo in materia, ma soltanto un'applicazione. Alludo con ciò alla estrazione industriale dell'acido borico dai vulcani delle maremme toscane: estrazione, la quale è molto ajutata dalla temperatura degli sbuffi vaporosi naturali.

Ed ecco in qual modo. L'acido borico trovasi allo stato di soluzione nelle acque delle maremme toscane e nella fanghiglia dei così detti *lagoni* o grandi bacini naturali. Quivi il terreno è tutto costituito di fango molle, e tenuto in lieve agitazione dalla perenne produzione di vapori acquosi: vapori i quali in certe località producono dei crepacci così ampii da poter sfuggire sotto forma di grandi masse. Tali masse vaporose diconsi pertanto *soffioni*, e sono ricche di acido borico.

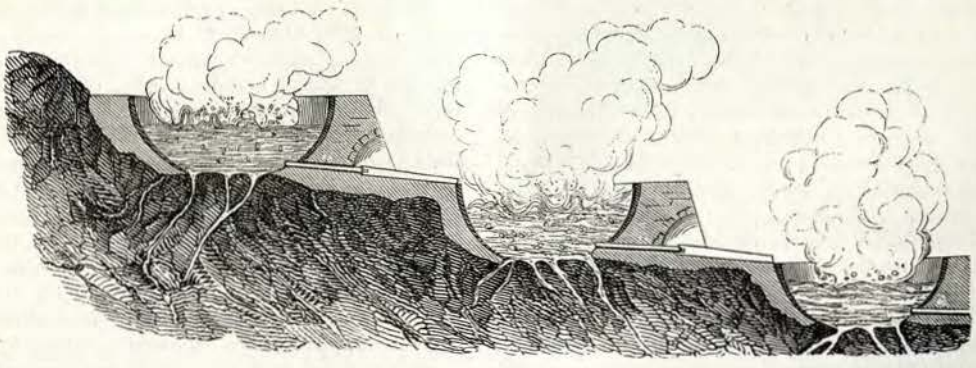


Fig. 257.

La condizione nella quale si trovano siffatte sorgenti suggerì all'arte un modo di utilizzare l'acido borico, ed ecco in qual modo. Sul terreno, onde scaturiscono le sorgenti di vapore, si costrussero degli ampii bacini e si rivestirono perifericamente con buona muratura (figura 257) in modo però che ciascun bacino potesse raccogliere i prodotti o le eruzioni di più soffioni, e comu-

nicasse con altri bacini inferiormente disposti per mezzo di canali o tubi *a*, *b*, *c*.

Nei bacini si fa entrare acqua, che si estrae da vicine località; e quella, trovandosi a diretto contatto coi vapori uscenti dai crepacci, non può penetrare al di sotto, anzi vi è continuamente risospinta ed al tempo stesso riscaldata. Dopo 24 ore d'azione dei vapori, si fa passar l'acqua dall'un bacino all'altro: e poichè l'acqua tiene in sospensione molte impurità, così la si guida entro un primo serbatojo J (fig. 258) e successivamente negli altri due J e K, ove la si abbandona al riposo perchè si renda chiara. A questo punto deve cominciarsi l'evaporazione, acciò la soluzione borica acquisti quella densità, alla quale avviene la separazione del prodotto cristallizzato; e mentre nei primi anni dell'industria di quest'acido si soleva praticare l'evaporazione entro caldaje riscaldate a fuoco diretto, oggidì, o meglio, già da qualche tempo, si sostituisce al combustibile il vapore stesso uscente da alcuni soffioni. A ciò fare, dai serbatoi A B (fig. 259), nei quali la soluzione ha depositate le impurità, si fanno passare le soluzioni stesse entro larga caldaja C di piombo, sorretta da travicelli, e da questa sovra un

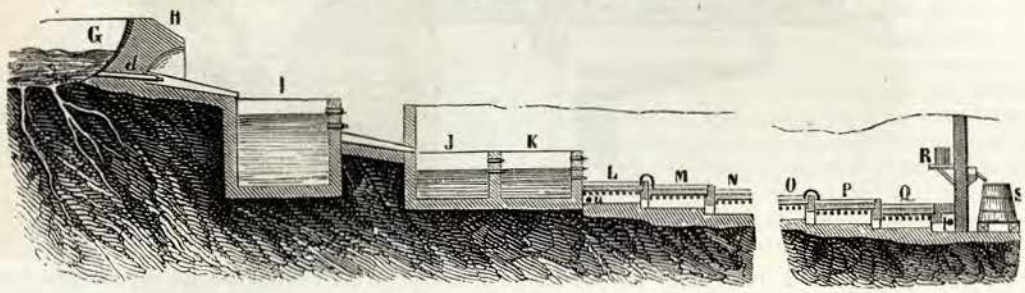


Fig. 258.

piano leggiermente inclinato ed ondulato D, E, lungo 50 metri circa, pure formato da lastra di piombo, sorretta da travicelli; e finalmente passa nel bacino F, dove arriva con una densità abbastanza elevata per esser poi riversata nei cristallizzatori. In tutti questi passaggi, la soluzione è riscaldata dal calore che i bacini ricevono da una corrente di vapore derivata da un *soffione* incanalato al di sotto dei bacini stessi. Ed è tale l'azione del calore che si utilizza, che in 24 ore si riesce a portare la soluzione da 1° dell'areometro a 10° del-

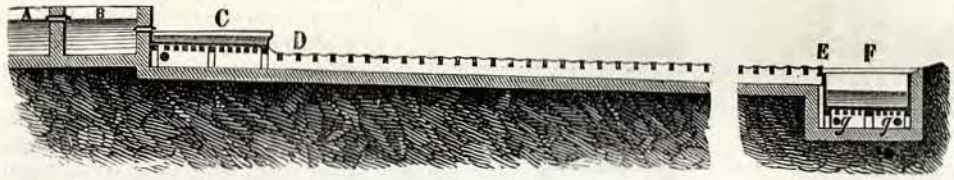


Fig. 259.

l'areometro stesso; e ciò naturalmente con molto vantaggio dell'industria, la quale può risparmiare buona parte di combustibile. Tale è adunque l'esempio offerto da natura e modificato dall'arte, pel riscaldamento e per l'evaporazione di un liquido per mezzo del vapore; ed oggidì l'uso del vapore è penetrato dovunque, attalchè in generale i motori a vapore destinati al movimento degli organi di un determinato stabilimento di lavorazione industriale di sostanze liquide, si costruiscono di dimensioni e di portata sempre eccedente ai bisogni del movimento; appunto allo scopo di avere da quelli stessi una massa rilevante di vapore qual mezzo di riscaldamento.

Ma vediamo quali sono i vantaggi principali che si presentano nell'uso del vapore considerato sotto questo punto di vista. Anzitutto si ha risparmio nella costruzione dei fornelli o focolari destinati a ricevere le caldaje: si ha risparmio sul combustibile anche nel caso di dover usare il motore al solo scopo di generar vapore; e molto maggior risparmio nel caso, assai frequente, in cui occorra il motore per la trasmissione dei movimenti ai varii organi di un opificio. Con un solo generatore di calore risparmiasi altresì la mano d'opera; chè il fuochista del motore generale risparmia la spesa di particolari fuochisti ai singoli fornelli a combustione. Nè lieve è il risparmio relativo alla materia colla quale si costruiscono le caldaje evaporatrici; esse ricevono una somma di gradi di temperatura sempre inferiore a quella che riceverebbero al fuoco diretto: e la durata di quelle è anche assai più lunga, risparmiandosene l'ossidazione che ne verrebbe dai prodotti della combustione. Ciò tutto riguardo ai vantaggi d'ordine economico: ma v'ha non meno un gran numero di vantaggi relativi alla natura delle soluzioni da evaporare. Se trattasi di soluzioni di materie di origine organica, quali, ad es., zuccheri, materie coloranti, materie acide, ecc., si evita il pericolo della loro carbonizzazione, non meno che della loro parziale scomposizione, quale non di rado avviene operando il riscaldamento a fuoco diretto: ed è facile altresì mantenere e ricondurre sempre costante la temperatura di evaporazione, giacchè è sempre più ovvio, mediante una manovra di rubinetti, il moderare l'injezione del vapore che non il dirigere la temperatura di un cumulo di carbone o di legna in ignizione. E vedremo altresì, nel corso degli esempi che verrò esponendo, quali applicazioni di *evaporazioni a vapore*, come si renda perfino possibile l'uso di recipienti di legno a vece di caldaje di evaporazione, e quindi si consegua da questo punto di vista un massimo di economia, quale non si può raggiungere con altri sistemi di riscaldamento.

