

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

GEOMETRIA PRATICA

SULLA BUSSOLA-CLINOMETRO DA GEOLOGO

dell'Ing. GIOV. BATTISTA BRUNO.

1. — Per misurare la direzione ed inclinazione (1) degli strati di rocce, ideai, anni sono, e feci costruire uno speciale strumento cui diedi il nome di *Bussola-Clinometro*.

Il disegno e la descrizione di tale strumento vennero riportati negli *Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Napoli*, anno 1877, fascicolo 6°.

Ripeterò qui anzitutto le circostanze che mi determinarono ad ideare l'istrumento in parola, riassumendole dalla memoria inserita negli atti cennati.

Le misure della direzione ed inclinazione di uno strato di roccia, ottenute col mezzo della ordinaria bussola da geologo sono, oltre ogni dire, grossolane; e l'istrumentuccio, pel modo come deve adoperarsi, non può dare risultato di un'approssimazione accettabile, neanche ripetendo e moltiplicando le osservazioni.

Infatti nella bussola in parola, la base di tutte le misure consiste nella piccola appendice piana aderente al suo contorno cilindrico; base oltremodo infelice, e con la quale in pochi decimetri quadrati di superficie di strato, grazie alle sue inuguaglianze, si possono ottenere tante *direzioni* ed *inclinazioni* diverse quante se ne vogliono, e tutte fra loro discordanti per differenze non disprezzabili, e spesso anche grosse.

D'altra parte, per tener conto in certo modo delle inuguaglianze suddette, è sempre necessario appoggiare l'appendice della bussola o sul bastone o sul manico del martello; ed a prescindere dalla esattezza, sempre contestabile, di un tale ripiego, l'individuo deve tenere ambe le mani occupate in questa operazione; lo che vuol dire che ha bisogno di stare con una certa comodità. Ma per poco che il sito sia malagevole, non si potrà far nulla, e bisognerà cercare di ottenere la misura altrove; e se, come spesso avviene, lo strato non si mostra più scoperto ed accessibile, bisognerà rinunziare assolutamente alla misura.

Nel caso però più favorevole, che è quello di poter eseguire non una ma più misure sulla faccia di uno stesso strato, esse, ottenute a questo modo, non potranno fornire che un'approssimazione al vero abbastanza grossolana; e per quanto in tal genere di misure l'esattezza matematica non sia necessaria, pare che sia sempre utile, per lo meno, e da non disprezzare la maggiore esattezza; e tanto più poi quando, per ottenerla, non si dovesse spendere che un tempo molto minore di quello occorrente per avere una misura inesatta.

In moltissimi casi, che potrei citare, ho dovuto rinunziare alla misura per gl'inconvenienti enunciati. Di essi uno de' più comuni era quello che lo strato si mostrava allo scoperto solamente in qualche sito da capre, ove a stenti si poteva arrivare: e giuntovi per potere operare bisognava assolutamente tenersi alla roccia con una mano; ma per

(1) Pei poco pratici di geologia si fa osservare, che chiamasi *direzione* di uno strato quella di una retta orizzontale tracciata sul piano dello strato; ed *inclinazione*, l'angolo che lo stesso piano fa con l'orizzonte: quale angolo, per conseguenza, trovasi in un piano normale alla *direzione*, che rappresenta l'intersezione dell'orizzonte col piano dello strato medesimo.

eseguire la misura erano necessarie tutte e due le mani, l'una per tenere il martello e l'altra la bussola; è così che, dopo la fatica fatta per arrivare, bisognava che ne discendessi senza aver nulla conchiuso.

Se dunque, nelle osservazioni di tal genere, si potesse abbracciare una lunghezza un'estensione di parecchi decimetri ed una larghezza sufficiente, e si potesse far uso di un istrumento che, alla precisione e sollecitudine delle indicazioni, riunisse la prerogativa di potersi adoperare con una sola mano, sarebbero, a mio credere, tolti gli inconvenienti lamentati non solo, ma si risparmierebbe un tempo che più utilmente potrebbe essere impiegato altrove.

2. — Pigliando per base tali considerazioni compositi un istrumento che poi feci costruire secondo il tipo innanzi citato. Però, per quanta insistenza avessi potuto adoperare, non mi fu possibile vincere il mal volere del costruttore cui mi indirizzai, e l'istrumento riuscì oltremodo pesante ed incomodo.

Ciò non ostante, per mancanza di meglio e di tempo, tale quale era, lo feci presentare al Congresso geologico, tenutosi in Bologna nel 1881; ed il chiarissimo professore Guiscardi, dell'Università di Napoli, che gentilmente fece tale presentazione, mi fece sapere che esso incontrò l'approvazione generale, ma gli si osservava solamente, ed a ragione, il soverchio peso.

Posteriormente lo stesso professore mi osservò che, sebbene l'istrumento raggiungesse bene lo scopo prefisso, pure il regolo snodato che serviva di base alle misure ed aveva la lunghezza di cm. 40 e larghezza cm. 2.5, sarebbe stato desiderabile che avesse potuto abbracciare una maggior superficie, affine di eliminare sempre più gli errori derivanti dalla inuguaglianza degli strati.

In seguito di tali osservazioni ho studiato le modifiche necessarie a rendere l'istrumento più perfetto per lo scopo a raggiungere. Difatti esso, modificato in tal modo e grazie alla precisa interpretazione ed accurata esecuzione fatta dal meccanico, signor Mileto Giuseppe di Napoli, è riuscito leggerissimo, bene adatto, ed anche di una tal quale eleganza.

3. — *Descrizione dello strumento.* — Esso è rappresentato colle sue ultime modificazioni nelle figure 53-58, le quali sono tutte alla metà dal vero. Attualmente l'istrumento si compone di un leggerissimo telaio di ottone *t t t t* (fig. 55) traforato a giorno e di forma quadrata di mm. 86 di lato e mm. 21 di altezza. Nel centro di esso oscilla una bussola ordinaria N O S E su di un asse *aa* parallelo all'un de' lati del quadrato, ed il movimento oscillatorio è reso sensibilissimo tanto per aver tenuto l'asse di oscillazione molto superiore al suo centro di gravità, quanto per un contrappeso *c* (fig. 56) attaccato nella faccia inferiore della bussola. Lo stesso movimento può modificarsi fra certi limiti, stringendo od allentando le viti a punta *ee* (fig. 55) che determinano l'asse di oscillazione e sono fissate ai sostegni *ss*.

Presso un lato del telaio è posta una livella a bolla d'aria *ll* (fig. 55) la quale, come la bussola, oscilla pure su di un asse parallelo al suo, e la sensibilità dell'oscillazione è ottenuta nel modo istesso; e cioè facendo passare l'asse molto al disopra del centro di gravità della livella appositamente sospesa alle due piastrine *pp* (fig. 56 e 58).

Dal lato opposto un quadrante graduato da 0 a 90 gira su di un perno fissato al telaio, ed in modo da potere o rimanere piegato, ed esser contenuto nella grossezza del telaio stesso, come nella fig. 55; ovvero assumere una po-

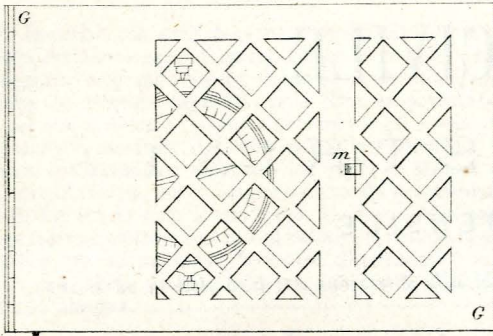


Fig. 53. — Strumento chiuso. Faccia superiore.

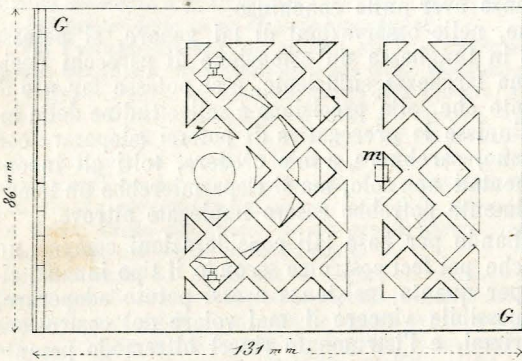
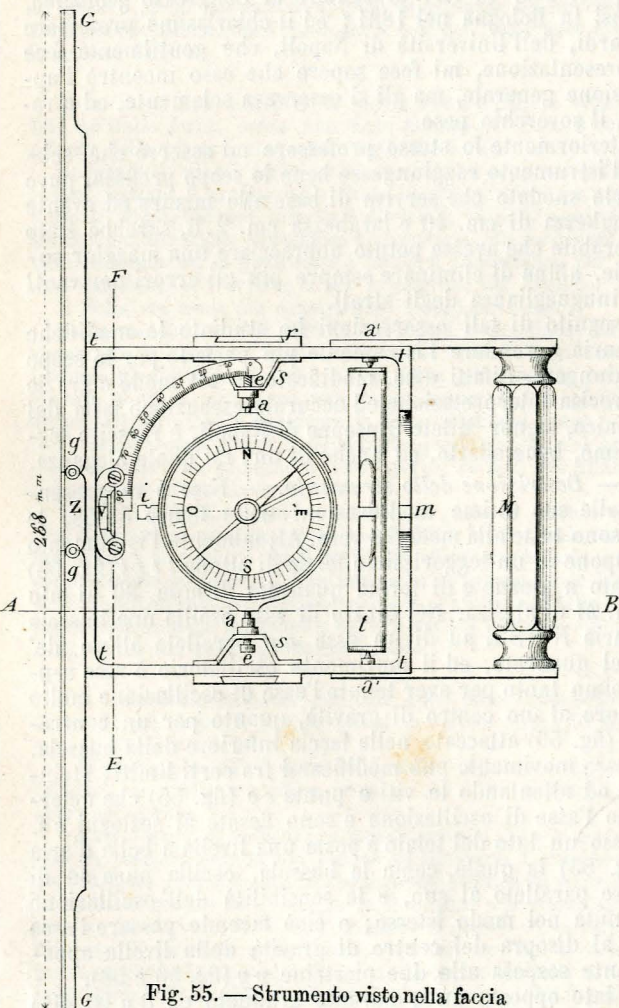
Fig. 54. — Strumento chiuso.
Faccia inferiore.

Fig. 55. — Strumento visto nella faccia superiore col graticcio spiegato e girato.

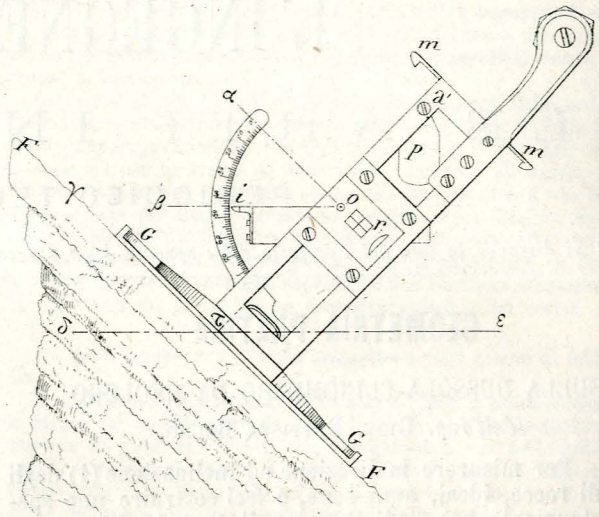


Fig. 58. — Strumento visto di fianco nell'atto in cui si adopera.

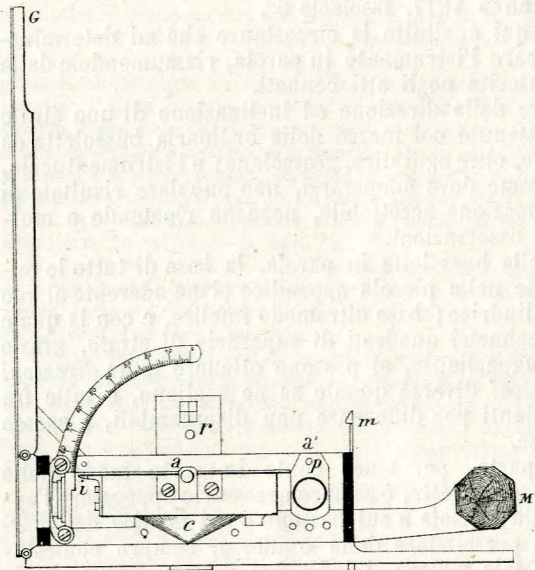


Fig. 56. — Sezione AB dell'istrumento, col coperchio, quadrante e traguardo rialzati, e munito di sostegno a noce.

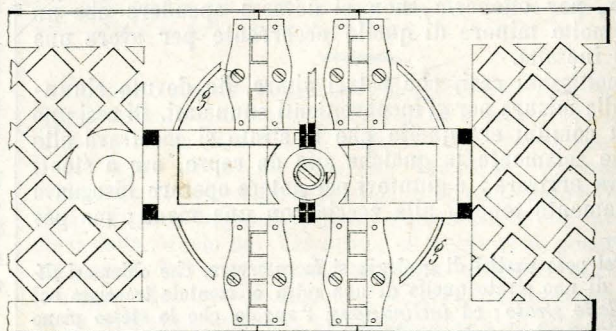


Fig. 57. — Sezione EF.

sizione perfettamente normale all'asse di oscillazione della bussola, come nelle fig. 56 e 58.

La linea dei 90° del quadrante, quando è rialzato, e l'asse di oscillazione sopradetto, si trovano contenuti in un medesimo piano.

Sul contorno della bussola è fissato un indice i (fig. 55, 56, 58) normale all'asse suddetto di oscillazione; il quale indice, allorchè il quadrante è rialzato e la bussola oscillante, scorre nella concavità di esso.

Finalmente, sull'istessa parete del telaio ove trovasi il quadrante, e nel suo centro di figura, è fissato ad un perno un rettangolo, a superficie traforata per maggior leggerezza, costituito di tre parti distinte, le quali, nel mentre quando sono spiegate formano una sola ed unita superficie rigorosamente piana di lunghezza $m\text{m. } 268$ e larghezza $m\text{m. } 86$ (quanto è il lato del telaio): d'altra parte le due maggiori $G\ G$ (fig. 55) possono piegarsi ed aderire al telaio nelle sue facce superiore ed inferiore, servendo così di custodia alle parti innanzi descritte; come vedesi nelle fig. 53, 54.

Due mollette $m\ m$ (fig. 53-58) servono a tenere aderenti al telaio le dette due parti quando sono piegate, ed a liberarle a seconda del bisogno.

La terza porzione di questo rettangolo, che chiameremo *graticcio* per la figura data ai trafori, tiene le identiche dimensioni di uno de' lati del telaio; cosicchè vi può aderire perfettamente, ma nel tempo istesso e solo quando le altre due parti sono spiegate, può subire un movimento di rotazione di 90° intorno all'asse z (fig. 55) in modo da disporsi in posizione normale alla prima.

Ed è così che vedesi disegnato nelle fig. 55 e 58: e nella fig. 57 si osservano ancora le due guide cilindriche $g\ g$, fissate sulla faccia posteriore del graticcio, e che servono a mantenere il perfetto parallelismo tra la superficie esterna dello stesso graticcio e quella del lato del telaio, e per conseguenza con gli assi di oscillazione della bussola e della livella. A fare sì che i due pezzi del graticcio $g\ g$ (fig. 53, 54), costituiti da sottile lamina di ottone, non possano deformarsi, essi hanno la sezione trasversale conformata ad \sqsubset . Una madrevite v (fig. 55 e 57) serve a rendere più o meno facile il movimento di rotazione del graticcio ed a tenerlo sempre aderente al telaio, quando per l'uso il movimento si fosse reso troppo agevole.

