ANNO XXI. Torino, Marzo 1895 NUM. 3.

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

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

MECCANICA APPLICATA

SULL'APPLICAZIONE DI UN APPARECCHIO REGISTRATORE AD UN FRENO DINAMOMETRICO

(Vedi Tavola III)

La misura del lavoro meccanico disponibile sopra di un albero generalmente si compie coll'impiego di un freno dinamometrico.

Durante l'esperienza la resistenza di attrito che svolgendosi tra il collare e la puleggia del freno consuma il lavoro motore, varia, si può dire, continuamente ancorchè il lavoro resti costante. Ciò dipende dallo stato delle superfici a contatto della puleggia e del collare, dal modo col quale effettuasi la lubrificazione di dette superfici, dal cambiamento di temperatura che soffre la puleggia, pur essendo il freno a circolazione di acqua fredda e dal consumo del collare.

Per mantenere il freno in equilibrio debbonsi quindi durante la prova manovrare convenientemente le viti del collare.

Per evitare la manovra a mano si sono ideati dei freni automatici, quali il *Cadiat*, l'*Amos*, ecc. e quello assai ingegnoso recentemente costrutto dall'ingegnere professore G. Ponzio (1).

Ma sia il freno ordinario, o sia automatico, mai si tenne conto delle variazioni che durante l'esperienza subisce l'attrito, le quali producono oscillazioni del braccio del freno e variazioni nel valore della forza che devesi applicare all'estremo del braccio medesimo per mantenerlo in equilibrio.

Le variazioni dell'attrito vennero infatti sempre corrette nel minor tempo possibile od a mano od automaticamente ed il lavoro sempre si calcolò colla formola:

$$L_m^{cav.} = 0{,}0013963\ a.\ N.\ P.$$

dove a è la lunghezza del braccio del freno, N il numero dei giri dati dall'albero al minuto primo, e P il valore ritenuto costante, della forza applicata all'estremo del braccio.

Per quanto abile sia il meccanico incaricato della manovra di un freno ordinario, per quanto pronta sia l'azione di un freno automatico, il braccio del freno subirà sempre durante un'esperienza delle oscillazioni, poichè non si potrà mai ristabilire istantaneamente l'equilibrio turbato da variazioni della resistenza di attrito fra il collare e la puleggia; e queste variazioni, sebbene di breve durata, influiscono sulla determinazione del lavoro motore in modo tanto più sensibile quanto minore è il lavoro a misurarsi e maggiore la velocità dell'albero su cui operasi.

*

Possedendo la Scuola d'applicazione per gli Ingegneri in Torino una piccola turbina Weibel-Briquet ad asse orizzontale (fig. 1 e 2, Tav. III), per la quale la velocità media di regime è di 865 giri al minuto primo, ed il lavoro effettivo di circa cav. 1 1|3 e volendo i sottoscritti valutare il rendimento di tal motore, vi applicarono un freno dinamometrico già posseduto dalla Scuola stessa.

È questo un piccolo freno ordinario di Prony (fig. 3) senza circolazione d'acqua, che nel caso attuale non è necessaria stante la piccola forza del motore.

La puleggia fusa in un sol pezzo ha il diametro di mm. 74, mentre quello dell'albero della turbina è di mm. 35. Detta puleggia è munita di bordi circolari del diametro di mm. 96, destinati a trattenere il collare. Questo è costituito da due mascelle di legno che per mezzo di chiavarde v, v' si possono più o meno serrare a mano contro la puleggia.

Le mascelle sono provviste esternamente di pezzi metallici a, a' foggiati a superfici curve ed aventi per scopo di coprire la puleggia ed evitare così le proiezioni del liquido lubrificante.

La lubrificazione delle superfici a contatto si compie da appositi fori praticati nella parte superiore del collare.

Formano un sol corpo colla mascella inferiore due braccia eguali in forma e lunghezza, alle cui estremità per mezzo di ganci si possono applicare dei pesi.