Considerato quale sorgente calorifera per la evaporazione dei liquidi, il vapore può essere applicato in due modi affatto diversi; e cioè disponendo il vaso evaporatore in altro vaso contenente acqua bollente: ovvero

mantenendo immerso nel liquido da evaporare un lungo tubo curvato a serpente, in guisa che offra una grande superficie di riscaldamento: ovvero ravvolgendo il vaso evaporatore, che per lo più è sagomato a calotta sferica, mediante un altro vaso della stessa forma e mantenuto dal primo a tale distanza da permettere che tra l'uno e l'altro circoli liberamente il vapore. La preferenza dell'uno all'altro sistema è consigliata da varie condizioni sia d'ordine economico, sia d'ordine scientifico.

Il più semplice sistema di evaporazione col mezzo del vapore è quello che dicesi comunemente il *bagno Maria*, dal nome dell'inventrice, nota alchimista del secolo IV. Ma se esso offerse indubbiamente l'idea del riscaldamento a vapore, non può riuscire tuttavia di pratica applicazione se non nei laboratorii scientifici e in generale in tutte quelle manipolazioni nelle quali si fa uso di apparecchi di piccola portata, e dove naturalmente la quistione del combustibile come dispendio entra in seconda linea. E invero, ritenendo come *bagno Maria* un recipiente di rame contenente acqua riscaldata all'ebollizione, e sulla bocca del quale trovisi il recipiente col

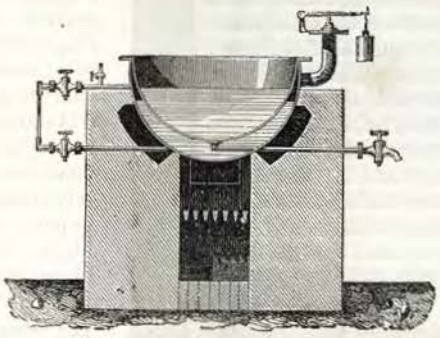


Fig. 260.

liquido da evaporare, gli è raro che il vaso del liquido in evaporazione combacci col recipiente dell'acqua bollente e in guisa che abbia ad esser minima la quantità di vapore che pur deve uscirne: e in secondo luogo fa d'uopo rinnovare di tanto in tanto l'acqua del vaso di rame, onde non venga interrotta l'evaporazione del liquido in lavorazione. Ciò vale pei *bagni Maria* quali si usano in piccola scala. Ai due svantaggi ora citati si può in certo modo ovviare mediante la disposizione segnata nella fig. 260, dove si ha un fornello sul quale trovasi un vaso metallico contenente altro vaso portante la soluzione da evaporare: e fra i due vasi si pone acqua che si fa bollire. Nella figura stessa è indicato, alla destra, un tubo ricurvo munito di valvola di sicurezza onde abbia a sfogare l'eccesso di vapore che si formasse durante l'ebollizione dell'acqua, e dal fondo del vaso interno si diparte un tubo di scarico del liquido che viene ad essere condensato. Alla sinistra della figura stessa si hanno due tubi, l'uno dei quali serve a segnare il livello dell'acqua fra i due recipienti: e l'altro, che porta altresì un rubinetto verticale, serve alla introduzione di acqua fra i due recipienti, allo scopo di rimpiazzare quella che si va perdendo dalla valvola di sicurezza. Ma anche malgrado siffatta disposizione, si ha l'inconveniente di dover rinnovar l'acqua destinata a fornire il vapore, e quindi non riesce possibile il mantener costante ed uniforme la temperatura di riscaldamento.

Si ovvia pertanto a siffatte negative condizioni usando qual mezzo di riscaldamento il vapore prodotto separatamente in apposito generatore, ed injettato sotto determinata pressione negli apparecchi speciali di evaporazione, quali sono quelli a serpentino, e quelli a doppio fondo.

Vediamo in qual modo si costruiscono gli apparecchi evaporatori con serpentino, e come funzionino. Data la cassa metallica o recipiente nel quale sta il liquido da evaporare, si adagia sul fondo di esso un lungo tubo ripiegato a branche parallele, le quali trovansi in uno stesso piano (fig. 261). Il diametro del tubo, e la lunghezza o

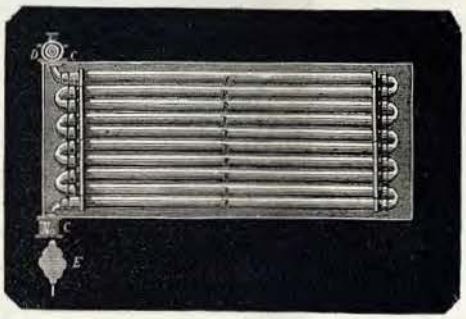


Fig. 261.

sviluppo di esso sono relativi alla produzione industriale del determinato prodotto. Un estremo del tubo, traversando il bacino al di fuori, riceve il vapore da un apposito generatore; l'altro estremo, pur traversando il bacino da altra parte, ne smaltisce l'acqua di condensazione: cosicchè il serpentino trovasi per molto tempo percorso dal vapore intanto che rimane immerso nel liquido da evaporare. A vece poi di costruire il serpentino secondo la forma indicata, si trova maggior vantaggio nel costruirlo di forma circolare, e precisamente di *voluta*, essendosi notato che se ne ottiene grande uniformità di riscaldamento. In alcune costruzioni usasi di far montare per tutta l'altezza del bacino quell'estremo del serpentino che deve connettersi al generatore, cosicchè si ha il vantaggio di produrre riscaldamento del liquido anche in senso verticale. Nei casi però nei quali il serpentino trovasi tutto orizzontale e rettangolare, e quindi i due estremi trovinsi al basso, fa d'uopo di renderlo mobile sul fondo per mezzo di un asse di rotazione (fig. 262)

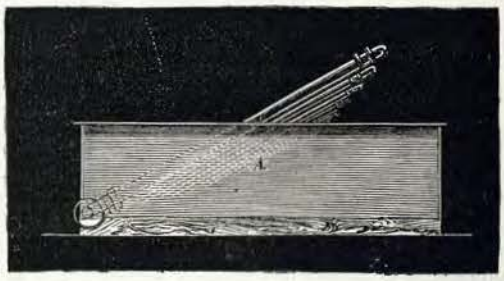


Fig. 262.

onde poterlo sollevare, e ripulire all'occorrenza tanto il fondo della caldaja di evaporazione, quanto il serpentino stesso.

Oltrechè il serpentino a un piano unico, come quello ora accennato, si adotta in taluni casi anche il serpentino a piani diversi, tale cioè che i varii rami di tubi formino zig-zag per tutta l'altezza del vaso contenente il liquido, e ciò nell'intendimento di procurare un più uniforme riscaldamento del liquido e quindi una più sollecita evaporazione.

Nel caso poi nel quale abbiasi ad evaporare una grande massa di liquido, quindi soluzioni molto diluite, si adotta con molto profitto l'apparecchio segnato nella fig. 263. Esso rappresenta una caldaja o bacino a bocca aperta, entro il quale è adagiato un grandioso serpentino costrutto da una moltitudine di canne di rame parallele, sovrapposte l'una all'altra e sboccanti coi due estremi rispettivamente in due tubi verticali. Di questi uno riceve il vapore dal generatore, l'altro lo smaltisce al disotto, attraversando lo spessore del bacino. Entrambi questi tubi verticali portano a distanze uguali un impedimento al corso del vapore, dimodochè questo, mentre si precipita nel primo tratto verticale, e da questo lungo i tubi orizzontali, invade poi il secondo tratto verticale del tubo opposto; di qui si slancia nei tubi orizzontali inferiori ai primi, sfogandosi così entro al secondo tratto verticale del primo tubo: e da questo finalmente si riversa negli ultimi tubi orizzontali sfogando nell'ultimo tronco del tubo verticale che porta l'uscita o bocca libera del serpentino. L'intero serpentino poi è rilevato sul fondo del bacino, mentre la parte superiore di esso è coperta da una vasca metallica B tutta forata. In essa trovasi il liquido da evaporare, il quale cade a guisa di grossa pioggia continua sul serpentino; cosicchè e pel contatto colle canne riscaldate, e per lo stato di grande divisione, viene a svaporare sollecitamente: mentre la parte che non evapora in quell'istante ricade nel bacino, pur rimanendo a contatto col serpentino caldo.