Inoltre l'istrumento può essere fornito di due traguardi r (fig. 58) posti sui lati del telaio e che, mercè una *coulisse*, od altrimenti, possono sporgere a volontà dalla faccia superiore, quando il mezzo graticcio che la ricopre si trova spiegato: e se a ciò si aggiunge un sostegno a noce K (fig. 56) che può fissarsi sull'altra parte del graticcio, lasciata aderente alla faccia inferiore dell'istrumento, si sarà trasformato questo in una bussola da rilievi.

Finalmente un manico di legno M serve ad impugnare l'istrumento, il quale non pesa oltre i grammi 640 quando è munito del sostegno a noce K , e grammi 500 quando ne è privo e si deve adoperare per la misura de' banchi rocciosi.

Ciò premesso è chiaro che, avendo spiegato e girato di 90° il graticcio e rialzato il quadrante, per qualunque posizione del graticcio (nei limiti d'inclinazione all'orizzonte compresi tra 0° e 90°), se la bolla della livella occupa il suo mezzo, la bussola si manterrà sempre orizzontale, e così pure la retta $a\ i$ (fig. 56) che congiunge il suo centro di oscillazione con l'indice i , il quale, scorrendo nel quadrante, indicherà su di questo l'inclinazione del graticcio, mentre l'ago della bussola darà la misura della direzione di una retta orizzontale tracciata nel piano del graticcio.

4. — E dopo ciò, volendo servirsi dell'istrumento per ottenere la *direzione* di uno strato di roccia e la sua *inclinazione* all'orizzonte si procederà nel modo seguente.

Spiegato e girato tutto il graticcio di 90°, rialzato il quadrante e reso libero l'ago magnetico della bussola, s'impugni pel manico M e si appoggi il graticcio su quella parte di superficie dello strato che si mostra allo scoperto.

Indi, girando con la mano l'istrumento, se ne cerchi quella posizione, per cui la bolla della livella trovasi nel mezzo.

In tale istante l'ago della bussola darà la *direzione* ri-

chiesta sul lembo graduato di essa, e l'indice i darà la *inclinazione* sul quadrante.

Per ottenere ciò basterà servirsi di una sola mano, mentre con l'altra l'operatore può sostenersi, in caso di bisogno.

5. — Il principio sul quale si fonda la misura dell'inclinazione è quello semplicissimo degli angoli che, avendo i lati paralleli, sono eguali fra loro. Ed infatti supposto (fig. 58) l'istrumento poggiato sulla faccia FF di uno strato di roccia e che la bolla della livella stia nel mezzo, immaginando tracciata la retta $\delta\tau\epsilon$ parallela alla $\beta i c$, congiungente l'indice i col centro di oscillazione o della bussola, si avrà che l'angolo $\alpha o\beta$ sarà uguale all'altro $\gamma\tau\delta$; ma la retta $\beta i c$ è orizzontale perchè determinata dalla oscillazione della bussola, dunque sarà pure orizzontale la retta $\delta\epsilon$; epperò l'angolo $\gamma\tau\delta$, ovvero il suo eguale $\alpha o\beta$, sarà quello che la faccia dello strato, rappresentata in proiezione verticale dalla linea FF , fa con l'orizzonte indicato dalla retta $\delta\epsilon$; e cioè misurerà l'*inclinazione* dello strato.

La *direzione* di esso strato poi è data dalla bussola, la quale indica quella di qualunque retta parallela alla linea NS , che è orizzontale, e per conseguenza anche di quelle parallele che possono suppersi tracciate sulla superficie del graticcio, ossia dello strato.

6. — E dopo di ciò non occorre far notare che le misure ottenute in tal modo riusciranno oltremodo approssimate, e di gran lunga superiori a quelle che si potrebbero avere col mezzo della ordinaria bussole a pendolino; perchè la superficie del graticcio che si appoggia sullo strato varrà a diminuire immensamente le inesattezze provenienti dalle sue ineguaglianze. E nei casi in cui bisognerà operare in condizioni incomodissime, si potrà sempre ottenere una misura della medesima esattezza perchè occorrendo tenere impegnata una sola mano, si potrà utilizzar l'altra per sorreggersi e star fermo per tutto il tempo necessario alla buona riuscita dell'operazione.

Ed allorquando non si hanno disponibili che limitate superficie scoperte, basterà una sola misura, ottenuta con tale istrumento, per avere de' risultati soddisfacenti: che saranno viepiù esatti le quante volte, avendosi a disposizione una estesa superficie, si potranno moltiplicare le misure, o meglio si potrà su di essa appoggiare dapprima un asse più o meno ampio, e su di questa appoggiare il graticcio ed eseguire la misura.

7. — Che se per avventura occorresse al geologo di rilevare qualche dettaglio di campagna, in allora servendosi de' traguardi e fissando l'istrumento, fornito del suo sostegno a noce, su di un bastone qualunque, potrà servirsi di esso come bussola da rilievi, misurando le distanze col nastro metrico: ovvero eseguendo il rilievo de' punti per intersezione da due stazioni di nota distanza.

La fig. 56 mostra l'istrumento in tale disposizione, mancante di un lato del telaio per far meglio vedere l'interno di esso.

Senise, marzo 1884.

Ing. GIOVANNI BATT. BRUNO.

NOTE

SULL'ESPOSIZIONE NAZIONALE SVIZZERA DI ZURIGO NEI SUOI RAPPORTI COLL'INGEGNERIA

(Continuazione e fine)

V.

L'ingegneria civile.

Abbiamo già indicato come le condizioni nazionali del territorio svizzero abbiano resi necessari lavori difficilissimi per la costruzione delle strade ferrate e delle strade ordinarie.

Anche i fiumi a corso rapidissimo diedero e danno tuttora molto da fare per regolarizzare il loro corso capriccioso e difendere il paese dalle inondazioni.

Non è quindi a meravigliarsi che gli ingegneri svizzeri, messi di fronte ad un terreno che offre tante difficoltà, siensi, per dir così, abituati a superarle e ciò con mezzi ad un tempo semplici ed efficaci.

L'Esposizione di Zurigo offriva una rivista di questi lavori, sia con opere, sia con quadri grafici e fotografie, sia finalmente con bellissimi modelli.

Fra le opere citiamo specialmente le seguenti: *Das Schweizerische Wasserbauwesen von Ad v. Salis*. — Il Resoconto del Dipartimento per le costruzioni svizzere *Abhandlung über die Schweizerische Wasserbau*.

Fra i quadri grafici, disegni e fotografie, sono notevoli quelli della *Aargauische Baudirection* di Aarau per la rettificazione del corso del Reno, delle ferrovie *Suisse occidentale*, della *Gotthardbahn*, del Dipartimento delle costruzioni di Lucerna, del Dipartimento delle costruzioni di Thurgau, del Consiglio di Stato di Bellinzona, ecc. ecc.

Per ultimo fra i modelli ci piace citare quelli di ponti esposti dalla *Société des ingénieurs et architectes du canton de Fribourg*, cioè modello del ponte sulla Plâne, modello del gran ponte sospeso a Friburgo, e finalmente il modello completo del ponte Javroz. Quest'ultimo ponte è costruito per strade ordinarie: esso è ad arco elegantissimo ed ha una corda di 85,78 metri ed una saetta di 19,10 metri. Il suolo stradale è sostenuto da due archi paralleli convenientemente rilegati fra loro, ed è lungo metri 110,22 colla larghezza di metri 4,80.

La posizione di questo ponte a metri 56 sul fondo del fiume, colle sponde rocciose ed alte lo rendono molto pittoresco.

Altri modelli esposero: *Il Governo del Canton Graubünden* (un ponte in legno coperto presso Dissentis), *Otto e Comp. di Berna*, *Franz Schuhmacher di Hôngg*. *Il Dipartimento delle costruzioni di Thurgau*, quelli di Zurigo, ecc.

Troviamo poi esposti i lavori di risanamento e di canalizzazione per le principali città svizzere. Oltre ciò si hanno i disegni delle opere idrauliche eseguite per somministrare l'acqua potabile alle città di Zurigo, Ginevra, Berna e Winterthur, nei quali lavori si distinsero soprattutto le case Escher-Wyss et Comp. di Zurigo, Socin et Wick di Basilea e Roy et Comp. di Vevey.

Erano pure interessanti i disegni esposti dalle più importanti città svizzere che rappresentavano lo stato delle città in diverse epoche onde distinguere il successivo progresso che si ebbe nello sviluppo delle costruzioni, nella regolarizzazione delle strade, ecc.

Ventilazione e riscaldamento. — Di questo ramo di fisica tecnologica applicata all'ingegneria, si hanno in Svizzera molti e distintissimi cultori. Forse le condizioni climateriche del paese ove l'inverno è lungo e rigido, e costringe gli abitanti a star molto tempo rinchiusi nelle loro case, contribuirono allo sviluppo dei mezzi per ottenere un buon riscaldamento accompagnato da un'igienica ventilazione degli ambienti. Negli studi fatti non si trascurarono i progressi della scienza e gli esperimenti eseguiti in proposito massime in Germania.

Si è per questo motivo che l'Esposizione di Zurigo aveva numerosi oggetti riferentisi alla ventilazione ed al riscaldamento e di essi moltissimi assai perfezionati.

La Casa più distinta, in ispecial modo per grandi impianti di questo genere, è quella dei fratelli Sulzer di Winterthur, la quale nello stabilimento ha un gran riparto, ove non altro preparasi che oggetti riferentisi al riscaldamento ed alla ventilazione.

Troviamo quindi oggetti esposti da questa Ditta sia nel riparto degli Alberghi, sia nel gruppo dell'Igiene, ove si vedono gli impianti grandiosi eseguiti per diversi ospedali civili e militari; nel gruppo dell'Industria delle macchine si hanno diversi apparati in natura, tubi di riscaldamento, ventilatori, ecc., e finalmente nel gruppo speciale della ventilazione e riscaldamento si trovano diversi esemplari di riscaldamento ad aria, ad acqua ed a vapore, come pure uno specimen dei mezzi adoperati per la ventilazione.

La casa Sulzer è anche in questo genere di prodotti pari alla sua fama nelle macchine, e quindi tutto è stu-

diato con somma cura e l'esecuzione non lascia niente a desiderare.

Nelle stufe ad acqua calda ed a vapore del sistema Sulzer, il vapore arrivando riscalda l'acqua nell'interno della stufa, e quest'acqua alla sua volta riscalda l'aria richiamata dall'esterno.

Con tal disposizione, meglio e per un tempo maggiore conservarsi il calore di quel che possa ottenersi con una semplice stufa a vapore. L'aumento di temperatura succede gradatamente, nè sono sensibili gli sbalzi causati dalla differenza di pressione in caldaia. Ciò è tanto più utile in quei casi in cui dallo stesso generatore del vapore si deve ad un tempo provvedere sia pel riscaldamento che per la forza motrice, ventilazione, ecc.

Notevoli sono nelle stufe Sulzer, tanto l'apparecchio di sfogo per l'acqua di condensazione (*trop-plein*) come la chiave automatica (invenzione Sulzer), che permette la fuga alle bollicine d'aria che trovansi nei tubi di condotta, senza però lasciar scappare il vapore.

Altra Ditta rinomatissima in Svizzera per apparecchi di riscaldamento si è quella di *Weibel Briquet et Comp. di Ginevra*; essa fece una bella esposizione e, fra le cose più notevoli, troviamo il calorifero ad aria calda di *Staib*, convenientemente modificato. Questo calorifero, di cui la fig. 59 dà la sezione trasversale e l'orizzontale, componesi di una cassa fatta con piastre di ghisa ondulata e che quindi presentano un'estesa superficie di contatto dell'aria.

Nell'interno di questa cassa trovasi il focolaio, il quale è in terra refrattaria ed ha la forma parallelepipedica. Fra le pareti della cassa in ghisa e quella del focolaio, tro-

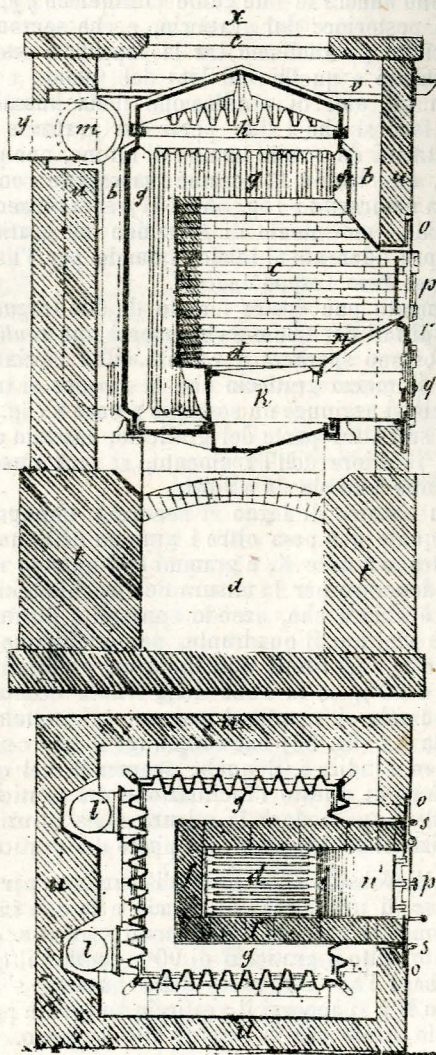


Fig. 59.

vasi uno spazio sufficientemente grande, perchè la ghisa non si arrovanti. I prodotti della combustione, uscendo dal focolaio e ridiscendendo nello spazio compreso fra quello e la cassa in ghisa, lambiscono le pareti in ghisa e quindi per i due condotti *ll* che si uniscono in un condotto unico *my*, se ne vanno nel camino.

Dal condotto *a* l'aria esterna è richiamata per differenza di temperatura, circola attorno alla cassa di ghisa ed in contatto con essa si riscalda e viene immessa per l'apertura *x* nel condotto dell'aria calda, incontrando dei saturatori che le somministrano una certa quantità di vapore acqueo.

Questo calorifero è molto economico, ed i risultati di qualche anno d'esperienza lo fanno mettere fra i migliori e più igienici che si conoscono.

La casa *R. Breitinger* di Zurigo espose diversi impianti per riscaldamento e ventilazione. Però nei caloriferi abbiamo notato come essendo formati da molti pezzi in ghisa e ferro, i giunti siano numerosi e facilitino l'infiltrazione dei prodotti della combustione. Ciò toglie molto, a nostro avviso, agli altri vantaggi che il sistema può presentare dal lato economico, non essendo molto garantito quello igienico.

L'ing. *A. Giesker* di Tuge (Zurigo) espose eccellenti tipi di caloriferi ad aria calda, e la superiorità di questi venne riconosciuta dal Giuri di Zurigo, che assegnò un diploma all'ing. Giesker.

I tipi premiati sono due: uno è rappresentato nella fig. 61. Esso viene distinto dal costruttore col titolo di *Stufa-calorifero locale con regolatore*; l'altro è quello che vedesi nella fig. 62, ed è il così detto *Calorifero centrale*.