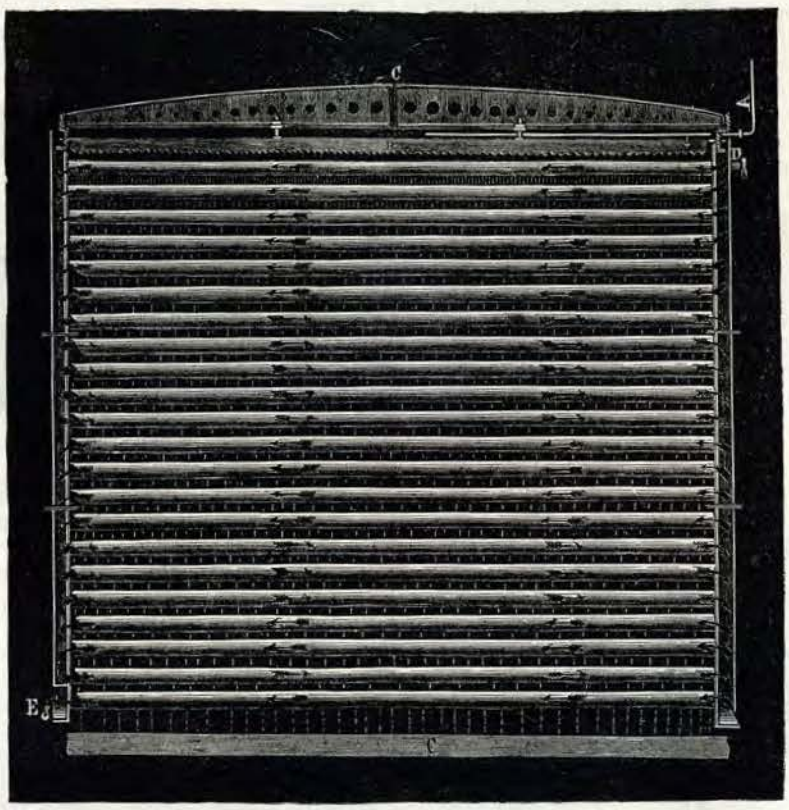


Fig. 263.

Siffatto sistema di evaporazione all'aria libera per riscaldamento a vapore di grandiosi serpentini si applica di preferenza nei casi di evaporazione di rilevanti masse di liquidi, per le quali appunto è forza di agire sollecitamente; ma ove si tratti di masse liquide di poca entità, e dove non si richieda una grande economia di tempo, pur rispettando il lato economico del combustibile, si può trar profitto anche di tini di legno quali vasi evaporatori. Basta infatti disporre sul fondo di questi un serpentino sorretto opportunamente, e procurare che la temperatura non ecceda mai i 100°, e meglio, anzi, ne sia al di sotto. Quanto poi alla natura della materia, sono i serpentini generalmente costruiti con canne di rame stagnato o con canne formate di lega metallica speciale (antimonio, stagno e piombo).

Vediamo ora i sistemi di evaporazione con caldaje a doppio fondo. Esse sono ordinariamente costruite di robusta lamiera di rame, e constano per lo più di un alto e pesante treppiede di ferro sul quale sta fissa una calotta metallica, entro la quale si innesta la caldaja evaporatrice propriamente detta, e ve la si fissa solidamente mediante chiavarde e fermagli, cosicchè l'apparecchio sia a perfetta tenuta di vapore. — Nell'intervallo delle due caldaje deve circolare il vapore (fig. 264-265), e perciò sono innestati alla parete esteriore tre tubi muniti di chiave: di questi il tubo B deve essere aperto al momento della introduzione del vapore, onde dar libero sfogo all'aria dello spazio anulare, e per esso appunto avrà luogo lo scarico dell'acqua di condensazione; il tubo A, che è posto in comunicazione col generatore, fornisce il vapore; e il tubo intermedio D serve per lo scarico del liquido ridotto alla voluta densità. Nella figura 265

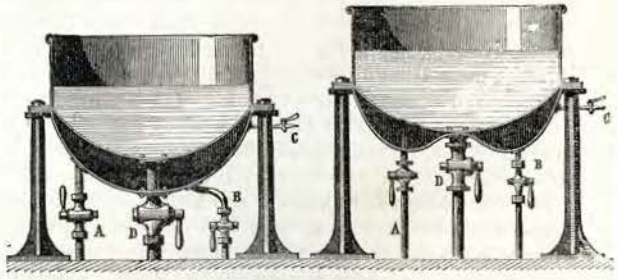


Fig. 264. Fig. 265.

è rappresentata una modificazione utile alla calotta esteriore, cosicchè l'estrazione del liquido concentrato si fa direttamente dalla caldaja evaporatrice. Un'altra disposizione di siffatto genere di caldaje è data dalla fig. 266, nella quale, trattandosi appunto di evaporazione a bocca libera, si ha tutta la caldaja traversata verticalmente da un'asta, la quale termina in una specie di stantuffo traversante un cilindro di uscita del liquido concentrato.

Si dovrebbe ora accennare ad un altro apparecchio evaporatore e che dicesi *cono evaporatore* di Lambek: ma esso, oltrechè ssere assai complicato nella sua costru-

zione, non è destinato a utilizzare che vapori a bassa pressione, e rende un effetto utile assai inferiore a quello dei serpentini e delle caldaje a doppio fondo.

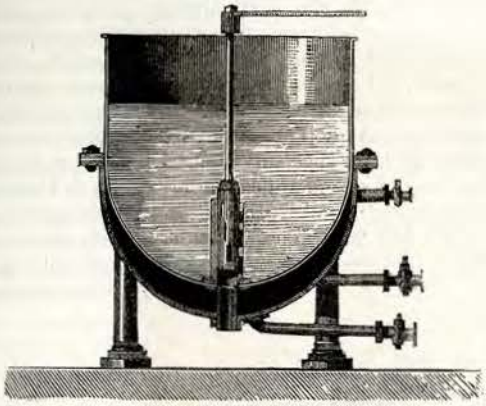


Fig. 266.

Osserveremo invece che, riguardo all' utilizzazione degli apparecchi a corrente di vapore in genere, è d'uopo tener conto delle acque di condensazione o di ritorno, le quali, naturalmente, dagli apparecchi escono ancora dotate di un'elevata temperatura. Quelle acque si fanno rientrare direttamente nel generatore del vapore; ma ove questo ritorno non potesse esser fatto direttamente, in allora fa d'uopo applicare alla caldaja evaporatrice un apparecchio particolare che si chiama il *ricettore*. Esso consta (fig. 267) di un gran vaso cilindrico A, il quale

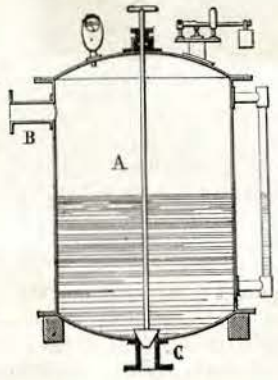


Fig. 267.

riceve pel tubo B l'acqua di condensazione, e per mezzo di una tubulatura inferiore C la trasmette alla caldaja d'alimentazione o generatore. Il vaso A è chiuso ermeticamente in guisa da poter conservar calda l'acqua sotto una certa pressione di vapore, e perciò è ad esso unita una valvola di sicurezza, un manometro, un livello laterale e un'asta verticale terminante a cono, che viene alzata allo scopo di lasciar affluir l'acqua nel generatore.

Riguardo agli effetti di codesti sistemi di evaporazione, la pratica ha stabilito che:

1° Durante il riscaldamento di un liquido per mezzo di serpentini percorsi da vapore, la quantità di vapore condensato in un'ora, per un metro quadrato di superficie riscaldante, e per un grado di differenza di temperatura, è espresso da chilog. 2.33 durante il riscaldamento, e di chilog. 8,7 a chilog. 9.3, durante l'ebollizione del liquido;

2° Riguardo alle caldaje a doppio fondo la condensazione è di chilog. 2-5 di vapore per ogni metro quadrato, per ogni ora, e per ciascun grado di differenza di temperatura, durante il riscaldamento che precede l'ebollizione; cosicchè è sensibilmente identica la quantità di vapore che si condensa usando di quei due sistemi di riscaldamento;

3° Riguardo ai serpentini giova non oltrepassare un dato limite nella loro lunghezza, onde il vapore si distenda uniformemente, e sbocchi sollecitamente all'aria; e esperienze portando altresì a stabilire che un serpentino di 25-30 mill. di diametro interno non deve avere una lunghezza superiore ai 30-40 metri.

Questo sistema di evaporazione, come già si disse, offre molti vantaggi sui sistemi più comuni ad azione calorifera diretta; e fra tutti i vantaggi spicca quello di poter riscaldare e svaporare anche liquidi di natura delicata, pel fatto che si evita la carbonizzazione, cioè l'abbruciarsi della massa. Ond'è che nell'evaporazione dei sughi zuccherini, delle soluzioni di glucosio, delle soluzioni di acidi organici, tartrico, citrico, ossalico, ecc., si trae grande profitto di questo riscaldamento a vapore, e ormai ne traggon profitto anche le piccole industrie nelle quali, a vece di un generatore a vapore, quale usiamo considerare una locomobile, si adopera una caldaja di rame o alambicco la cui manica si pone in comunicazione colla vasca a doppio fondo entro la quale circoli il vapore.

VII. — Evaporazione con riscaldamento a vapore e coll'ajuto del vuoto.

Se l'uso del vapore circolante in un serpentino immerso nel liquido da evaporare, o circolante fra le due superficie concentriche di caldaje a doppio fondo, riesce a produrre una rapida evaporazione e al tempo stesso a mantenere al prodotto risultante una serie di caratteri utilissimi, quali non si potrebbero ottenere evaporando le soluzioni a fuoco diretto, non può dimenticarsi un'osservazione; e cioè che la evaporazione a bocca libera è sempre tarda pel fatto che la colonna di vapore sovrastante alla superficie evaporante impedisce la diffusione del vapore nell'aria, e che la pressione atmosferica stessa vi esercita un continuo ostacolo. Nè devesi intralasciare un'altra osservazione e cioè che in certe soluzioni, quali ad es. quella dello zucchero, dell'acido citrico, e in molti liquidi naturali, quali ad es. il latte ed altri ancora, sia di origine animale che vegetale, soffrono non lievi modificazioni e alterazioni pel contatto dell'aria; alterazioni le quali rappresentano, per alcuni soltanto, una ossidazione, per altri un'ossidazione e un'alterazione derivante dalla luce stessa. Chiara è pertanto l'opportunità di un sistema di evaporazione pel quale si possa raggiungere il triplice intento di eliminar l'aria (come causa di ossidazione), la luce, e la pressione permanente sulla superficie evaporante. — E queste condizioni di lavorazione traggono poi come necessaria conseguenza un fatto utilissimo, e cioè che allorquando sia tolta la pressione atmosferica, almeno in gran parte, dalla superficie evaporante, l'evaporazione avviene ad una temperatura relativamente bassa. Cosicchè, oltre ai vantaggi che ne derivano alla qualità dei prodotti ricavandi, si aggiunge quello sempre interessantissimo in linea industriale, il risparmio di combustibile.

Molti sono gli apparecchi che vennero proposti allo scopo di evaporare sotto deboli pressioni: dapprima si pensò di evaporare a freddo, mantenendo il liquido entro particolare ambiente nel quale stessero disposte sostanze avide d'acqua, e rarefacendo l'aria entro gli apparecchi stessi.

Con tal sistema, naturalmente, si avrebbe una rilevante economia, riducendosi il dispendio al valore della forza meccanica per la produzione del vuoto, e al valore del poco combustibile necessario alla successiva e periodica essiccazione della sostanza assorbente impiegata nell'operazione; oltre a ciò concorre la sicurezza dell'inalterabilità delle materie, specialmente di quelle di origine organica, che si sottopongono all'evaporazione. Ma ad onta di siffatti vantaggi, il sistema non corrisponde che per piccoli lavori, e quindi non è applicabile che nei laboratorii scientifici, anzichè in quelli di carattere industriale.

Nei varii apparecchi industriali che furono proposti e successivamente attivati, domina un solo principio o indirizzo di costruzione, quello cioè di riscaldare i liquidi entro caldaje a doppio fondo, chiuse, e sormontate da un *duomo* o *cilindro di sfogo* del vapore, e di condensare i vapori stessi mediante caduta d'acqua, ovvero mediante caduta d'acqua combinata all'azione di una pompa ad aria.

Il primo apparecchio che sia stato costruito con tale indirizzo è quello che porta il nome del suo inventore *Howard*, e che poi venne opportunamente modificato da Roth e da lui usato nella concentrazione dei sciroppi zuccherini. Ed ora lo descriveremo in vista dell'importanza che venne ad esso tributata, ed anche per porre in rilievo come quell'apparecchio di concentrazione nel vuoto e gli altri successivamente adottati non sieno in ultima analisi che modificazioni di quello di Howard.

L'apparecchio del Roth consta essenzialmente di una caldaja A (fig. 268) a doppio fondo, munita internamente anche di un serpentino per la circolazione del vapore, e di un condensatore D. La caldaja A è formata poi dei seguenti pezzi:

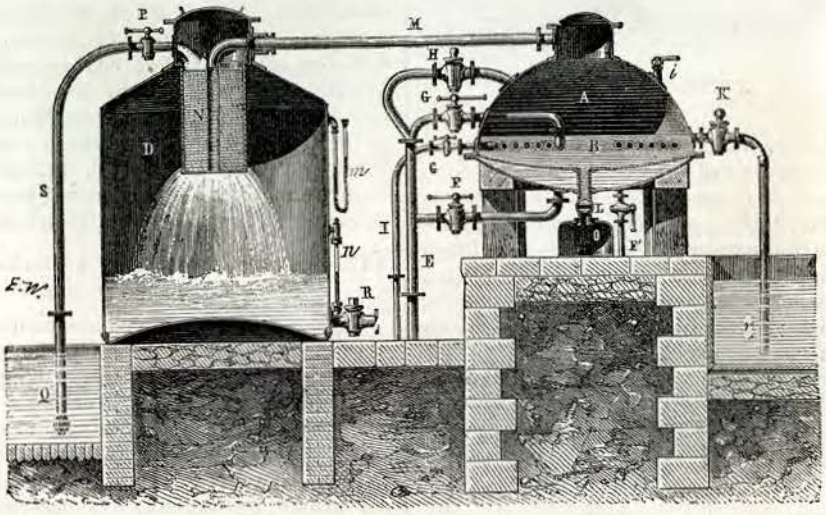


Fig. 268.

K, tubo che pesca nel serbatojo contenente il sugo zuccherino da cuocersi;

E, tubo di vapore comunicante colla caldaja e col generatore;

F, rubinetto di immissione del vapore nel doppio fondo della caldaja;

G, rubinetto di immissione del vapore nel serpentino della caldaja;

H, rubinetto di immissione del vapore nella caldaja;

$P_1 C_1$, rubinetto di scarico dell'acqua di condensazione del doppio fondo e del serpentino;

i, rubinetti per l'introduzione di materie grasse sul liquido evaporante, allo scopo di impedire la formazione di schiume;

L, rubinetto di scarico del sciroppo dalla caldaja;

M, tubo che conduce il vapore nel condensatore.

Il condensatore, a sua volta, risulta delle seguenti parti:

N, placche metalliche forate minutamente, traverso alle quali cola acqua fredda a mo' di pioggia;

P S Q, rubinetto, tubo e presa di acqua fredda;

m, manometro;

n, livello dell'acqua entrata nel condensatore;

R, rubinetto di uscita dell'acqua calda e dell'aria ad ogni operazione.

Tali sono le parti dell'apparecchio, ed ecco in qual modo esso funziona. Si comincia dall'aprire i rubinetti H ed R onde entri vapore ad invadere tutta la caldaja e il condensatore, scacciandone l'aria; si chiudono poi, e si apre il rubinetto K onde il sugo da concentrare si elevi e vada nella caldaja, in grazia della differenza di pressione prodotta dalla condensazione. Si chiude poscia il rubinetto K e si aprono i due rubinetti F G che immettono il vapore nel serpentino e nel doppio fondo, ed anche si aprono i rubinetti dello scarico d'acqua, e finalmente il rubinetto di injezione P del condensatore.

Si lascia in tal modo agire il vapore e l'acqua di condensazione finchè il liquido abbia raggiunto il voluto grado di densità, e lo si scarica per mezzo del rubinetto L. Ad ogni nuova carica di sugo da evaporare si deve far precedere l'espulsione dell'aria per mezzo del vapore, appunto allo scopo di produrre il vuoto in entrambi i recipienti.

Secondo il Roth si valuta a 250 quintali il peso di zucchero grezzo che si può ricavare in un giorno dalla corrispondente massa sciropposa entro un apparecchio avente il diametro di metri 2.

L'apparecchio del Roth ha l'inconveniente di consumare una grande quantità di acqua per la condensazione del vapore, e quest'acqua richiede consumo di calore. A rimediarvi pensò il Degrand di operare le condensazioni per mezzo del sciroppo stesso che deve poi entrare nella caldaja di evaporazione. A tal uopo costrusse un apparecchio, il quale consta essenzialmente di tre parti, vale a dire, di una caldaja evaporatrice, o bolla di concentrazione, di un serbatojo chiuso, destinato a ricevere

il sciroppo condensato, e di un apparecchio a condensazione di vapore (fig. 269).