La disposizione del focolaio in ambedue questi tipi è assai bella. L'aria può esser condotta o al disotto della graticola, oppure direttamente al disopra per mezzo di piccola apertura opportunamente disposta. L'aria calda mescolandosi coi gas della combustione, rende il focolaio quasi perfettamente fumivoro ed il coefficiente di rendimento molto elevato. Per la forma stessa data al focolaio, vi si può bruciare qualunque sorta di combusti-

bile. La condotta del fuoco è ridotta alla minima possibile, perchè basta che si mantenga piena la tramoggia, posta al di sopra della graticola, perchè la combustione continui senza interruzione.

La tramoggia e tutto l'interno del focolaio sono formati con mattoni refrattari.

I gas caldi passano per i tubi *R¹, R², R³* (fig. 62), muniti di nervatura esterna. Il tubo superiore *R¹* è però internamente rivestito di mattoni refrattari per impedire l'arroventamento delle pareti metalliche in contatto diretto colle fiamme. Le portine *P* servono per la pulitura dei tubi. Il vaso *V* contiene dell'acqua e serve per saturare l'aria calda, la quale, venendo dal canale *K* e passando in contatto dei tubi *R¹, R², R³* con nervatura, vi si riscalda e poi passa nei canali *W* per esser distribuita negli ambienti da riscaldare.

Questo calorifero, a parità di effetto utile, occupa uno spazio relativamente piccolo, a causa della grande superficie di riscaldamento ottenuta colla nervatura.

Il tipo incontrò favore anche all'estero, e nell'Esposizione Internazionale d'Igiene, tenutasi nel 1883 a Berlino, troviamo esposto e premiato uno di questi caloriferi, fabbricati dalla casa *Körling* di Hannover.

Anche nella stufa-calorifero della fig. 61, l'aria esterna viene in contatto colle pareti del focolaio, ma siccome la parte inferiore che trovasi direttamente esposta alle fiamme si arroventerebbe, è essa protetta da una crosta di materiali refrattari.

Nella fig. 60 abbiamo la rappresentazione schematica di una stufa pur premiata all'Esposizione di Zurigo e fabbricata dalla Ditta *Schnell et Schneckenburger* di Oberburg Burgdorf.

Essa consta di un focolaio *b* in mattoni refrattari, circondato da una lamiera tutta scanalata. Le scanalature sono riempite di sabbia verso l'esterno e sono libere verso l'interno, per cui ivi costituiscono tanti tubi verticali, aperti sotto e sopra.

L'accensione della stufa si fa dall'apertura *f*, ed il combustibile si versa dal coperchio *M*. L'aria occorrente per la combustione entra nella parte inferiore *f*, ed i gas sono espulsi dal camino *g*.

L'aria da riscaldarsi, che può esser presa o al disotto (*B*), o all'esterno (*C*), o nella camera da riscaldarsi per un'apertura laterale (*A*) (sulla figura sono segnati i tre casi) e passa nelle scanalature, si riscalda in contatto colle pareti e vien fuori nell'ambiente dalla parte superiore.

Dal lato igienico, queste stufe sono eccellenti; sprecano però un po' troppo il calore, perchè il percorso dei gas caldi è breve, e quindi essi vanno nel camino ad alta temperatura, senza aver avuto tempo di dare una maggior parte del loro calore all'aria da riscaldare.

La *Mechanische Ofenfabrik* di Sursee fece a Zurigo una bellissima mostra tanto pel numero come per l'eleganza e semplicità de' suoi apparecchi.

Le fig. 63 e 64 rappresentano due dei più notevoli tipi delle stufe esposte dalla fabbrica.

La fig. 63 rappresenta una stufa regolatrice a doppio involuppo sistema *Welter*. Essa ha il focolaio interno di terra o mat-

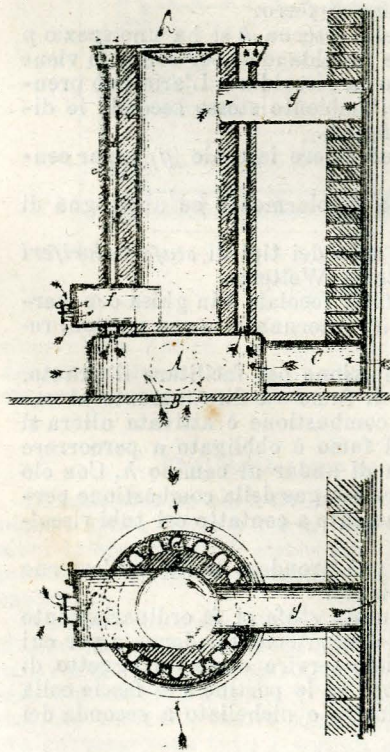


Fig. 60.

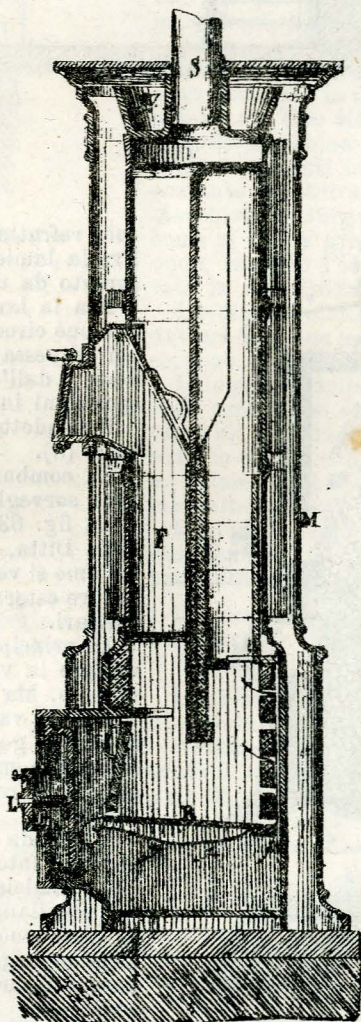


Fig. 61.

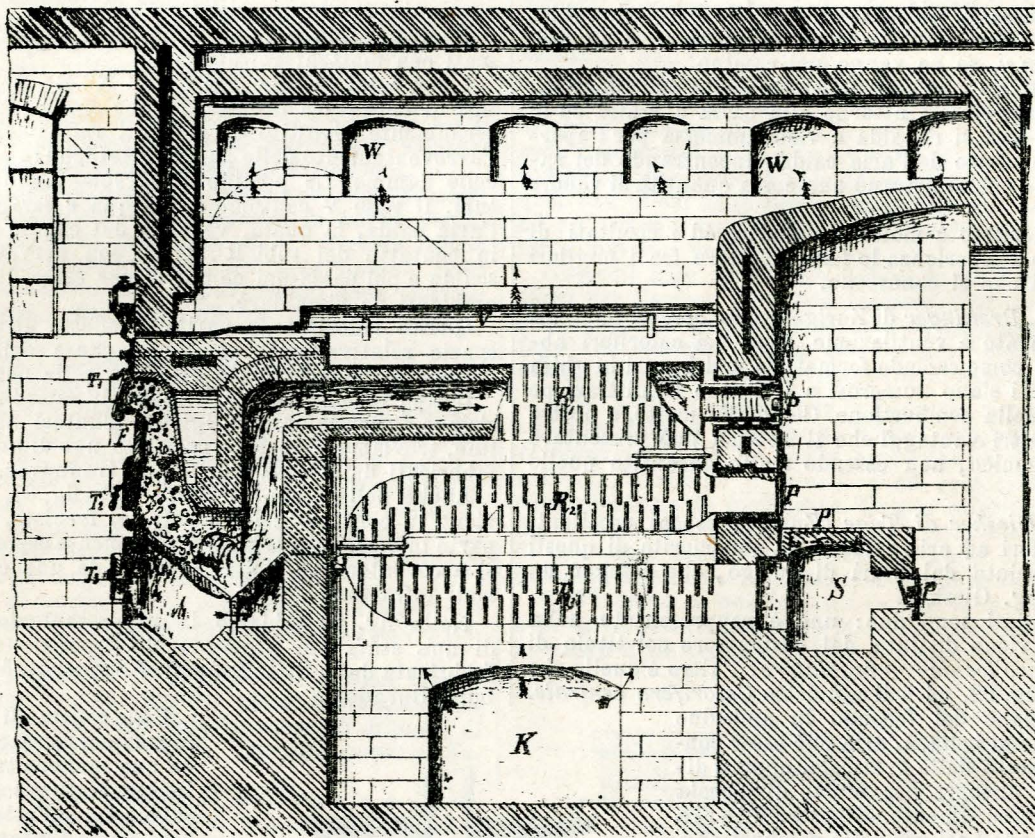


Fig. 62.

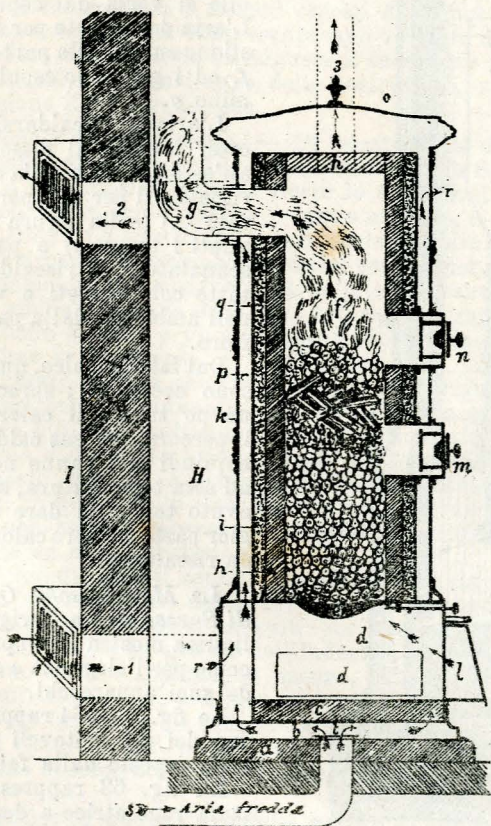


Fig. 63.

toni refrattari che è circondato da una lamiera di ferro. Fra la lamiera ed il focolaio trovasi uno strato di sabbia serrato da un'altra lamiera di ferro.

Fra la lamiera *g* e quella esterna *k* si ha uno spazio *p* ove può circolar l'aria che riscaldandosi per contatto viene poi immessa nell'ambiente da riscaldare. L'aria può prendersi o dall'esterno o dall'ambiente stesso secondo le disposizioni indicate nella figura.

Il condotto del fumo può essere laterale (*g*) oppur centrale (*h*).

La combustione succede regolarmente ed abbisogna di poca sorveglianza.

La fig. 63 rappresenta uno dei tipi di *stufe caloriferi* della Ditta, fatto sul sistema Weltert.

Come si vede dalla fig. 63 il focolaio è in ghisa con nervature esterne ed è rivestito internamente con mattoni refrattari.

Al principio della combustione per facilitare il tirante, si apre la valvola *w*, ed il fumo va direttamente al camino *h*. Ma dopo che la combustione è attivata allora si chiude la valvola *w* ed il fumo è obbligato a percorrere il tubo a gomito *v* prima di andar al camino *h*. Con ciò si utilizza meglio il calore dei gas della combustione perchè l'aria resta più lungamente a contatto coi tubi riscaldati.

L'aria da riscaldare si può prendere tanto dall'esterno che dall'interno dell'ambiente.

La camicia esterna di questa stufa si fa ordinariamente in porcellana lavorata ed elegantemente adornata per cui la stufa può farsi benissimo servire come un oggetto di addobbo negli appartamenti, se le portine e le fascie colla base si fanno di metallo lustro o nichelato a seconda dei casi.

Queste sono le principali cose che abbiamo notato nel ramo d'industria per il riscaldamento e per la ventila-

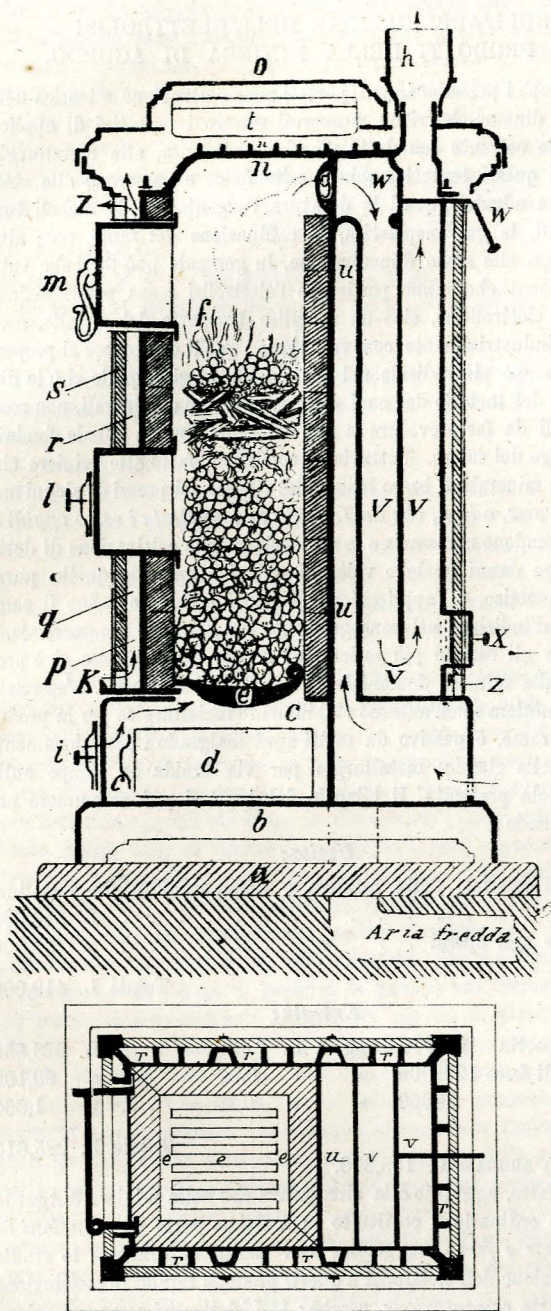


Fig. 64.

zione che a Zurigo era rappresentato egregiamente e che dimostra come anche in questo ramo l'Elvezia possa sostenere la concorrenza delle altre nazioni.

VI.

Elettricità e sue applicazioni.

L'elettricità ha nella Svizzera cultori distinti che fecero ottima figura tanto a Parigi che a Vienna nelle Esposizioni internazionali di elettricità. Essi presentarono i loro prodotti a Zurigo e noi accenneremo alle cose principali esposte.

Cominceremo dalla Ditta più vecchia, quella di M. Hipp di Neuchâtel. Questa Ditta fece l'impianto in tutti i locali dell'Esposizione degli apparecchi di segnalamento in caso d'incendio o d'altro. L'impianto riuscì benissimo ed era interessante il vedere come nella camera del direttore, ove convergevano tutti i segnali elettrici, a colpo d'occhio potevasi riconoscere se tutto era o non in ordine nelle diverse parti dell'Esposizione.

In pari tempo dalla medesima camera il direttore poteva corrispondere colle diverse sezioni per dare loro gli ordini opportuni a seconda delle circostanze. Tuttociò era fatto con mezzi assai semplici. Il sistema piacque anche al Comitato dell'Esposizione nazionale di Torino che lo applicherà probabilmente nel venturo anno (*).

La stessa Ditta Hipp ha una vera specialità per gli orologi elettrici coi quali riesce ad ottenere una precisione di 1/60 di secondo. Per misurare l'esattezza delle indicazioni, nel circuito degli orologi elettrici viene collocato un pendolo, detto *pendolo di coincidenza*, il quale, nell'intervallo di un minuto, batte 61 volte e quindi esso serve in certo qual modo come il *nonio* nelle misure di lunghezza.

Oltre ciò la Casa Hipp espose diverse macchine dinamo-elettriche da 8 a 25 lampade Edison ed una da 116 lampade di 16 candele ognuna, la quale serviva per illuminare l'acquario che trovavasi nell'interno della Esposizione.

Bürgin et Alioth di Basilea (ora solamente Alioth et Comp.) sono noti anche da noi per le applicazioni del loro sistema di illuminazione nelle officine ferroviarie di Torino, nell'arsenale di costruzione di Torino, ecc. Non occorre quindi che noi ci fermiamo a descrivere le loro macchine e lampade, il cui tipo è favorevolmente accetto in Svizzera e fuori.

La Ditta espose sei macchine dinamo-elettriche di tipi diversi, mosse da una turbine Escher-Wyss. Tre di queste macchine servivano per illuminare il parco dinanzi al gran caffè ristorante nel piazzale dell'Esposizione e tre per esperimenti di trasmissione di forza onde mettere in movimento una *Chevillir* — macchina di Berhold nella sala delle macchine.

La stessa Casa Bürgin aveva impiantato l'illuminazione elettrica nel gran piazzale della Tonhalle di Zurigo, però con successo molto mediocre, causato probabilmente dalla provvisorietà dell'impianto.

Altro espositore di macchine elettriche abbiamo nella casa *A. de Meuron et Guénod* di Ginevra. Le macchine sono fatte per la illuminazione con lampade ad incandescenza del tipo Edison da 16 candele.

Nella macchina de Meuron, gli induttori sono in linea retta e montati in derivazione. Il volume delle spire è costante per tutta la loro lunghezza, e non come nella macchina di Jürgensen, professore di Copenhagen, ove, come si sa, la grossezza delle spire aumenta verso i poli, onde, secondo l'idea dell'inventore, potesse esser aumentata la magnetizzazione e diminuita la resistenza.

La dinamo-elettrica di Meuron ha le estremità degli induttori con due corone in bronzo, le quali ad un tempo servono di cuscinetto per l'armatura mobile.

L'ingrasso della macchina è fatto col preparato speciale americano che denominasi *roselina*, col quale s'evitano gli spruzzi che spesso verificansi quando la lubrificazione è fatta coll'olio, massime se la macchina deve fare un numero grande di giri, come è appunto il caso delle macchine dinamo-elettriche.

Il motore per le macchine *De Meuron* e *Guénod* era una turbine *Bell*. Una delle macchine serviva per 48 lampade Edison e l'altra per 80 lampade da 16 candele l'una.

La Casa Meuron e Guénod espose pure un bel tipo di sostegno per lampade ad incandescenza, tipo che ottenne il diploma all'Esposizione per la sua semplicità.

La *Zürcher Telephongesellschaft di Zurigo* fece pure una bella mostra.

Notiamo prima di tutto una raccolta dei diversi tipi di telefoni ed apparecchi accessori, quali occorrono nell'esercizio di una rete telefonica esterna, come si è quella di Zurigo, che si estende fino a Winterthur, cioè a 40 chilometri di distanza.

(*) Il Comitato esecutivo incaricò direttamente la Società generale italiana dei telefoni, che ha in Torino la concessione di una delle due reti telefoniche della città, perchè pensasse essa stessa a codesto impianto. Alcuni caselli di legno imbottiti trovansi di fatto depositati in modo provvisorio e da qualche tempo sotto di un portico dell'Esposizione; ma non risulta almeno finora quale genere di impianto abbiasi in animo di fare, nè ad ogni modo potrà essere pronto per l'epoca della inaugurazione.

(Nota della Direzione).

Si ha poi una ricca collezione di strumenti di precisione per misure elettriche, come bussole, galvanometri differenziali, galvanometri a specchio, ecc.

Troviamo inoltre diversi esemplari di pile, ove sono introdotte alcune ingegnose modificazioni per renderne più semplice la manipolazione.

Per ultimo abbiamo diverse macchine magneto-elettriche e dinamo-elettriche per uso di scuola o per illuminazione elettrica.

Anzi, una delle macchine dinamo-elettriche era in movimento per dar la corrente necessaria alle lampade che illuminavano la *cantina* interna dell'Esposizione.

Oltre le Ditte summenzionate, abbiamo anche le seguenti che si occupano di applicazioni dell'elettricità o della preparazione di cose affini.

L. Zehnder, ingegnere di Basilea, che espose un genere nuovo di campanello elettrico portatile per essere applicato in breve tempo, senza ricorrere a persone dell'arte.

D. Hugentobler, orologiaio di Weinfelden, presentò un ingegnoso sistema di segnalamento con controllo elettrico, da applicarsi specialmente nelle fabbriche ove è indispensabile che la vigilanza sia continua anche di notte per segnalare il principio d'incendio.

Col sistema in discorso, se all'ora prestabilita per la ronda il guardiano non fece la visita nei differenti punti dello stabilimento ove trovatisi l'orologio coll'apparato di controllo, una comunicazione elettrica si stabilisce immediatamente, e così suona un campanello nella stanza ove trovatisi il capo dei guardiani od il direttore per avvisarlo della trascuranza del guardiano.

Faremo menzione, per ultimo, dei prodotti della Ditta Boret et Comp. di Cortaillard, la quale prepara dei canapi per conduttori elettrici secondo il sistema Berthoud. Questo sistema figurò già alla Esposizione di Parigi del 1880.

Come si sa, allo scopo di isolare i fili conduttori nelle applicazioni dell'elettricità, si usa comunemente avvolgerli di guttaperca. Però questo materiale è troppo costoso e lo diventa sempre più coll'estendersi delle applicazioni elettriche.

I signori Berthoud e Boret pensarono quindi se non era possibile sostituire alla guttaperca un'altra materia meno costosa.

Essi scelsero il cotone, ma siccome esso s'impregna facilmente d'umidità, e quindi diventa conduttore, lo si preparò colla paraffina onde togliergli la proprietà di assorbire l'umidità.

Avvolto il filo di rame nel cotone, lo si immerge immediatamente nella paraffina mantenuta liquida.

In una macchina apposita, di cui a Zurigo eravi solo la fotografia, la paraffina mettesi in un recipiente posto su di un palchetto elevato di circa due metri dal suolo. Questo recipiente è tenuto alla temperatura di oltre 100° da una corona di fiammelle a gas.

Nell'interno del recipiente trovatisi il cilindro collo strettoio per la formazione della guaina in piombo, colla quale devesi circondare il filo appena rivestito di cotone parafinato. Il sistema per ottenere ciò è analogo a quello seguito per la fabbricazione dei tubi di piombo ordinari.

Il canape così preparato si avvolge attorno ad un tamburo messo in moto dallo strettoio che preme sullo stantuffo che prepara il tubo.

Quando il canape elettrico deve mettersi sotterra, occorre garantirlo meglio dall'umidità. Allora si avvolge il canape con un materiale coibente che si estrae dal catrame. Dopo di ciò si passa di nuovo il canape nella macchina onde rivestirlo di una nuova guaina di piombo.

In certi casi la guaina riuscendo perfettamente isolata, la si utilizza qual filo di ritorno della corrente, onde neutralizzare completamente gli effetti della induzione. Ciò è molto utile, massime nelle linee telefoniche.

Con ciò poniamo fine alla breve rassegna che ci eravamo proposti di fare in alcune delle principali parti dell'Esposizione di Zurigo.

Torino, dicembre 1883.

Ing. S. FADDA.

FISICA INDUSTRIALE

SULL'APPLICAZIONE DELL'ELETTROLISI AI PRODOTTI DELLA MINIERA DI AGORDO.

1. — Dopo i perfezionamenti portati nella costruzione e teorica delle macchine dinamo-elettriche, numerosi sorsero i tentativi di applicazione della corrente con dette macchine ottenuta, alla metallurgia. Alcuni di questi tentativi ebbero esito felice e passarono allo stato di pratiche industrie, quali la doratura, l'argentatura, la nichelatura dei metalli, la galvanoplastica, la raffinazione del rame, ecc.; altri sono ancora allo stato d'incubazione. In generale può dirsi che tutti i procedimenti che hanno per iscopo l'elettrolisi senza polarizzazione del bagno elettrolitico, cioè un semplice trasporto del metallo, sono applicati industrialmente con vantaggio; quelli che invece si propongono uno scopo più radicale nel senso metallurgico, quale si è la dissociazione del metallo dai suoi composti chimici o minerali, non sono ancora tali da far prevedere la fine della metallurgia usuale fondata sull'impiego del calore. Tuttavia le condizioni fatte alle miniere che producono minerali di basso tenore, dal ribasso dei prezzi di alcuni metalli (*del rame, ad es., che da L. 2500 la tonnellata è sceso oggidì a L. 1500*) rendono necessaria o la sospensione della coltivazione di dette miniere con danni qualche volta di ordine diverso da quello puramente economico, o l'applicazione di nuovi metodi, o infine il cambiamento d'indirizzo nel conseguimento del prodotto commerciale.

Uno fra gli esempi più salienti di questo stato di cose ci è presentato dalla miniera demaniale di Agordo nel Bellunese. L'esercizio di detta miniera e dell'annesso stabilimento metallurgico per la produzione del rame, è passivo da molti anni malgrado i perfezionamenti adottati nella classica metallurgia per via umida da tempo antichissimo colla pratica. Il bilancio del 1882 si può riassumere nel seguente modo:

Uscita:

Spese di esercizio della miniera e dello stabilimento metallurgico	L. 350,000
Pensione agli operai	» 69,000
	<u>Totale L. 419,000</u>

Entrata:

Rame rosetta 149100 kilog. a L. 1,500 = . . .	L. 223,650
Solfato di ferro 1202000 » » 0,50 = . . .	» 60,100
Zolfo 18600 » » 0,10 = . . .	» 1,860
	<u>Totale L. 285,610</u>

Passività annuale L. 133,390.

Questo fatto, aggiunto alla circostanza che nella miniera d'Agordo il prodotto ordinario è costituito in massima parte da *soluzioni di sali di rame e ferro*, suggerisce con molta naturalezza lo studio dell'applicazione dell'elettrolisi a questi prodotti liquidi in sostituzione della cosiddetta *cementazione*, perchè: 1° L'elettrolisi come operazione industriale metallurgica è dello stesso ordine della cementazione; 2° Perchè risparmia la spesa del ferraccio impiegato nella cementazione stessa.

Fin dal 1879 quindi mi avventurai a fare questa proposta; che anzi già d'allora prevedendo quanto ho detto in principio, che cioè difficilmente l'elettrolisi diretta ad ottenere il solo rame metallico con dissociazione dai suoi composti, sarebbe riuscita sufficiente a rialzare le sorti della miniera, io proponevo la fabbricazione del solfato di rame. I criterii che mi inducevano a proporre il cambiamento di indirizzo nella produzione mi parvero convincenti, e mi paiono convincenti ancora oggigiorno.

Difatti, nella elettrolisi diretta ad ottenere il rame metallico, si fa un vero lavoro chimico corrispondente ad un lavoro meccanico resistente; si perde inoltre un prodotto che ha un certo valore quale è l'acido solforico del solfato di rame; infine si ottiene per prodotto commerciale il rame il cui basso prezzo è lo scoglio da evitarsi.

Nella fabbricazione del solfato di rame invece come risultato finale, non si ha la dissociazione del metallo dall'acido solforico, quindi il lavoro meccanico occorrente è quello solo rappresentato dalle perdite

in attriti ed in calore che sono comuni e forse maggiori nella elettrolisi per rame metallico; non si perde l'acido solforico del solfato; infine si ha un prodotto commerciale d'un prezzo assai elevato.

Il solfato di rame contiene poco meno del quarto circa di rame metallico; in commercio, a grosse partite, è pagato L. 600 la tonnellata (*al minuto esso è venduto a L. 0,90 il kg.*). Ciò torna a dire che per ogni tonnellata di rame venduto allo stato di solfato si ricava 4 volte L. 600, cioè L. 2400. Quindi nel bilancio riportato più sopra si potrebbero ad esempio fare le modificazioni ipotetiche seguenti:

Entrata:

Solfato di rame:
149,100 kg. $\times 4 = 596,400$ kg. a L. 0,60 = L. 357,840
(*si trascura il solfato di ferro delle pirite ed il solfo*).

Uscita:

Si deducono dall'uscita sole L. 33,000, le quali col trattamento elettrico non sono più spese nel ferraccio di cementazione L. 376,000

Disavanzo ridotto a » 18,160

È però da osservarsi che nell'entrata potrà tuttora figurare il solfato di ferro proveniente dalle pirite, nonché il solfo proveniente dalla torrefazione, e che l'uscita può essere diminuita di tutte le spese attualmente inerenti alla fusione delle lamine e grassure di rame. Quindi non è improbabile un pareggio che di fronte all'attuale disavanzo rappresenterebbe un enorme miglioramento.

2. — Esposti così i criterii economici che possono consigliare il cambiamento nell'indirizzo della produzione commerciale, resta da vedersi come coll'elettrolisi si possa ottenere la separazione del solfato di rame dal solfato di ferro che si trova in sovrabbondanza nelle acque sature di Agordo; come questa operazione possa ricevere il carattere industriale; quali sarebbero le disposizioni pratiche da adottarsi. Credo perciò utile di riferire in riassunto i fatti sperimentali dell'elettrolisi, non tanto per ripetere cose conosciute da tutti, e che si trovano in tutti i trattati scientifici, quanto per esporre la successione delle idee che conduce alla pratica proposta.

Se in una soluzione di un sale metallico, che per fissare le idee suppongo sia di solfato di rame, si fa passare una corrente elettrica per mezzo di due elettrodi inossidabili, per es. di platino o di carbone di storta, si verifica il fenomeno che l'elettrodo negativo, ossia *catodo*, si copre del metallo rame, e che all'elettrodo positivo ossia *anodo* si porta l'ossigeno e l'acido solforico in quantità corrispondente al metallo deposto. Se adunque si racchiude l'*anodo* od elettrodo positivo in un vaso poroso simile a quello delle pile immerso nel bagno principale, l'ossigeno e l'acido solforico dovendosi portare al polo positivo attraverseranno il vaso poroso e vi si potranno raccogliere. In quest'operazione considerando il risultato finale si scorge come questo consista in una vera dissociazione del metallo rame dall'acido solforico, in un lavoro elettro-chimico che esigerà il consumo d'un corrispondente lavoro meccanico, ossia si ha elettrolisi con polarizzazione o reazione del bagno.

Se ora nel vaso poroso immergiamo non più un anodo inalterabile, ma vi mettiamo un metallo ossidabile, l'ossigeno si riunirà per formare un ossido che combinandosi coll'acido solforico pure presente formerà un solfato.

Supponiamo che si sia impiegato un anodo ancora di rame; nel vaso poroso si otterrà solfato di rame; al polo negativo troveremo rame metallico, e le quantità rispettive corrisponderanno perfettamente.

Il risultato finale in questo caso è un semplice trasporto di metallo; la somma algebrica dei lavori elettro-chimici eseguiti è zero, quindi il lavoro meccanico corrispondente è solo rappresentato dalla porzione perduta nel vincere le resistenze e nella produzione di calore.

Facendo una terza ipotesi si supponga che il bagno consista non più in una soluzione di rame puro, ma in una miscela di solfato di rame e ferro.