La caldaja A, di rame, è sormontata da un duomo B nel quale si raccolgono i vapori del liquido evaporante, e che si producono per mezzo di vapore circolante fra i due fondi, quale viene introdotto pei rubinetti *f* e *g*. Il rubinetto H serve a vuotare la caldaja ad operazione terminata. Durante il riscaldamento i vapori passano dalla caldaja al duomo B e da questo pel tubo U nel serpentino V, il quale è immerso nel liquido stesso che poi deve passare a diventar sciroppo nella caldaja A. Questo liquido che trovasi nel serbatojo Y arriva per mezzo del rubinetto *q*, lungo il tubo F, e da questo passa in un largo tubo di rivestimento G (che ravvolge il tubo del vapore U), rimonta pel tubo H, si divide nelle due branche II, dalle quali ricade in un vaso tutto bucherato, e da questo a guisa di pioggia cade costantemente sul serpentino. L'eccesso poi del liquido passa pel rubinetto *v* in un serbatojo M, dal quale viene infine aspirato già caldo entro la caldaja. Durante il riscaldamento del liquido nella caldaja si forma il vapore che va condensandosi lungo il serpentino e ricade in un vaso sferico C, d'onde esce per mezzo del tubo D di scarico; e quando si arriva alla fine delle operazioni, nella quale condizione non si può più usare del liquido stesso quale mezzo di condensazione del vapore, si sostituisce nel

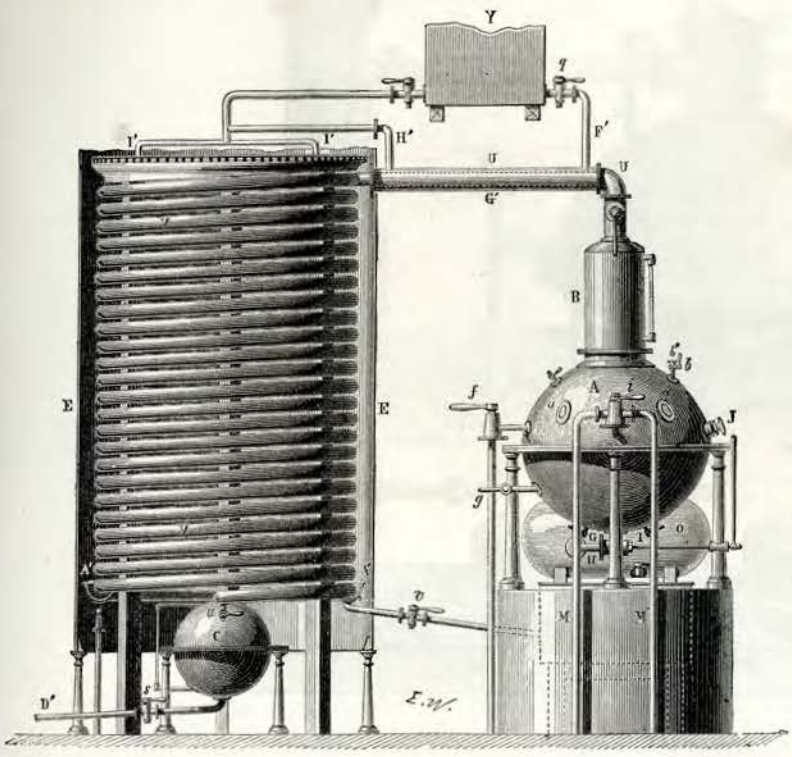


Fig. 269.

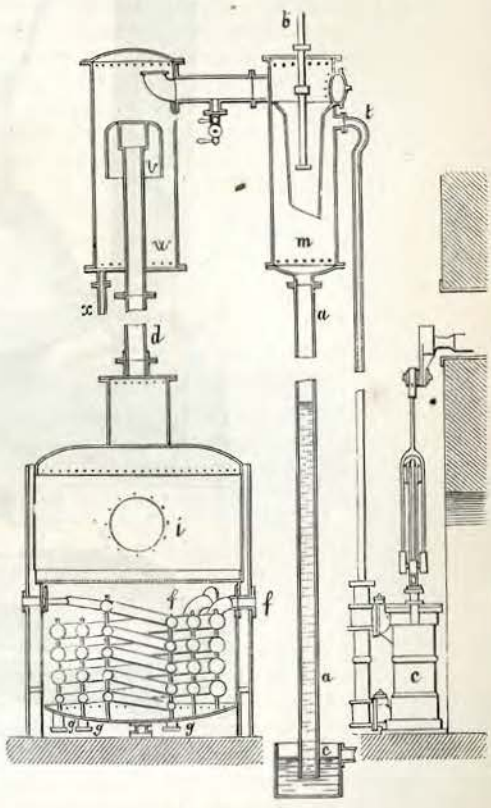


Fig. 270.

serbatojo la quantità d'acqua necessaria per produrre egualmente l'effetto.

Ciò che pertanto emerge da questa distribuzione di parti gli è che si ottiene contemporaneamente una rarefazione d'aria nell'interno della caldaja in grazie del raffreddamento continuo dei vapori che si producono: di più si utilizza il calore che i vapori stessi cedono durante la loro condensazione, giacchè il liquido raffreddante, e perciò riscaldato, entra a sua volta nella caldaja per trasformarsi in denso sciroppo. La manovra dei rubinetti in principio dell'operazione è poi la seguente: si apre il rubinetto *f* onde far entrare vapore nella caldaja e nel serpentino, e si apre anche il rubinetto *u* onde eliminare tutta l'aria dall'apparecchio; si chiudono *f* ed *u* e si apre *q*, da questo esce il liquido destinato a raffreddare il serpentino, nel quale per tal modo si produce il vuoto, e si apre del pari il rubinetto *i* onde avviene l'aspirazione del liquido del serbatojo M entro la caldaja A; si chiude il rubinetto *i* e si apre il rubinetto *f g* di immissione del vapore nel doppio fondo della caldaja e nel serpentino. Ed è evidente come per tal sistema, e data la perfetta tenuta dell'apparecchio, non si ha alcun consumo d'acqua per ottenere raffreddamento, e quindi si ha un risparmio di forze o di calore per procurarla, e infine si ha il vantaggio di impiegare per l'evaporazione del liquido il calore ottenuto dalla condensazione del vapore del liquido stesso.

Praticamente però non si consegue tutto l'effetto utile dal sistema di produzione del vuoto per mezzo del serpentino raffreddato, e si ricorre necessariamente all'uso di una pompa ad aria, pompa la quale agisce per mezzo dello stesso motore del quale lo stabilimento dispone per altri usi. Ecco pertanto in qual modo viene congegnata la pompa coll'apparecchio.

Si ha una caldaja evaporatrice *i* (fig. 270) a doppio fondo, e anche fornita di un serpentino ricevente il vapore per mezzo del rubinetto *f*. Essa è chiusa superiormente da un coperchio sormontato da un tubo *d* che va a terminare in un ampio cilindro *u*, chiuso alle due estremità; il tubo *d* stesso è coperto a dolce contatto da una calotta *v*, cosicchè il vapore percorrendo *d* si spande poi sul cilindro *u*. mentre la calotta *v* serve a difenderlo

dall'ingresso di qualche parte del liquido che può essere trascinato nel cilindro stesso liquido il quale si fa poi scolare per mezzo del tubetto x. Il vapore uscente dalla caldaja e quindi dal tubo d percorre il largo tubo $z\,s$ e va a sfogarsi in un cilindro verticale m, nel quale cade una corrente d'acqua fredda da un tubo b^1, e il cilindro stesso termina in un lungo tubo a, il quale è lungo m. 10 circa e va a sfogare l'acqua in un serbatojo sotterraneo. Infine, di fianco al cilindro m trovasi un tubo t, il quale comunica con un corpo di tromba c destinato a produrre rarefazione d'aria; quindi è più facile la chiamata di vapore sul cilindro m e pronta la condensazione per mezzo della caduta d'acqua.