Disposte le cose come nella ipotesi precedente, cioè con un elettrodo negativo inerte, per es. di carbone, e con un elettrodo posi-

tivo di rame entro un vaso poroso immerso nel bagno, e fatta passare la corrente, sul catodo si depositerà il rame contenuto nella soluzione miscela, e non si depositerà ferro finché il bagno non sia interamente depauperato del solfato di rame, e sull'anodo, come nel caso precedente, si porterà l'ossigeno e l'acido solforico del solfato di rame decomposto. Credo che questo fatto importantissimo si possa spiegare dicendo che ad ogni istante succede molecularmente una operazione di *cementazione*; difatti, ammesso che col rame si precipiti contemporaneamente il ferro, questo non può trovarsi allo stato metallico in seno di una soluzione cuprifera, e si sostituisce immediatamente al rame per modo che le apparenze sono le medesime che se esistesse un certo ordine ipotetico di precedenza nella precipitazione del rame avanti del ferro. Intanto l'ossigeno e l'acido solforico che appartenevano al rame ora precipitato, si saranno portati nel vaso poroso, si saranno fissati su una quantità di rame perfettamente uguale a quella precipitata sul catodo, e nel vaso poroso si troverà solfato di rame puro esente da ferro. Questa operazione sarà portata fino ad esaurimento del rame contenuto in soluzione nel bagno esterno ai vasi porosi; se si continuasse a far passare la corrente, allora incomincierebbe a precipitare il ferro inquinando il rame raccolto al polo negativo.

3. — Questi sono i fenomeni fisico-chimici che si possono usufruire per proporre un procedimento industriale. Questi fenomeni sono stati verificati con alcune esperienze che riferisco, osservando come oggidì allo stato in cui si trova la scienza, non è più necessario istituire esperienze di misura sul rapporto del prodotto ottenuto al lavoro meccanico speso, non altrimenti che non è più necessario il ricercare i molteplici coefficienti numerici adoperati nelle applicazioni scientifiche.

In una vasca parallelepipedica A B C D E F di vetro (fig. 65), disposti tre lastre M, N, P di rame, parallelamente disposti tre vasi porosi Q, R, S, entro cui si trovavano immerse tre lastre pure di rame T, U, V. Nella vasca A B C D E F si versò una miscela di solfato di rame e solfato di ferro con grande eccedenza di quest'ultimo; la proporzione fu circa di 1 di solfato di rame per 6 di solfato di ferro. Nei vasi porosi si versò dell'acqua resa conduttrice con una minima quantità di solfato di rame; al densimetro centesimale quest'acqua segnava 1,005. Si cercò che i liquidi entro e fuori dei vasi porosi fossero allo stesso livello; si riunirono con conduttori le lastre esterne M, N, P fra loro e le lastre T, U, V interne pure fra loro, e si mise il tutto in comunicazione con una batteria composta di 6 pile Bunsen di 20 centimetri di altezza riunite in tensione, badando di congiungere l'insieme delle lastre esterne M, N, P col polo negativo, e le lastre interne T, U, V col polo positivo della pila stessa. La corrente passò assai intensa. Dopo meno di un'ora si sottopose a saggio il liquido dei vasi porosi: alcune gocce di esso in un tubo di vetro con poco acido nitrico furono portate alla ebollizione; quindi allungato il liquido con acqua, si saturò con ammoniaca tanto da ottenere la soluzione azzurra caratteristica del rame e la precipitazione del perossido di ferro, se esistente. Orbene, la colorazione della soluzione ammoniacale risultò intensissima e non si trovò traccia di ferro precipitato. Sottoposto dopo circa due ore il liquido esterno a saggio, naturalmente vi si trovò il ferro, e si poté constatare il suo impoverimento in rame.

Sospesa perciò l'operazione si trovarono le lastre esterne M, N, P aumentate di peso per rame deposto e le lastre interne T, U, V diminuite di peso per consumo di rame sciolto nel liquido dei vasi porosi; estratti questi dal bagno, raccolta la soluzione in essi contenuta, questa al densimetro accusò una densità di 1,05; sottoposta di nuovo a saggio chimico non vi si rinvenne traccia di ferro.

Un fenomeno che può forse creare difficoltà pratiche grandi, ma non insuperabili, è il trasporto del liquido dall'interno dei vasi porosi al bagno esterno operato dalla corrente; per modo che, incominciando l'operazione con livelli uguali nei liquidi del bagno e dei vasi porosi, dopo poco tempo si stabilisce un livello minore nei vasi porosi, maggiore nel liquido a loro esterno; questa differenza di livello o battente è tanto maggiore quanto più grande è la forza elettromotrice della pila.

Questa esperienza fu ripetuta in altra maniera onde poter seguire colla vista il progresso delle reazioni. Una vasca di vetro ABCDEFG (fig. 66) fu divisa in tre compartimenti mediante due diaframmi MN, OP fatti con due lastre sottili di porcellana porosa, saldate alle pareti con mastice in modo da rendere le tre capacità indipendenti l'una dall'altra. Nelle due porzioni di fianco A CNM ed OPBD si versò la miscela di solfato di rame e ferro, e si immerse due lastre R ed S di rame; nella porzione mediana MNOP si versò dell'acqua pura e si immerse una lastra T, pure di rame.

I livelli dei liquidi si regolarono eguali nei tre scompartimenti, quindi riunendo le lastre R ed S si fecero comunicare col polo negativo della batteria di 6 Bunsen; e la lastra T si fece comunicare col polo positivo della batteria istessa. Appena la corrente incominciò a passare, si vide il rame dello scompartimento di mezzo rivestirsi di un liquido azzurrognolo che discendeva in fondo della vasca a misura della sua formazione, mentre le due lastre degli scompartimenti di fianco si rivestivano invece di rame metallico. La assenza del ferro nello scompartimento di mezzo fu constatata nel modo solito. Intanto, facendosi sempre più conduttore per causa del solfato di rame formatosi, il liquido del vaso di mezzo, l'intensità della corrente andò via via aumentando fino ad un certo grado di regime. Ma il fenomeno del trasporto del liquido nel senso della corrente, cioè dal compartimento di mezzo ai due di fianco, si rese evidentissimo e tale da rendere l'operazione quasi illusoria, se non si troverà modo di correggerlo. — Dopo un'ora i due scompartimenti laterali erano traboccanti, ed il compartimento di mezzo, che avrebbe dovuto essere il prodotto utile, era di livello bassissimo. Credo che ciò si possa correggere col mettere molti bagni in tensione, avuto riguardo alla forza elettromotrice del generatore della corrente.

Si vedrà in seguito dall'analisi come risulti indicata la migliore disposizione da adottarsi a seconda del generatore della corrente, e come a questo riguardo l'esperienza fatta non siasi trovata nelle migliori condizioni. Per ora l'esperienza basta a constatare il fenomeno della formazione di solfato di rame esente da ferro separato dalla soluzione miscela.

4. — Per rendere questa operazione continua come vuole l'industria, osservarsi che si procede ad una seconda operazione col fare defluire la soluzione depauperata, col versare nuova porzione di acque saturate di solfati di rame e ferro nella vasca, col raccogliere la soluzione di solfato di rame dai vasi porosi portandola a cristallizzare per evaporazione; colla sostituzione di acqua pura in essi vasi porosi che verrà

resa conduttrice delle minime porzioni di solfato di rame esistenti per aderenza nei vasi porosi stessi; e finalmente coll'alternare le lastre che hanno servito da elettrodi, cioè la serie esterna ora rivestita di rame, diventa interna prendendo il posto delle lastre depauperate; e queste prendono il posto delle prime onde raccogliere il rame del nuovo bagno. Così la serie delle operazioni consiste poi in un piccolo trasporto alternativo delle lastre che servono da elettrodi; esse alternatamente sono esterne per raccogliere il rame metallico, e divengono interne nella operazione successiva per spogliarsi del rame raccolto e convertirlo in solfato. Il prodotto finale sarà una soluzione di solfato di rame separata dalla soluzione di solfato di ferro, non si sarà eseguita alcuna dissociazione, e quindi il lavoro da spendersi si riferirà unicamente alle perdite in resistenze e calore.

Tali sono i fatti sperimentali che servono di base al procedimento proposto; in quanto al passaggio dall'esperienza all'operazione pratica industriale, parmi non sia difficile, soprattutto dove esiste già il procedimento per via umida.

Si può diaframmare un brento con pareti verticali costituite da telai in legno incatramati e fatti a foggia di invetriata; in luogo dei vetri si adottano lastre sottili di porcellana non verniciata; ed ecco formato il vaso poroso in cui devono immergere gli anodi; questi al par dei catodi sono costituiti da lastre di rame che servono indefinitamente; infine al disopra del brento si dispongono i mezzi meccanici semplicissimi per sollevare gli elettrodi e per operare il piccolo trasporto necessario ad ottenere la loro alternativa immersione dentro e fuori del vaso poroso centrale.

5. — Descritta così l'esperienza, nelle sue circostanze favorevoli e contrarie, mi sia concesso di entrare in alcune considerazioni teoriche, che, per essere assai semplici ed elementari, non cessano di essere, a mio credere, opportune.

Il lavoro ha in elettrodinamica una espressione analoga a quella che ha in meccanica; esso, cioè, è rappresentato dal prodotto di due fattori di cui uno è E, forza elettromotrice, e l'altro è I, intensità della corrente; cioè $T = E \cdot I$; nel caso in cui T fosse espresso in chilogrammetri al minuto secondo, si avrebbe $T = \frac{E I}{g}$, in cui il divisore g entra come coefficiente derivante dalle unità di misura di E in volt e di I in ampère.

Come in meccanica, così in elettrodinamica, qualche volta si richiede la prevalenza dell'uno o dell'altro di questi due fattori; così per l'illuminazione elettrica si ha E grandissimo ed I relativamente

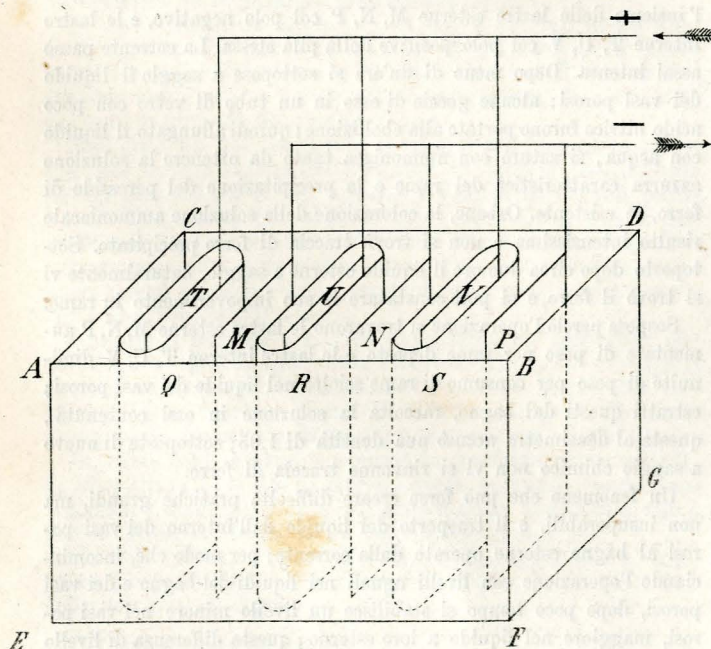


Fig. 65.

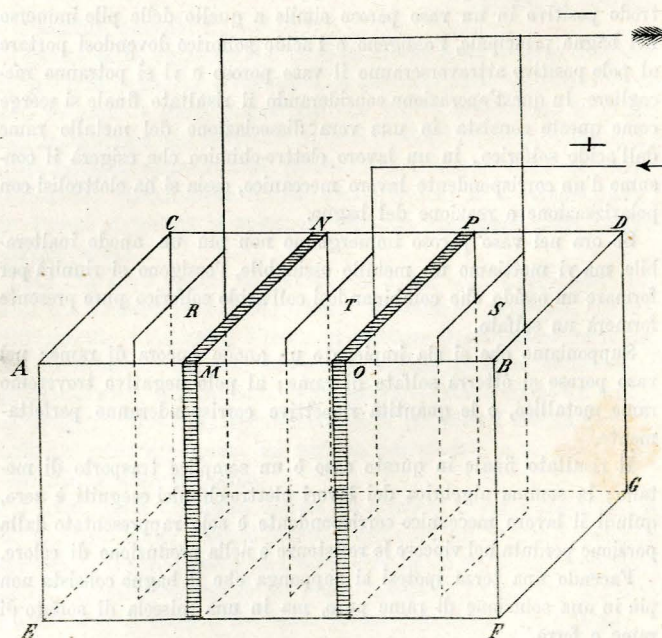


Fig. 66.

piccolo; per l'elettrolisi invece è l'opposto; si deve cercare di avere I grandissimo, poichè la legge di Faraday stabilisce che la quantità di metallo deposto al polo negativo è proporzionale alla intensità I della corrente. Vediamò adunque come varii la intensità I col variare delle condizioni sotto cui lavora la corrente.

L'intensità I , secondo la legge di Ohm, ha la nota espressione

$$I = \frac{E}{R}$$

in cui E è la forza elettromotrice del generatore ed R la resistenza. Se la corrente passa in un circuito inerte, l'energia si converte in calore a seconda della legge di Joule

$$C = \frac{R I^2}{g A},$$

espressa in calorie, essendo A l'equivalente meccanico del calore; ma se la corrente fa un lavoro qualsiasi meccanico, chimico, che costituisce il lavoro utile desiderato e raccolto, per questo fatto solo l'intensità diminuisce; così, limitandoci a considerare un bagno elettrolitico, se in questo si ha dissociazione di un metallo dai suoi composti, il bagno presenterà una reazione che si manifesta come una corrente contraria a quella del generatore, inviata con forza elettromotrice più o meno grande a seconda del composto che si vuole dissociare, e che rappresenterà con e . Da questo momento l'intensità della corrente, che nel circuito inerte era

$$I = \frac{E}{R},$$

diventa

$$I' = \frac{E - e}{\Sigma R}$$

nel circuito lavorante, minore di I non solo per l'aumento delle resistenze che figurano al denominatore, ma ancora per la diminuzione della forza elettromotrice che si trova al numeratore di quest'espressione. Da ciò si deduce che sarà più conveniente dissociare un composto chimico meno complesso che non un composto più complesso; poichè la reazione e sarà minore nel primo caso che nel secondo; l'intensità della corrente sarà maggiore nel primo caso che nel secondo; ossia infine perchè l'unità di intensità, epperò anche l'unità di prodotto utile, costerà meno lavoro meccanico nel primo caso che nel secondo, il che è prevedibile *a priori*.

Ciò spiega quanto asserii in sul principio, cioè che i metodi che applicano l'elettrolisi senza reazione del bagno, senza dissociazione del metallo, sono in corso di pratica e si possono annoverare come metodi di foggatura, mentrechè quelli che vogliono sostituirsi alla metallurgia sono ancora in corso di studio.

In questo studio si fa una larga parte alle espressioni che riflettono il rapporto del lavoro motore speso al lavoro utile raccolto; ma a mio credere non sempre la questione delle convenienze industriali posa sopra questa base; alcune volte succede che il lavoro motore è abbondante, ed allora la convenienza industriale ha per oggetto un altro quesito, cioè: *quale è l'impianto necessario?* Ora è questo appunto il lato debole dell'impianto elettrolitico in Agordo quando si volesse ottenere rame metallico. Per provarlo ricorderò la legge incontestata di Faraday sull'elettrolisi:

1° « La quantità di un dato corpo liberata col mezzo dell'elettrolisi nell'unità di tempo è proporzionale alla intensità della corrente ».