Tale è il principio dell'evaporazione combinata con condensazioni di vapori a rarefazione d'aria. Di siffatti apparecchi si fa ormai un uso estesissimo in tutte quelle industrie le quali lavorano liquidi o soluzioni di materie organiche di facile alterazione, ed uno di questi, molto usato nelle sucrerie e raffinerie, e che porta il nome generico di *bolla a concentrazione*, è segnato qui appresso nella fig. 271. Esso consta di una caldaja B a doppio fondo costruita con due calotte sferiche strettamente

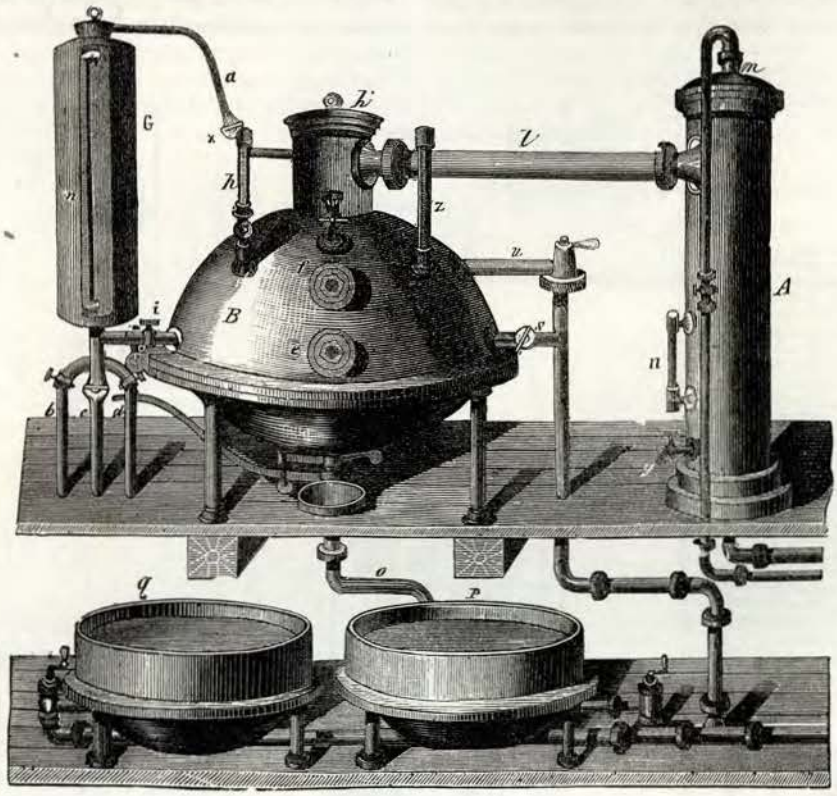


Fig. 271.

congiunte, di un condensatore A, e di un misuratore G del liquido da evaporarsi.

La caldaja B è sormontata da un capitello o duomo h^1, ed è fornita degli stessi organi secondarii quali abbiamo descritti nelle figure antecedenti, compreso il condensatore A. Quanto al misuratore G, osserveremo ch'esso, costituito da un alto cilindro metallico, comunica, superiormente, colla caldaja, o meglio, col duomo di essa per mezzo di un tubo r, e inferiormente per mezzo della tubulatura z colla caldaja stessa. Questa tubulatura poi si apre in tre comunicazioni verticali, discendenti l'una in una vasca d'acqua, l'altra nella vasca del sugo chiarificato, il terzo in un serbatojo di sciroppo, onde all'occorrenza aspirare l'un liquido o l'altro e cacciarlo nella caldaja, previo riempimento del cilindro; e coll'apertura di z si misura la discesa o la quantità di liquido che si sottopone all'evaporazione. Facile ora è il comprendere la funzione di tutto questo apparecchio. Fa d'uopo dapprima cacciar vapore entro la caldaja per mezzo del rubinetto v, tenendo aperto quindi anche i rubinetti z, b, c, d, onde espeller l'aria da tutto l'apparecchio; indi si chiudono di nuovo e si lascia raffreddare acciò avvenga rarefazione; in allora tenendo chiuso z si apre il rubinetto c perchè il sugo si elevi a riempire il misuratore G; si chiude c e si apre z che lo immette nella caldaja, e si apre il rubinetto s che lancia il vapore nel doppio fondo della caldaja, onde cominci l'evaporazione del liquido. Si fa agire contemporaneamente la pompa ad aria e la caduta d'acqua di condensazione, e ottenuta nel liquido la densità voluta, si apre il robinetto di sotto alla caldaja scaricandone il sciroppo entro il serbatojo P.

Un apparecchio di tal fatta funziona oramai nelle sucrerie, nelle raffinerie, e nelle latterie; ma per le grandi industrie si rende insufficiente uno solo di tali apparecchi, abbenchè già compia un lavoro imponente. Egli è per ciò che nelle sucrerie, specialmente, dove si hanno enormi masse di liquido da evaporare, si è pensato a moltiplicarli in modo da renderne l'effetto non solo utile dal lato della produzione di sciroppo, ma benanco allo scopo di ottenere risparmio di lavoro e di combustibile. L'apparecchio che si adopera a tale scopo, e che si deve ai sig. Cail e Robert, porta il nome di *bolla a triplo effetto*, e noi lo descriveremo con dettaglio, onde porre in evidenza quanto importanti beneficii ne vengano alla industria da tutte le modificazioni relative agli apparecchi di evaporazione.

La costruzione dell'apparecchio a *triplo effetto* riposa sul seguente principio; e cioè che, date tre caldaje a doppio fondo, si fa passare il prodotto dell'evaporazione della prima fra il doppio fondo della seconda caldaja, e i prodotti dell'evaporazidne del liquido di questa, fra il doppio fondo della terza caldaja, finchè i prodotti di evaporazione da questa vengono condotti nel condensatore. In altre parole, si utilizzano i prodotti dell'evaporazione qual mezzo di riscaldamento dei liquidi da evaporarsi.

Le figure 272 e 273 indicano con dettaglio la distribuzione delle varie parti dell'apparecchio. In questo sono disegnate le tre caldaje, ciascuna delle quali, a partire dal fondo, che è concavo, porta un disco sul quale sono fissati parecchi tubi verticali (fig. 273), i quali vanno a sboccare superiormente in un secondo disco o diaframma che divide la caldaja in due parti. Il succo viene condotto nel fondo concavo della caldaja per mezzo di un tubo *a* del serbatojo, monta poscia lungo i tubi verticali, e arrivato al di sopra del diaframma ricade pel tubo *b* e va a portarsi lungo i tubi della seconda caldaja; ridiscende dal tubo *b* di questa, rimonta pei tubi della terza caldaja, dalla quale finalmente cola lungo il tubo *f* in un serbatojo speciale *g*, portante un tubo *i* che lo pone in comunicazione colla pompa *n*.

Durante il movimento del succo dall'una all'altra cal-

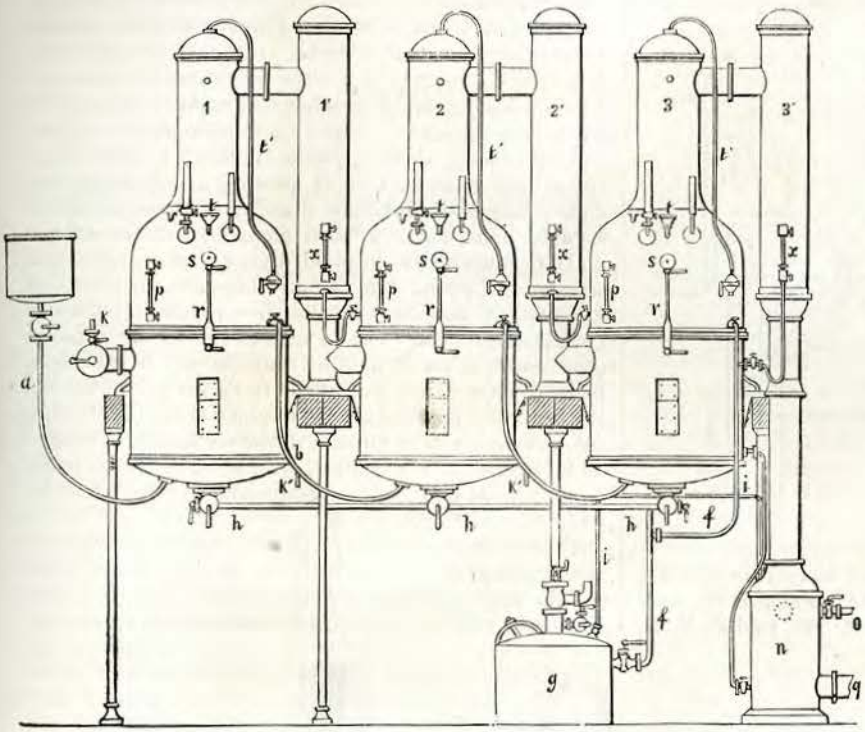


Fig. 272.