2° « Colla stessa intensità di corrente le quantità di due corpi diversi liberati nell'unità di tempo nell'elettrolisi, stanno fra loro come i loro equivalenti chimici ».

Detto quindi ϵ l'equivalente chimico di un corpo rispetto all'idrogeno; sapendo che con una intensità di 1 ampère in un minuto secondo si libera 0,0105 milligrammi d'idrogeno; si ha:

$$z = 0,0105 \times \epsilon \text{ milligrammi}$$

per la quantità del corpo considerato, liberata in un minuto secondo da una corrente di intensità uguale ad 1 ampère.

Il prodotto

$$z = 0,0105 \times \epsilon \text{ milligrammi}$$

è ciò che si chiama l'equivalente *elettro-chimico* del corpo considerato.

Ciò posto passando ad unità maggiori, cioè, considerando una corrente di intensità 1 ampère che agisca per un'ora, si ha che l'ampère-ora depone un peso P di un dato corpo, dato da

$$P = 3600 \times z = 37,8 \times \epsilon \text{ milligrammi.}$$

Pel rame avendosi l'equivalente chimico $\epsilon = 31,5$, si ha:

$$z = 0,3307 \text{ equiv. elettro-chimico}$$

$$P = 1,19 \text{ grammi.}$$

Adunque per ogni ampère di intensità, e durante un'ora, si depositerà 1,19 grammi di rame in un bagno elettrolitico qualunque.

Bisognerà per conseguenza cercare di avere un numero di ampère sufficiente affinchè nella annata si abbia una produzione in rame tale da rappresentare una vera industria. Quindi la questione: quanti ampère-ora si possono ottenere dalle attuali migliori macchine appositamente costrutte? Quante macchine occorrono per una produzione annua di Q tonnellate? Infine quale la spesa d'impianto? Ecco le quistioni che nel nostro caso sono più vitali che non l'altra: Quanti cavalli-vapore di forza occorrono per una data produzione annua?

5. — A risolvere le fatte quistioni per la produzione delle 150 tonnellate di rame che sortono dalla officina di Agordo, debbo ancora entrare in alcune discussioni sulle note formole.

Si è visto che il lavoro speso nel generare una corrente ha per espressione

$$T_m = \frac{E \times I}{g} \text{ Chilogr.}$$

e che per l'elettrolisi occorre ottenere prevalente il fattore I a cui è proporzionale la quantità di metallo deposto per unità di tempo. Si è pure visto che la intensità nel circuito inerte

$$I = \frac{E}{R}$$

diveniva

$$I' = \frac{E - e}{\Sigma R}$$

quando si esegua un lavoro utile di dissociazione; ne consegue che in questo caso l'espressione del lavoro speso diventa

$$T_m = \frac{E(E - e)}{g \Sigma R}.$$

Analogamente il lavoro di reazione, che per noi è il lavoro utile raccolto e che si eseguisce sotto l'azione della forza contro-elettromotrice e , ha per espressione

$$T_u = \frac{e(E - e)}{g \Sigma R};$$

ed il rapporto

$$\frac{T_u}{T_m} = \frac{e}{E}$$

rappresenta il rendimento.

Ora questo rapporto è suscettibile di un valore tale da rendere massimo l'effetto utile T_u ; difatti ponendo

$$\frac{e}{E} = K,$$

si ha

$$e = EK,$$

che sostituito nella espressione del lavoro utile, ci dà:

$$T_u = \frac{EK(E - EK)}{g \Sigma R} = \frac{E^2 K(1 - K)}{g \Sigma R}$$

di questa espressione si trova il massimo uguagliando a zero la sua derivata rispetto a K ; cioè:

$$\frac{dT_u}{dK} = \frac{E^2}{g \Sigma R} \left\{ (1 - K) - K \right\} = \frac{E^2}{g \Sigma R} (1 - 2K) = 0$$

d'onde

$$K = \frac{1}{2} \quad \text{ed} \quad E = 2e;$$

cioè il massimo effetto utile si otterrà impiegando una forza elettromotrice del generatore doppia della forza elettromotrice del bagno.

6. — Vediamo se le condizioni pratiche delle attuali macchine dinamoelettriche sono conformi a questa regola che sarebbe conveniente di osservare.

La macchina Siemens costrutta per l'elettrolisi e considerata oggidì come la migliore, ha la costante $E = 15$ volts. In un circuito inerte con resistenza complessiva:

$$\Sigma R = 0,06 \text{ ohm,}$$

darebbe

$$I = \frac{15}{0,06} = 250 \text{ ampère.}$$

La forza elettromotrice di reazione e nella elettrolisi del rame dal solfato è 1,28 volts; per avere numeri semplici porremo:

$$e = 1,25 \text{ volts.}$$

Quindi il rapporto

$$\frac{T_u}{T_m} = \frac{e}{E} = \frac{1,25}{15} = \frac{1}{12};$$

ossia il rendimento è lungi dall'avere il valore $\frac{1}{2}$ che abbiamo visto corrispondere al massimo effetto utile.

Tuttavia si può ottenere verificata questa condizione adoperando un artificio; questo consiste nel mettere molti bagni che supporrò per semplicità in tutto uguali fra loro, riuniti in tensione. Difatti ritornando all'espressione generale del lavoro

$$T_m = EI$$

possiamo immaginare che la forza elettromotrice totale della macchina venga scomposta nella somma di n parti uguali; con che possiamo scrivere:

$$T_m = \left(\frac{E}{n} + \frac{E}{n} + \dots \right) I = n \left(\frac{E}{n} I \right),$$

e sceglieremo il numero arbitrario n in modo che fra $\frac{E}{n}$ ed il valore della reazione e esista il voluto rapporto di $\frac{1}{2}$; cioè

$$e : \frac{E}{n} = \frac{1}{2};$$

d'onde

$$E = 2 n e; \text{ ed } n = \frac{E}{2e}.$$

Ciò corrisponde ad avere n bagni riuniti in tensione in ciascuno dei quali si abbia una forza elettromotrice $= \frac{E}{n}$, ed una reazione e ; in ciascuno di essi si lavorerà col rapporto

$$e : \frac{E}{n} = \frac{1}{2}$$

corrispondente al massimo dell'effetto utile. Intanto la intensità in ciascun bagno sarà diminuita. Essa nel circuito inerte con resistenza R , era

$$I = \frac{E}{R};$$

nei singoli bagni la forza elettromotrice essendo $\frac{E}{n}$, la reazione $= e$ e la resistenza per ipotesi eguale a quella prima considerata R , si avrà per la nuova intensità:

$$I' = \frac{\frac{E}{n} - e}{R} = \frac{E - n e}{n R}.$$

Ricordando che si è scelto il numero n in modo che $n e = \frac{E}{2}$ la intensità I' diviene:

$$I' = \frac{E}{2 n R}$$

ossia $2 n$ volte minore della intensità primitiva I .

Ora il prodotto in metallo essendo proporzionale alla intensità, se diciamo P un coefficiente numerico fisso, nel caso di un bagno solo con intensità I si avrebbe avuto un prodotto

$$Q = P I$$

nel caso di n bagni con intensità I' si avrebbe

$$Q' = n \times P I' = n \frac{P I}{2 n} = \frac{1}{2} P I$$

cioè:

$$Q' = \frac{1}{2} Q$$

ossia colla adottata disposizione si otterrebbe un prodotto metà di quello ottenuto con un bagno solo. D'onde la necessità di aumentare in ciascuno degli n bagni la intensità I' , cosa che si otterrà diminuendo le resistenze, ossia aumentando le superficie dei catodi. Se pertanto diciamo s la superficie di catodo che nell'unico bagno è sufficiente a dare la resistenza R , affinché I' dei bagni molteplici resti eguale ad I , bisognerà che la superficie in ciascun bagno sia $2 n$ volte maggiore; cioè:

$$s' = 2 n s;$$

e per gli n bagni la superficie totale di catodo

$$S = n s' = 2 n^2 s.$$

Allora il prodotto totale Q'' degli n bagni sarà

$$Q'' = P \cdot I \cdot n = n Q;$$

ossia col mettere n bagni in tensione si può lavorare col rendimento voluto di $\frac{1}{2}$, ed ottenere un prodotto in metallo uguale ad n volte quello di un bagno solo, a condizione di aumentare le superficie dei catodi nel rapporto di $1 : 2 n^2$.

Si vede subito come questo procedere sia ben presto limitato dal rapido crescere della superficie dei catodi, la quale per poco che n sia grande, diventa enorme ed inammissibile. Applichiamo queste considerazioni al caso pratico della macchina Siemens già menzionata, abbiamo:

$$E = 15; \quad R = 0,06; \quad e = 1,25;$$

quindi:

$$n = \frac{E}{2e} = \frac{15}{2,50} = 6;$$

cioè sei dovrebbero essere i bagni da riunirsi in tensione.

La intensità primitiva a circuito inerte è

$$I = \frac{E}{R} = \frac{15}{0,06} = 250 \text{ ampère};$$

in ciascun bagno essa si riduce a

$$I' = \frac{1}{2n} I = \frac{250}{12} \text{ ampère.}$$

Se in ciascun bagno diminuiamo la resistenza fino ad essere $\frac{1}{12}$ della primitiva, cioè fino ad essere $\frac{0,06}{12} = 0,005$ ohm, in essi si ha l'intensità:

$$I' = I = 250 \text{ ampère};$$

e quindi per 6 bagni si avrà

$$Q = P \times 6 \times 250 \text{ grammi di rame}$$

$$Q = P \times 1500 \text{ grammi di rame,}$$

cioè ricordando che per ogni ampère-ora precipitano grammi 1,19, si ha

$$P = 1 \text{ gr.}, 19 \quad e \quad Q = \text{Chg. } 1,78;$$

nelle ventiquattro ore si otterranno

$$\text{Chg. } 1,78 \times 24 = \text{Chg. } 42,84.$$

e nell'anno di 300 giorni, tonnellate 12,50 in numeri rotondi, per ogni macchina Siemens.

La produzione annuale dovendo essere di 150 tonnellate, il numero delle macchine Siemens da impiegarsi sarebbe

$$\frac{150}{12,5} = 12.$$

Intanto le superficie dei catodi divengono, per realizzare queste condizioni, molto grandi.

Difatti la resistenza di un conduttore ha per espressione:

$$R = \frac{\alpha l}{s}$$

in cui α è la resistenza specifica del corpo che forma il conduttore; l la sua lunghezza; ed s la sua sezione. Nel caso di un bagno di soluzione satura di solfato di rame si ha: $\alpha = 25$ ohm per centim. cubo, l sarebbe la distanza in centimetri fra l'anodo ed il catodo che per ipotesi si assumerà piccolissima, cioè 20 centimetri; la resistenza essendo stata supposta di 0,06 ohm, si ha:

$$0,06 = 25 \frac{20}{s};$$

da cui

$$s = 25 \frac{20}{0,06} \text{ in centimetri quadrati,}$$

cioè

$$s = 0^{\text{m. q.}}, 84.$$

Nel caso di n bagni in tensione abbiamo visto che la superficie totale dei catodi era:

$$S = 2 n^2 s,$$

facendo:

$$n = 6; \quad \text{ed} \quad s = 0^{\text{m. q.}}, 84$$

si ha:

$$S = 72 \times 0,84; \quad S' = 60 \text{ m. q.}$$

Essendo dodici le macchine, si dovrà avere per la produzione annua delle 150 tonnellate di rame una superficie di

$$12 \times 60 = 720 \text{ m. q.}$$

Verifichiamo il rapporto fra il lavoro speso ed il lavoro utile raccolto. Il lavoro della reazione di dissociazione, ossia T_u , ha per espressione generale

$$T_u = \frac{e(E - e)}{gR};$$

nel nostro caso considerando ciascun bagno isolatamente, abbiamo i seguenti valori:

$$\text{Forza elettromotrice } E = \frac{15}{6} = 2,50$$

$$\text{Forza di reazione } e = 1,25$$

$$R = \frac{0,06}{12} = 0,005;$$

ed essendo 6 i bagni, il lavoro totale di reazione sarà:

$$T_u = 6 \times \frac{1,25(2,50 - 1,25)}{9,81 \times 0,005} = 190 \text{ Chilogrammetri}$$

al 1'', ossia 2,5 cavalli-vapore.

Il lavoro speso ha per espressione generale:

$$T_m = \frac{E(E - e)}{gR};$$

adottando i valori sopraindicati per 6 bagni si ha:

$$T_m = 6 \times \frac{2,50(2,50 - 1,25)}{9,81 \times 0,005} = 380 \text{ Chilogrammetri}$$

al 1', ossia 5 cavalli-vapore.

Il rendimento sarà adunque $\frac{T_u}{T_m} = \frac{2,50}{5,00} = \frac{1}{2}$, come si è posto per condizione.

Adunque ciascuna macchina Siemens consumerà teoricamente 5 cavalli-vapore; e per le 12 macchine occorrerà avere 60 cavalli-vapore disponibili teoricamente; il che porta ad avere praticamente 80 cavalli-vapore almeno.

Se invece di riunire i bagni molteplici in tensione si riunissero in quantità, ciò equivale ad aumentare le superficie degli elettrodi, per conseguenza a diminuire nella stessa proporzione le resistenze, ossia ancora ad aumentare la intensità e per conseguenza il prodotto in metallo; ma la forza elettromotrice con cui si lavora nei bagni riuniti in quantità, sarà la totale E ; la forza di reazione sarà e ; e quindi il rendimento $\frac{T_u}{T_m} = \frac{e}{E}$ non sarà più uguale ad $\frac{1}{2}$ corrispondente all'effetto utile massimo, a meno che la macchina sia essa stessa costrutta originariamente in modo che $\frac{e}{E} = \frac{1}{2}$, cosa che abbiamo visto non verificarsi per la macchina Siemens in cui

$$\frac{e}{E} = \frac{1,25}{15} = \frac{1}{12}.$$

Però con questa disposizione si ha il vantaggio di ottenere lo stesso prodotto con meno superficie di catodi, epperò con spesa di impianto molto minore.

Sia infatti n il numero dei bagni riuniti in quantità; la intensità di ciascuno di essi cresce pel fatto che la resistenza R primitiva diviene $\frac{R}{n}$; e quindi la nuova intensità

$$I' = \frac{E - e}{\frac{R}{n}} = \frac{n(E - e)}{R} = nI.$$

Il prodotto $Q' = nQ$; la superficie $S'' = nS$; nel caso dei bagni in tensione si è visto che

$$S' = 2n^2S;$$

e quindi coi bagni in quantità si ha una superficie $\frac{1}{2n}$, minore di

quella richiesta dai bagni in tensione per ottenere uno stesso prodotto; ma il rendimento $\frac{T_u}{T_m} = \frac{e}{E}$ sarà tanto più piccolo quanto più grande è la originaria forza elettromotrice della macchina; applicando i dati numerici precedenti, si ha:

$$S'' = 6 \times s = 6 \times 0^{\text{m. q.}}, 84 = 5^{\text{m. q.}},$$

cioè 12 volte minore della superficie richiesta dai bagni in tensione. Essendo 12 le macchine per la produzione totale, la superficie totale di precipitazione sarà solo di 60 m. q.