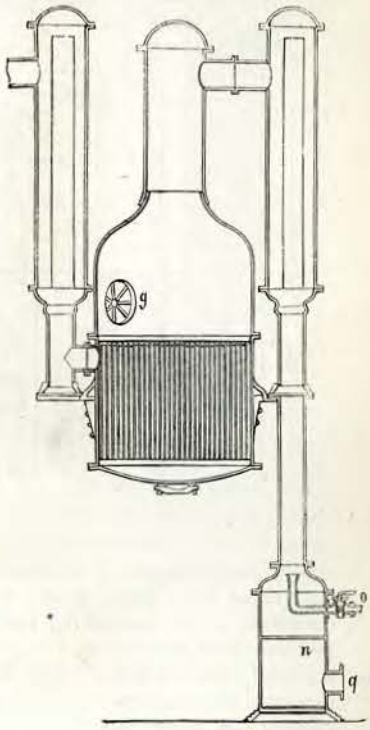


Fig. 273.

daja, si fa entrare per mezzo del rubinetto *k* una forte corrente di vapore nella camera dei tubi della prima caldaja, cosicchè essi abbiano a trovarsi invasi dal vapore, il quale condensandosi si scarica poi sotto forma di acque per mezzo del tubo k^1. Ma durante il riscaldamento della prima caldaja avviene l'evaporazione del liquido corrente lungo i tubi, ed i vapori sollevandosi pel duomo penetrano poi nella colonna laterale 1^1; da questo ridiscendono e vanno a interporsi fra i tubi della seconda caldaja. Quivi avviene riscaldamento del liquido lungo i tubi, quindi nuova produzione di vapori che rimontano pel duomo ed invadono la seconda colonna; e così accade per la terza caldaja fintantochè i vapori di questa vanno nella terza colonna e nel condensatore che termina nel cilindro *n;* in questo pel tubo *o* entra un getto di acqua fredda, e da *q* avviene la estrazione dell'aria in grazia della pompa ad esso applicata. Sul fondo di ciascuna caldaja poi trovasi un tubo *h* di scarico del liquido concentrato.

Molti sono i vantaggi che offre praticamente questo apparecchio; anzitutto, arrivando il vapore della terza caldaja nel condensatore ad una temperatura relativamente bassa, riesce assai piccola la quantità d'acqua necessaria alla condensazione, e precisamente ridotta ad un terzo di quella che si esige per un apparecchio semplice. Oltre a ciò v'ha economia grandissima di combustibile. Non mancano tuttavia gl'inconvenienti nell'uso di siffatti apparecchi: uno fra questi è la corrosione esteriore dei tubi, pel fatto che i vapori destinati al riscaldamento di essi, e che si liberano dal succo zuccherino da evaporarsi, contengono rilevanti quantità di ammoniaca, della quale è nota l'azione sul rame; oltre che subiscono delle lievi deformazioni, causa la lunghezza che possiedono in senso verticale. Ad ogni modo si può riparare in parte a siffatti svantaggi colla zincatura esteriore dei tubi stessi, così da risparmiare il rame, e dare ai tubi la forma di spirale, onde meglio secondare le dilatazioni che avvengono durante il riscaldamento.

Con siffatti apparecchi, assai usitati nelle sucrerie come mezzo di rapidissima evaporazione dei liquidi zuccherini, non si spinge peraltro la concentrazione che ad una densità di 25° Baumé; densità la quale è ancora ben lontana da quella che il sciroppo deve possedere per esser disposto a cristallizzare.

Alla ulteriore evaporazione di questo sciroppo si procede per mezzo di un altro apparecchio che dicesi pre-

cisamente *apparecchio di cottura*, nel quale il sciroppo deve acquistare la densità di 47° Baumé. Tale apparecchio, indicato in tutto dettaglio nella fig. 274, è costi-

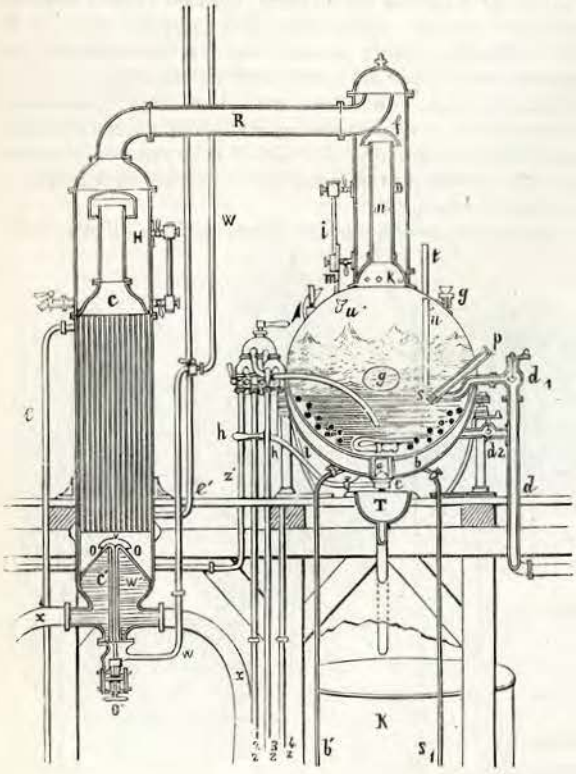


Fig. 274.

tuito essenzialmente di una caldaja sferica sormontata dal duomo D, il quale, a sua volta, comunica col condensatore C per mezzo del tubo R. Tre tubi Z_2 Z_3 Z_4 pescano di sotto nei serbatoi dei liquidi destinati all'evaporazione e per mezzo di aspirazione vengono alternativamente introdotti nella caldaja; ed uno di essi pesca in un serbatojo d'acqua che viene impiegato al lavamento della caldaja stessa. Il vapore del generatore arriva, per mezzo del tubo *d*, nel serpentino che occupa il fondo della *bolla a concentrazione*, ed anche pel tubo d_2 arriva nel doppio fondo di essa, mentre l'acqua di condensazione si fa uscire per mezzo del rubinetto *b* lungo il tubo S_1 e lungo il tubo b_1. In *l* si trova un rubinetto ad aria per lo sfogo del vapore dal doppio fondo, e in *a* si ha l'uscita del sciroppo ridotto alla voluta densità; *t* è un termometro, *p* è un tubo per prendere la prova del sciroppo e *g* è un rubinetto pel quale si versa la materia grassa destinata ad arrestare lo spandimento delle schiume. In C si ha il condensatore; il quale consta di tre parti distinte, e cioè il cilindro H nel quale si raccolgono le materie liquide zuccherine che venissero trascinate lungo R; in I le serie dei tubi condensatori, i quali ricevono i vapori provenienti da R. Tali tubi sono continuamente raffreddati da una corrente d'acqua che li involge, e proveniente da un tubo *e'* in senso ascendente, e che ridiscende poi lungo il tubo *e*.

Durante l'azione del condensatore, discende, pel tubo *w w*, una corrente d'acqua, la quale rimonta lungo il tubo W_1 e questo si arrovescia superiormente a forma di imbuto per ricadere poi fra l'intervallo formato dalla calotta *v* nei tubi *n*, *n*, che guidano ad una pompa ad aria.

Ei si calcola praticamente che un siffatto apparecchio può svaporare in due ore e mezza 65 quintali di sciroppo quale si ottiene a 25° Baumé coll'apparecchio a triplo effetto, riducendolo a 33 quintali circa, di densità 47° Baumé stesso.

Ritornando ora al concetto della costruzione dell'apparecchio a triplo effetto, nel quale abbiamo notato come si riesca a impiegare più volte una data quantità di calore, aggiungerò che oltre alla concentrazione dei sciroppi zuccherini, il sistema dell'impiego ripetuto di una stessa quantità di calore è applicato anche in altre industrie, benchè con apparecchi affatto diversi e relativi ai casi speciali. Uno di questi è la concentrazione delle soluzioni di carbonato di soda, il cui apparecchio è segnato nella fig. 275. Esso componesi di tre caldaje A, B, C sovrapposte in piani diversi e di seguito l'una all'altra; la prima trovasi direttamente poggiata sul focolare, la seconda è fornita di coperchio a chiusura idraulica, e i vapori che in essa si producono vanno a condensarsi in un serpentino immerso nel liquido della terza caldaja. L'una poi alimenta l'altra per mezzo dei rubinetti D e E. Per tale disposizione si calcola che consumando ogni ora 20 chilogr. di carbon fossile, la somma della superficie riscaldata dovrebbe esser di 10 metri quadrati, con una griglia avente una superficie di metri quadrati 0.21.

Termineremo di esporre quanto riguarda i varii sistemi industriali di evaporazione, facendo notare come già da qualche tempo sia stato ideato, benchè ancora con pochi risultati pratici, un sistema di evaporazione assai economico, almeno sotto il punto di vista teorico. Esso riposerebbe sul seguente principio: allorquando, dato un liquido in evaporazione entro caldaja chiusa, se ne aspiri il vapore per mezzo di una pompa e lo si comprima entro il doppio fondo della caldaja, si ottiene dalla sua condensazione una somma di calore che può essere utilizzato per successivi riscaldamenti. Da tal concetto si verrebbe altresì a conseguire che una data quantità di calore potrebbe servire ad evaporare una quantità indeterminata di acqua. Ma perchè ciò avesse a verificarsi occorrerebbe necessariamente che, durante la condensazione del vapore, non ci fosse alcuna perdita di calore per le pareti metalliche dei recipienti: il che certo non è realizzabile in pratica. Ad ogni modo qualche tentativo si è fatto, e fino dal 1840 ebbero a funzionare alcuni apparecchi basati su tal sistema.

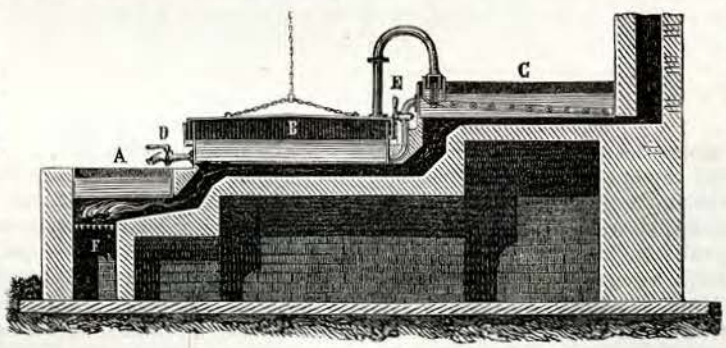


Fig. 275.

In tesi generale poi, ove si voglia utilizzare il calore proveniente dalla condensazione di vapore allo scopo di produrre una seconda evaporazione, per quanto limitata

di intensità, si può raggiungere l'intento in quei casi nei quali il punto di ebollizione del liquido di seconda evaporazione sia inferiore a quello del liquido di prima evaporazione. Così, ad es., nella distillazione secca del legno, quale si pratica allo scopo di fabbricare l'acido acetico, si ottiene dapprima un prodotto greggio il quale deve subire una seconda distillazione. Ma tale seconda distillazione la si opera dopo aver preventivamente trasformato l'acido acetico greggio in acetato di calce, e di aver a sua volta ridotto assai denso questo sale, per poi scomporlo a mezzo dell'acido solforico che formi solfato di calce e acido acetico libero. Orbene, dovendosi fabbricare una soluzione di acetato di calce e concentrarla poi a determinata densità, sarà sempre opportuno, ancora nella prima distillazione secca del legno, di far passare i vapori acidi, anzichè nel serpentino di condensazione, nella soluzione stessa della calce, acciò la condensazione di quei vapori acidi produca una quantità di calore atta quindi a rendere più densa la soluzione di acetato di calce che deve poi essere soggettata ad evaporazione.

Esempi analoghi si potrebbero accennare, e sempre riguardanti l'industriale fabbricazione dei prodotti chimici: ma quello or ora accennato è sufficiente a offrire il criterio sul quale si basa il sistema di *evaporazione con condensazione* a scopo di evaporazione.

Bibliografia. — *Enciclopedia Chimica* di F. Selmi — Péclet, *Traité de la chaleur* — *Encyclopédie Roret*, v° *Fabricant du sucre* — *Dictionnaire de l'Industrie manufacturière* — Wagner, *Chimica industriale* — Sobrero, *Manuale di chimica applicata alle arti*.

Prof. G. Monselise.

F

FABBRICATI — Franc. *Bâtiments*. Ingl. *Building*. Ted. *Bau*. Spagn. *Fábrica*.

Definizione e distinzione dei diversi fabbricati. Scelta del terreno.

Comunemente intendesi per *fabbricati* quelle costruzioni impiantate saldamente nel terreno, ordinariamente in muratura, talvolta in legno, in ferro, o miste, che forniscono uno, due, tre od anche un gran numero di ambienti riparati dalle intemperie, destinati ad uso civile, militare, agricolo, industriale.

Nei fabbricati civili si annoverano: le ville, le case ed i palazzi privati coi relativi dipartimenti rustici; le case da pigione, le case operaje; i palazzi d'esposizione, quelli per musei, per accademie, per scuole, i teatri, i bagni, le cavallerizze, le carceri, le case di correzione, gli alberghi, gli ospedali, le chiese, le stazioni ferroviarie, ecc. ecc.

Nei fabbricati militari si annoverano: le fortezze, gli arsenali, i quartieri, gli spedali militari, ecc.

Nei fabbricati agricoli o rurali abbiamo le case coloniche o rustiche e tutte le dipendenze, come stalle, fienili, cantine, granai e porticali, per mettere al riparo gli animali, gli attrezzi rurali e le ricolte.

I fabbricati industriali comprendono i diversi stabilimenti industriali, come cartiere, filande, lanificii, cotonificii, ferriere, ecc.

Quando l'architetto è incaricato della scelta del terreno per l'impianto d'una casa, procura, se è per persona di affari, di trovare una località vicina ai centri commerciali; se per un impiegato, vicino all'ufficio; pei ricchi, in località tranquille e non troppo lontano dai luoghi migliori di pubblico convegno, teatri, caffè, passeggiate, giardini pubblici, stazioni ferroviarie, ecc., e non lontano da chiese o da Opere pie se si tratta di persona religiosa. Curerà di evitare le località molto depresse, perchè d'ordinario riescono insalubri, per cagione dell'umido e dell'aria stagnante e perchè ben difficilmente raggiungono completamente il loro scopo, e sempre riescono di gran dispendio i ripieghi che si adottano per evitare quegl'inconvenienti, come muri molto spessi, finestre piccole a mezzanotte, fondazioni rivestite in cemento, pavimenti rialzati con condotti interni per la circolazione dell'aria, piantamenti di alberi a conveniente distanza dal fabbricato, ecc.

Nelle località alte si ha d'ordinario una migliore ventilazione e si respira aria più pura. Circa l'esposizione dirò che quelle del mezzogiorno, del mattino o intermedia fra queste due sono le migliori, ma siccome si ha d'ordinario la convenienza di tenere i corpi doppii, per cui gli ambienti non possono essere tutti esposti come si è indicato, sia anche perchè la direzione del fabbricato è determinata qualche volta da altre imperiose circostanze, così hassi almeno a procurare di assegnare la migliore possibile esposizione alle camere destinate a maggiore dimora, come sono quelle da letto, da pranzo, da lavoro.

Le fabbriche signorili converrà stabilirle non troppo in vicinanza a fabbriche che producessero fuligine od odori ingrati, come concerie, gazometri, ecc., non troppo in vicinanza ad officine rumorose od a strade carreggiabili molto frequentate, ma neppure in luoghi troppo remoti o in vicoli stretti e mal soleggiati ed umidi. Evitare, nei giardini molto stretti, le piante alte addossate alla casa, perchè intercettano i raggi solari e recano umidità.

Pei palazzi il meglio è tenerli isolati o almeno colla facciata principale su d'una piazza o verso una via molto larga.

Per le ville e gli alberghi di campagna convengono posizioni amene e con belle vedute.

Per le case rustiche località meno lontane, per quanto è possibile, da strade comunali o provinciali per rendere più agevole il trasporto delle ricolte.

Per le case da pigione converrà bilanciare col costo del terreno, dei muramenti, delle decorazioni, ecc., i fitti ricavabili ed i probabili aumenti, avuto riguardo allo sviluppo del commercio in quella data località, per fabbriche private in costruzione o per edifizii od opere pubbliche decretate, come aprimento di nuove vie, sistemazione delle vecchie, strade ferroviarie, ponti, gallerie, edifizii per mercati, gallerie di pubblico passeggio, ecc.

Fabbrica ad un solo corpo, a due, a tre e più corpi.

Un fabbricato che abbia per projezione orizzontale un rettangolo, un circolo od un poligono qualunque senz'angoli rientranti (fig. 276-278), per modo che non racchiuda spazii scoperti, si dice ad un sol corpo. Se il fabbricato racchiude spazii scoperti o si presenta nella sua projezione orizzontale come composto di diverse figure incontrantisi in guisa da formare an-