7. — Questa discussione fatta per maggiore evidenza su di un esempio numerico parmi abbia dimostrato:

1° Che una macchina destinata all'elettrolisi dovrebbe essere costrutta in modo da avere originariamente una forza elettromotrice E bassa assai ed uguale a poco più del doppio della reazione e del bagno, con una resistenza propria minima, affinché l'intensità I sia grandissima. Ciò si ottiene generando il campo magnetico con corrente derivata, e si otterrebbe ancora più con una corrente prodotta da una macchina indipendente, a ciò unicamente destinata. Con una tal macchina si avrebbe il massimo coefficiente di rendimento e la minima superficie di precipitazione.

2° Che la scelta delle disposizioni dei bagni in tensione od in quantità è determinata dalla convenienza di economizzare od in forza motrice, od in superficie, ossia in impianto.

I due casi considerati rappresentano i casi estremi; nell'uno si ottiene il massimo effetto utile del lavoro motore speso, con massima superficie totale di catodi; nell'altro si ottiene la massima economia di superficie di precipitazione, ma col minimo rendimento del lavoro motore; evidentemente non è difficile lo scorgere che si possono avere disposizioni intermedie col formare serie di t bagni in tensione e g bagni in quantità; nè sarebbe difficile trovare le espressioni generali di questi numeri quando fosse prefisso *a priori* un rendimento medio ed una superficie media di precipitazione, con una data macchina elettrodinamica. Ma non è più necessario dilungarsi in simile questione; a me basta l'aver fatto vedere a quale impianto condurrebbe l'applicazione della elettrolisi in Agordo per le 150 tonnellate annue di produzione in rame, impianto che, senza fare una perizia dettagliata, si addimstra *inammissibile* in Agordo.

8. — Resta da fare l'analisi del sistema di fabbricazione del solfato di rame coll'elettrolisi a seconda della descritta esperienza. Ho insistito fin dal principio sul fatto che in questa operazione non si fa vero lavoro elettro-chimico, e che quindi non si ha teoricamente reazione veruna del bagno; cioè teoricamente $e = 0$.

Praticamente e avrà un valore reale, sebbene piccolissimo; ma ad ogni modo saremo sempre nel caso in cui il rapporto $\frac{e}{E}$ è piccolissimo, e quindi converrà adottare il sistema dei bagni in tensione, come per altra parte già è adottato praticamente nei bagni di galvanoplastica a cui l'operazione proposta può assimilarsi.

Non si hanno dati numerici a questo riguardo dalla teoria, poichè come si è detto, non facendosi lavoro elettro-chimico, ma solo trasporto di metallo, il lavoro motore è speso unicamente nelle perdite per resistenze e calore.

Sarà quindi il caso di adottare i risultati pratici conosciuti dalle officine di galvanoplastica, o meglio ancora dalle officine di raffinazione del rame, nelle quali la differenza fra il rame che si discioglie all'anodo e quello depurato che si raccoglie al catodo, rappresenta una perdita che non si ha nelle operazioni di galvanoplastica per la argentatura o nichelatura dei metalli.

Per la raffinazione del rame la Casa Siemens & Halske di Berlino costruisce le macchine del tipo C_1 e C_2 ; la prima di queste fornisce 3 quintali e la seconda 14.16,5 di rame raffinato in 24 ore con 12 bagni riuniti in tensione. La prima consuma 10 cavalli-vapore, la seconda 5. La superficie degli elettrodi in ogni bagno ammonta a 30 mq.

Da questi dati si scorge che colla produzione di tre quintali al giorno, che corrisponde a 90 tonnellate all'anno, si potrebbe sottoporre all'elettrolisi per raffinazione la metà della produzione totale di Agordo con una macchina sola, e ciò pel solo fatto che non si eseguisce lavoro di dissociazione. La fabbricazione del solfato di rame, essendo un'operazione simile, parmi che i dati siano estensibili a questo caso: o quanto meno parmi non irragionevole il proporre l'esperimento della macchina minore che da sola tratterebbe il quarto della produzione totale di Agordo.

Si può obiettare « l'esperienza fatta sulla produzione del solfato » di rame coi vasi porosi ha dimostrato l'inconveniente del trasporto » della soluzione di solfato dai vasi porosi al bagno principale in cui » esiste la miscela di solfato di ferro e di rame ». Ricorderò che le condizioni dell'esperienza da laboratorio erano lungi dall'essere favorevoli e conformi alle prescrizioni teoriche.

La batteria di 6 elementi Bunsen lavorava con una forza elettromotrice eccessiva; circa 12 volts; le superficie di precipitazione ed i bagni erano minimi; tutto era diretto solamente a constatare la reazione chimica nel più breve tempo possibile; la reazione chimica fu verificata; resta ora da ripetersi un esperimento col quale si accerti se adottando le disposizioni convenienti suggerite dalle considerazioni teoriche sopra svolte, cioè facendo in modo che non si abbia forza elettromotrice eccedente, non si eviti, come ho fiducia, il trasporto della soluzione cuprifera dall'interno dei vasi porosi.

Torino, 20 gennaio 1884.

L'Ingegnere delle Miniere
A. ROVELLO.

NOTIZIE

V Congresso degli Ingegneri e degli Architetti Italiani in Torino. — *Regolamento per il Congresso.* — Art. 1. Il quinto Congresso degli ingegneri ed Architetti italiani, da tenersi in Torino in occasione della Esposizione Nazionale del 1884, avrà luogo nel prossimo mese di settembre, tra il 22 e il 29 inclusivamente.

Art. 2. Faranno parte del Congresso tutti gli Ingegneri ed Architetti italiani, i quali ne avranno rivolta domanda alla Commissione esecutiva entro il mese di luglio 1884, ed avranno pagato all'Economista della Società degli Ingegneri e degli industriali di Torino (sig. Ing.

Francesco Ceriana, in Torino, via Lagrange, 3), la consueta tassa individuale di L. 10, destinata a far fronte alle spese del Congresso.

Art. 3. Potranno anche, colle stesse norme, essere iscritti al Congresso Ingegneri ed Architetti stranieri, i quali ne facciano domanda.

Art. 4. Adempite le prescrizioni dell'art. 2, ogni membro del Congresso riceverà una tessera di riconoscimento; e quelli non residenti a Torino riceveranno inoltre la polizza per le riduzioni di prezzo che saranno accordate dalle Amministrazioni per i viaggi sulle ferrovie e sui piroscafi.

Art. 5. Tutti i membri del Congresso riceveranno, gratuitamente, il volume degli Atti del Congresso, appena sarà pubblicato.

Art. 6. Onde prendere parte alle discussioni sui varii temi, di cui saranno pubblicati e trasmessi gli enunciati, ogni membro è in facoltà di iscriversi in una o più delle seguenti sezioni:

SEZIONE I. *Architettura, costruzioni civili, edilizia; loro rapporti coll'igiene e colla legislazione;*

SEZIONE II. *Opere d'arte per costruzioni stradali. Strade ordinarie e tramvie; loro rapporti colla sicurezza e colla legislazione;*

SEZIONE III. *Strade ferrate, loro esercizio; loro rapporti colla sicurezza e colla legislazione;*

SEZIONE IV. *Idraulica fluviale, idraulica marittima, bonifiche; loro rapporti coll'igiene e colla legislazione;*

SEZIONE V. *Fisica terrestre ed Ingegneria industriale; loro rapporti coll'igiene, colla sicurezza e colla legislazione;*

SEZIONE VI. *Geodesia e topografia, estimo, catasto, Ingegneria agraria.*

Art. 7. Nella seduta di inaugurazione del Congresso, la quale avrà luogo sotto la Presidenza provvisoria del Comitato esecutivo, ed ultimate le formalità della inaugurazione, si procederà dagli intervenuti al Congresso, e qualunque ne sia il numero, alla elezione a schede segrete ed a semplice maggioranza di voti di un Presidente, di un Vice-Presidente e di un Segretario Generale. Non saranno accettate schede di votanti per delegazione.

Il Presidente eletto è in facoltà di nominare a seconda dei bisogni uno o più segretari aggiunti.

Art. 8. Nella prima seduta di ciascuna delle sei Sezioni, alle quali possono appartenere i membri del Congresso, saranno nominati, a scrutinio segreto ed a semplice maggioranza degli intervenuti, un Presidente, un Vice-Presidente e due Segretari.

Art. 9. Le successive adunanze per ogni Sezione verranno di volta in volta stabilite dal Presidente di ciascuna Sezione, sentito l'avviso dei presenti alla seduta.

Esauriti i temi stati prescelti dalla Commissione esecutiva, ogni Sezione potrà ancora discuterne altri che fossero proposti ed accettati alla maggioranza dei presenti alla seduta.

Art. 10. I Segretari di ciascuna Sezione redigeranno il verbale delle varie sedute, ed una relazione sulle deliberazioni prese con un riassunto della discussione relativa. Tali verbali e tali relazioni dovranno essere approvate dalla rispettiva Sezione nella seduta immediatamente successiva alla deliberazione presa.

Art. 11. Il Congresso terrà pure alcune sedute plenarie per discutere le questioni professionali ed altre di interesse generale.

Il Segretario generale, coadiuvato dai Segretari aggiunti, redigerà oltre ai verbali la relazione delle deliberazioni prese in tali sedute con un riassunto delle discussioni avvenute, da approvarsi dall'Assemblea generale.

Art. 12. Nella seduta plenaria di chiusura del Congresso sarà data lettura delle relazioni preparate dai Segretari delle singole Sezioni.

Nella stessa seduta di chiusura sarà deliberato in quale città, ed in quale anno dovrà aver luogo il VI Congresso.

Art. 13. Tanto nelle sedute generali del Congresso, quanto in quelle delle Sezioni, nessuno potrà parlare o leggere più di 20 minuti su di uno stesso argomento.

Art. 14. Qualunque memoria o lavoro presentato al Congresso verrà, a cura della Presidenza, inviata alla sezione alla quale il medesimo si riferisce per la natura dell'argomento.

Art. 15. Nelle sedute delle Sezioni si delibererà quali fra le memorie lette o presentate potranno essere iscritte negli atti, restando pur sempre alla Presidenza di decidere se, compatibilmente ai mezzi disponibili, convenga stamparle per intero o per sunto.

Art. 16. Le deliberazioni, tanto dell'Assemblea generale, quanto delle Sezioni, saranno prese a maggioranza di voti sopra proposte presentate dal Presidente.

Art. 17. Il Segretario generale farà una relazione sui risultati del Congresso, e questa relazione sarà pubblicata negli atti, unitamente ai processi verbali delle adunanze generali e delle Sezioni.

L'areostato elettrico dei fratelli Tissandier. — In questo periodico a pag. 13 del vol. VIII (1882) abbiamo riportato il risultato di alcuni esperimenti che il signor Gaston Tissandier aveva fatto su di un piccolo modello di areostato, gonfiato d'idrogeno puro, e nel quale l'apparecchio destinato ad ottenere le occorrenti deviazioni era comandato da un motore elettrico.

Dopo quelle esperienze nelle quali ebbe l'aiuto di alcuni ingegneri, il signor Gaston Tissandier concepì il progetto di far costruire in unione a suo fratello Alberto un areostato allungato di 900 a 1000 metri cubi, allo scopo di farlo funzionare non più in un gabinetto, ma all'aria libera. L'apparecchio motore doveva constare: di un propulsore ad elice; di una macchina dinamo-elettrica Siemens, di nuovo tipo ossia ridotta al minimo peso; di una batteria di pile leggere, al bicromato di potassa.

L'elice propulsore del diametro di metri 2,85 fu costituito da due pale elicoidali ricoperte di seta verniciata a gomma lacca, e mantenute rigide da fili d'acciaio ben tesi; ed il suo peso non raggiunse che i 7 chilogrammi.

La macchina dinamo-elettrica costruita dalla casa Siemens di Parigi, riuscì del peso di 55 chilogrammi, e muove l'asse orizzontale dell'elice mediante due ruote dentate nel rapporto di 1 a 10; per cui quando il rocchetto fa i suoi 1600 giri al minuto, l'elice ne fa 160. Questa macchina sviluppò al freno un lavoro effettivo di 100 chilogrammetri al secondo, con un rendimento del 55 per cento. La corrente era di 45 ampères; la differenza di potenziale di 40 volts.

La batteria di pile al bicromato di potassa è preferibile all'impiego degli accumulatori, i quali riescono di peso considerevolmente maggiore a parità di effetto. Essa si compone di 24 elementi apparecchiati in tensione e divisi in quattro serie. Ogni elemento del peso di 7 chilogrammi consta di un vaso parallelepipedo di caoutchouc indurito, della capacità di 4 litri, contenente dieci lamine di zinco ed undici lamine di carbone di storta, montate alternativamente su di apposite sbarre che loro servono di sostegno.

La superficie immersa degli zinchi è la terza parte di quella dei carboni.

Questa pila caricata con una soluzione di bicromato molto concentrata e molto acida, funziona in modo continuo e sensibilmente costante per più di due ore e mezza. Il liquido si riscalda a misura che si impoverisce, e la durata del funzionamento può essere prolungata coll'aggiunta di acido cromatico.

Con 18 di codesti elementi, la velocità di rotazione dell'elice in aria calma risultò di 120 giri, e la forza di trazione di 7 chilogrammi circa; con 24 elementi si poté ottenere la velocità di 160 giri con uno sforzo di 12 chilogrammi.

E così con un peso totale pari a quello di tre uomini il propulsore può somministrare regolarmente e per tre ore consecutive il lavoro di 12 a 15 uomini, cioè da 75 a 100 chilogrammetri.

Queste prove di preparazione vennero eseguite dai fratelli Tissandier nel loro laboratorio di Auteuil; dopo di che si proposero di costruire un areostato allungato della lunghezza di 27 metri, del diametro in metà di 9 metri, ossia del volume di 950 metri cubi, e della superficie di 523 metri quadrati che, gonfiato d'idrogeno puro, doveva avere una forza ascensionale di 1143 chilogrammi circa; e poichè l'areostato avrebbe pesato non più di 500 chilogrammi, sarebbe rimasto disponibile un peso di 643 chilogrammi per l'apparecchio motore, la batteria elettrica, le persone e la zavorra.

Un tale areostato, disse il signor Tissandier, nella sua conferenza alla Sorbonne, sotto l'azione di un motore della forza di 100 chilogrammetri, avrebbe avuto una velocità propria di 4 metri per minuto secondo in atmosfera calma, ossia di circa 14 chilometri all'ora.

Codeste previsioni ricevevano sei mesi dopo, nella ascensione dell'8 passato ottobre, la loro completa conferma.

L'areostato era stato nel frattempo costruito nello stabilimento del signor H. Lachambre, sotto la direzione di Alberto Tissandier. La sua precisa lunghezza riuscì di 28 metri, il diametro massimo di metri 9,20 ed il volume di 1060 metri. Alla parte inferiore gli venne applicato una appendice di forma conica, come una specie di imbuto, terminato al vertice da una valvola automatica per l'efflusso del gas in causa della dilatazione.

Trattandosi di un areostato di non grandi dimensioni e che pertanto volevasi fare il più leggero possibile, si dovette abbandonare il sistema dei tessuti sovrapposti adottato da Girard per i grandi areostati, e accontentarsi di un involucro di percallina reso impermeabile per mezzo di una vernice inventata dal signor Arnoul, la quale soddisface allo scopo.

Tralasciando ogni particolare sul modo con cui fu costituita la navicella, le cui parti essenziali e segnatamente le corde di sospensione e quelle di legame della navicella ebbero cura di rivestire di gutta-percha, onde non fossero in caso di accidente attaccate dal liquido destinato ad alimentare le pile, diremo solo che l'areostato elettrico col suo motore capace di funzionare per tre ore consecutive, ed i suoi accessori, riuscì del peso di 704 chilogrammi, a cui è d'uopo aggiungere il peso dei due areonauti e degli strumenti di osservazione corrispondente a 150 chilogrammi.

La forza ascensionale risultò pari a 1180 grammi ogni metro cubo di gas, cifra molto elevata, mai prima d'ora raggiunta e dovuta alla purezza straordinaria ottenuta nella preparazione dell'idrogeno; ossia in totale risultò di 1250 chilogrammi. Caricando ancora l'areostato di 386 chilogrammi di zavorra, non rimase più che una forza ascensionale in eccesso di 10 chilogrammi.

La preparazione dell'idrogeno puro venne fatta col principio medesimo impiegato da Giffard nel 1878, dell'azione dell'acido solforico sulla tornitura di ferro. Solo che Giffard impiegò un solo gran recipiente cilindrico di lamiera di ferro, rivestito internamente di lamine di piombo; mentre il Tissandier realizzò una notevole economia dividendo il generatore in quattro apparecchi distinti, fatti ognuno con otto tubi di grès Douulton sovrapposti, alti 76 centimetri e del diametro interno di 45 centimetri, epperò risultanti dell'altezza totale di 6 metri. Il grès della fabbrica Douulton resiste, come tutti sanno (*), agli acidi, anche a caldo. Le unioni furono fatte con un mastice speciale composto di zolfo fuso, unito a resina, sego e vetro pesto. Con generatori di tali dimensioni ottiensì una produzione continua di 300 metri cubi di gas idrogeno all'ora.

I fratelli Tissandier fecero coll'areostato ora descritto la loro ascensione l'8 ottobre 1883. Elevaronsi lentamente dal loro laboratorio d'Auteuil a 3 ore e 20 minuti del pomeriggio con vento di Est-sud-est che a terra era appena sensibile, ma all'altezza di 500 metri aveva la velocità di 3 metri al secondo.

Qualche minuto dopo della loro partenza misero in azione il motore elettrico per mezzo della batteria, la quale essendo divisa in 4 gruppi di sei elementi caduno, con un commutatore a bagno di mercurio potevasi far funzionare con 6, 12, 18 o 24 elementi apparecchiati in tensione ed ottenere così quattro velocità differenti dell'elice comprese fra 60 e 180 giri al minuto. E gli areonauti poterono così verificare che la traslazione dell'areostato, funzionando l'elice a grande velocità, era divenuta subitamente apprezzabile; e quando vollero dirigersi in senso direttamente contrario al vento, l'areostato rimaneva pressochè immobile. Sfortunatamente codesta posizione d'equilibrio non potevasi mantenere che per pochi istanti a motivo di certi moti rotatori a cui l'areostato andava tosto soggetto, e che il timone era impotente a dominare; ma ciò non ostante riprendendo spesso la manovra, riuscirono a stazionare per più di venti minuti al disopra del bosco di Boulogne.

Dopo di che fermarono il motore, e l'areostato trasportato dal vento passò al disopra del Mont Valerien; rimettendo allora in funzione il motore, e la velocità del vento essendo alquanto diminuita, si ottennero dall'azione dell'elice sensibili deviazioni nel moto dell'areostato tanto a destra che a sinistra della linea del vento.

È certo che se i fratelli Tissandier avessero ridotto la zavorra al peso ordinariamente praticato per rapporto a quello dell'apparecchio, avrebbero potuto accrescere del doppio la potenza dell'apparecchio motore, pur disponendo della stessa forza ascensionale, e la pressione del vento crescendo presso a poco come il quadrato della velocità, l'areostato avrebbe potuto resistere immobile anche contro un vento di 4 metri.

Ad ogni modo come l'esperimento che il Tissandier aveva fatto in gabinetto servì a predisporre il primo esperimento di areostato elettrico nell'aria libera, è indubitato che i risultati da questi ottenuti sono tali da confermare le speranze del Tissandier di potere con un areostato di volume triplo, ossia di 3000 metri cubi stazionare nell'aria contro un vento della velocità di 7 metri. Ne sarà d'uopo infine ricorrere a dimensioni esagerate ed impraticabili per ottenere un areostato capace di resistere al soffio ordinario dei venti marini aventi la velocità di 10 ad 11 metri al minuto secondo.

Certamente che l'ottenere una determinata direzione in atmosfera perfettamente calma, od una deviazione dalla linea del vento, quando essa è agitata, non è che una soluzione molto incompleta della navigazione aerea. Ma essa sarà ad ogni modo un primo passo il quale potrà servire d'aiuto per tentarne utilmente degli altri. Essendochè finora almeno non sono ancora comparsi, nè sembrano di prossima apparizione quei motori potenti e leggeri con cui viaggiare liberamente per l'atmosfera mediante un apparecchio più pesante dell'aria, con cui realizzare il sogno della macchina che vola.

G. S.

(*) G. SACHERI, *Le Costruzioni Moderne all'Esposizione Universale di Parigi del 1878.*

BIBLIOGRAFIA

I.

La foto-topografia. Note di Pio Paganini, ingegnere nel R. Istituto topografico militare incaricato dei lavori di foto-topografia. — Op. in-8°, di pagine 29, con due tavole litogr. — Roma, 1881.

II.

Sul rilevamento architettonico coll'uso della fotografia. Memoria dell'ingegnere G. G. Ferria. — Op. in-4°, di pagine 6, con 4 tavole. — Torino, 1883.

Già da qualche tempo volevamo e dovevamo tener parola di queste due pubblicazioni, e del ritardo, ben s'intende, involontario, chiediamo venia agli Autori ed al lettore. La prima è un estratto dal Bollettino della Società geografica italiana, la seconda un estratto dagli Atti della Società degli Ingegneri di Torino.

1. — Nella prima l'egregio ing. Pio Paganini, incaricato dal R. Istituto topografico militare di Firenze dei lavori di fotografia applicata al rilevamento dei terreni, incomincia con un po' di storia della foto-topografia, ossia accenna alle sue origini, alle occasioni che ne promossero l'esperimento, alle circostanze che ne suggerirono e ne perfezionarono l'uso. Dichiara che in montagna è di gran lunga meno costoso e meno fallace questo metodo di rilevamento che non qualunque altro, e che esso ha il vantaggio di somministrare delle vedute panoramiche, le quali valgono ad illustrare opportunamente i piani, rendendone vieppiù chiara ed esatta l'interpretazione.

Le quali considerazioni tutte, ch'egli ebbe agio di fare ponendole a riscontro coi risultati di lungo esercizio, lo inducono a ritenere che il metodo di rilevamento foto-topografico sia da preferirsi a qualunque dei metodi prima conosciuti, nei casi seguenti:

1° Nel rilevamento di terreni difficili, dove coi metodi ordinari mancherebbe il controllo;

2° Quando si vogliono riportare schizzi topografici o vedute incontrate nei grandi viaggi scientifici, nelle esplorazioni di terreni nemici, di luoghi malsani, e nelle ricognizioni militari;

3° Per le navi da guerra o nelle esplorazioni marittime, quando si vogliono conservar vedute e schizzi topografici od idrografici di coste nemiche o sconosciute.

Duplica è il problema che si propone di risolvere la foto-topografia: 1° Formare il piano topografico di una località; 2° Determinare l'altimetria di quanti punti si vogliono di essa.

L'Autore della memoria considera partitamente i due casi, e svolge una serie di considerazioni scientifiche per ciascuno di essi.

Da cui risulta che uno strumento che si presti ad un rilevamento foto-topografico, deve soddisfare a diverse condizioni: 1° Deve somministrare una fotografia che si possa ritenere come una *proiezione centrale*; 2° Deve permettere una scrupolosa misura della distanza del punto di vista dal piano della fotografia; 3° Deve permettere una scrupolosa misura dell'orientamento e dell'inclinazione dell'istruimento. Finalmente deve essere un apparecchio solido, di facile trasporto e di uso facile e spedito.

L'Autore spiega in qual maniera si raggiungano tutti questi requisiti, adottando l'obiettivo aplanatico di Steinheil, collegando la camera oscura opportunamente ad un teodolite, applicando un apposito congegno per determinare la distanza del punto di vista dal piano della fotografia, e seguendo quelle norme pratiche nei lavori di campagna ch'egli insegna.

Dalla lettura della dotta memoria dell'ingegnere Paganini, la quale raggiunge l'ideale di una vera guida pratica per l'operatore, non si può a meno che venire alla conclusione che l'applicazione della fotografia alla topografia possa rendere in parecchi casi utilissimi servizi, quando, ben inteso, se ne sappia limitare l'impiego ai casi speciali in cui essa è utile, quando si ricorra ai notevoli progressi nell'ottica fotografica e nella fotografia di campagna in questi ultimi anni ottenuti, e si seguano le norme così bene accennate in questa memoria dall'egregio ingegnere Paganini, al quale è segnatamente dovuto se la foto-topografia è entrata presso la Direzione dell'Istituto topografico militare nel campo pratico.

All'opuscolo è annesso in una tavola il rilievo foto-topografico della serra dell'Argentera (la cresta più elevata delle Alpi Marittime) nella scala di 1:25000; ed in esso sono segnate le stazioni panoramiche nell'ordine con cui furono eseguite, nonchè i punti determinati direttamente con misure d'angoli, come occorrenti alla determinazione degli elementi delle stazioni e dei panorami. Trovansi inoltre disegnate le curve di livello direttrici di 50 in 50 metri, e quelle intermedie di 10 in 10 metri.

2. — L'ingegnere G. G. Ferria, assistente nella R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri di Torino, nella memoria su citata si propone a sua volta di far vedere come la camera oscura, convenientemente adoperata, sia uno strumento preziosissimo nei rilevamenti architettonici, e descrive il metodo con cui si può dalle fotografie dedurre le distanze fra due punti e quindi le dimensioni relative degli oggetti.

Ed a rendere più evidente la soluzione del propositosi problema, l'egregio ingegnere aggiunge due applicazioni: la prima che ha per oggetto il rilevamento di un piedestallo, applicazione questa che a parte la speditezza maggiore delle operazioni geometriche, presenta le stesse particolarità a cui può dare luogo il rilevamento di una facciata; la seconda, con cui l'Autore intende far meglio vedere dove il procedimento del rilievo fotografico può essere di maggiore utilità, ha per iscopo di determinare dalla fotografia la sezione retta d'un'arcata (ellittica) del nuovo ponte sul Po presso il Valentino (a 4 arcate di 24 metri di corda, e m. 10,60 di saetta), della quale opera fu dato, non è gran tempo, il disegno nell'*Ingegneria civile*.

G. S.

III.

Le perforazioni del suolo per la ricerca d'acque salienti, e per esplorazioni minerarie, per A. Bonariva, Ingegnere, Direttore tecnico della prima Società italiana impresaria di perforazioni artesiane. — Op. in-4° di pag. 70 con tavole. — 2ª edizione. Bologna, 1883. — Prezzo L. 5.

Se vi hanno in Italia molte città e paesi troppo scarsamente provvisti di buone acque potabili, scarseggiavano pure per lo innanzi Società ed imprese le quali venissero in aiuto a' Municipi ed ai privati nelle opportune ricerche, favorendone la iniziativa, somministrando il materiale necessario e la mano d'opera occorrenti alle esplorazioni od alla esecuzione dei lavori, dando così sotto forma concreta di risultati, di prove, di studi e di preventivi materia a discussioni ed a deliberazioni utili ed efficaci più che non diano le splendide idee astratte e le vaghe aspirazioni.

La pubblicazione che ci sta sott'occhi è destinata a chiamare l'attenzione del pubblico su di una Società industriale costituitasi in Bologna, la quale ha per titolo: Prima Società italiana impresaria di perforazioni del suolo; la quale ha per iscopo la ricerca di acque zampillanti, le esplorazioni geologiche o minerarie, e che infine avendo officina propria e deposito di apparecchi e utensili per qualsiasi lavoro di perforazione del suolo, può anche dare a nolo il materiale.

L'ing. Bonariva incomincia naturalmente a discorrere della utilità delle perforazioni del suolo, richiamando dalla storia come le favorevolissime condizioni dei terreni compresi in una vasta zona del Modenese assicurasse alla brevissima profondità di 15 o 16 metri al più dal suolo il pieno successo dei *Pozzi Modenesi*, denominati più tardi *pozzi artesiani*, perchè codest'arte dei pozzi trivellati, portata in Francia sotto il re Luigi XIV dal nostro matematico Domenico Cassini, prese a particolarmente fiore nella Contea di Artois.

Ma se facilissima riesce l'opera del fontaniere che colla trivella a pochi metri di profondità va ad incontrare una sorgente saliente, è invece molto difficile e richiede sistemi meccanici complessi, ed appropriati alla natura differentissima dei terreni, la esecuzione di perforazioni a grandi profondità, sovente superiori ai 100 metri.

Codest'arte speciale di trivellare il suolo a grandi profondità fece il suo vero progresso in questo secolo, ma non in Italia, bensì in Germania, nel Belgio, in Francia, in Inghilterra, e più che altrove in America, la quale deve alle trivellazioni profonde del suolo la scoperta dei suoi grandi giacimenti di petrolio e l'immensa loro produttività. I lavori di trivella propriamente detti non soddisfacevano gli Americani; in Pensilvania sperimentarono essi che il lavoro a corda (sistema cinese), opportunamente modificato e perfezionato, adattavasi benissimo alle perforazioni nelle rocce arenarie devoniane, in cui non occorreva la tubazione, ed erasi constatato trovarsi sempre il minerale a profondità fra i 120 e i 180 metri.

Dopo la scoperta del petrolio di Pensilvania, anche al Canada incominciarono le esplorazioni del sottosuolo; ma per la diversa natura dei terreni da attraversarsi il sistema a corda di Pensilvania non riuscì applicabile, e fu modificato sostituendo alla corda le aste rigide in legno frassino, e proteggendo le pareti del foro praticato con tubi di ferro vuoto, congiunti a vite.

L'ing. Bonariva avendo presenziato a diverse lavorazioni fattesi in Italia da abili ingegneri americani, sia col sistema a corda, sia col sistema canadese, e conoscendone bene i vantaggi e gli inconvenienti, ebbe campo di studiare importanti modificazioni ai sistemi predetti onde ovviare alle difficoltà che presenta la loro applicazione nei nostri terreni sciolti e disgregati, tanto del Subappennino, quanto dell'epoca quaternaria; e nel libro di cui parliamo, dopo avere brevemente discusso delle condizioni necessarie e dei doveri d'un direttore tecnico di perforazioni del suolo, ed avere chiarita la natura dei lavori che la Società da lui diretta assume ed i diversi modi di contratti, descrive con molte figure il proprio sistema e termina con un catalogo estesissimo di prezzi di tutti gli apparecchi ed utensili occorrenti ai diversi sistemi finora conosciuti di perforazioni di pozzi, come il sistema Northon, la trivella Modenese, il sistema a percussione con scappamento a caduta libera, quello a corda, e quello ad aste rigide, ed infine il proprio sistema, pure a percussione, con aste rigide e col quale si ripromette di raggiungere senza difficoltà le profondità di 300 metri.

G. S.