Montato il freno sull'albero della turbina si riconobbe tosto l'impossibilità di frenarla convenientemente perchè essendo piccolissimo lo sforzo all'uopo necessario, dato il piccolo lavoro e la grandissima velocità, ne risultava che per quanta precauzione si impiegasse nello stringere le viti del freno, la variazione della pressione così prodotta avveniva troppo bruscamente.

Inoltre si notò che nel manovrare i dadi delle viti si esercitava inevitabilmente colla mano una pressione la quale non essendo diretta sull'asse di rotazione influiva sull'equilibrio del freno.

Per ovviare contemporaneamente a questi due inconvenienti i sottoscritti modificarono il freno nel modo indicato dalla fig. 4.

Sotto le rosette dei dadi d, d' delle chiavarde v, v' si dispose un organo flessibile, e cioè una molla m incurvata nella parte centrale. In corrispondenza del piano verticale passante per l'asse dell'albero la molla presenta una chiocciola attraversata da una vite V di piccolissimo passo e munita di volantino W. Questa vite preme col suo estremo inferiore sulla faccia piana della mascella superiore. Onde la molla possa liberamente inflettersi sotto l'azione della vite V, si praticarono a' suoi estremi dei fori allungati per dar passaggio alle chiavarde v, v', identici a quelli che presentano le rosette sottostanti ai dadi d, d'.

I dadi d, d' vengono serrati in modo conveniente prima di cominciare l'esperienza. Durante la frenatura per mantenere in equilibrio il freno si fa girare il solo volantino W, il quale grazie all'interposizione della molla m sufficientemente elastica, deve fare parecchi giri per produrre un aumento di pressione eguale a quello generato da un piccolissimo movimento dei dadi d, d' prima della modificazione introdotta. Così riesce assai più facile graduare la pressione.

(1) Ing. G. PONZIO. *Una nuova forma di freno automatico.* — *Il Politecnico.* — Milano, 1894.

Inoltre essendo la vite V contenuta nel piano verticale passante per l'asse di rotazione, la pressione esercitata su di essa colla mano non disturba l'equilibrio del freno.

La manovra del freno così modificato riuscì assai facile e tranquilla.

*

Con tutto ciò però il freno subiva durante l'esperienza delle oscillazioni impossibili ad evitarsi con qualsiasi apparecchio congenere e dipendenti dalle cause accennate in principio di questo scritto.

Queste oscillazioni corrispondevano a variazioni nella forza d'attrito piccole in sè, ma non trascurabili relativamente al valore del peso applicato all'estremità del braccio del freno, per cui riusciva ancora incerta la misura del lavoro.

Nacque quindi nei sottoscritti l'idea di applicare al freno un apparecchio registratore il quale registrasse le accennate variazioni e desse così il mezzo di tenerne conto. Questo apparecchio registratore ha per scopo di fornire un diagramma dal quale si possa ricavare la variazione media che la forza applicata al freno, e destinata a mantenerlo in equilibrio, subisce durante l'esperienza a causa delle variazioni della resistenza di attrito svolgentesi tra il collare e la puleggia. Esso venne costituito nel modo che qui indichiamo (fig. 5-6).

Apposito sopporto S fisso al basamento in muratura della turbina sostiene l'apparecchio registratore. La forma della sua intelaiatura I rilevasi dalle figure ora indicate.

Questa intelaiatura porta un alberetto orizzontale A che per mezzo della puleggia B che vi è solidale, di altra puleggia C applicata all'albero del motore e di un cingolo D può ricevere il movimento dalla turbina stessa.

Detto albero A è munito di una vite perpetua E imboccante con una ruota calettata sopra di un albero verticale F e sostenuto dalla medesima intelaiatura I.

All'albero F è fisso un rullo a superficie striata G. Questo rullo poggia contro un cilindro H pure ad asse verticale e sostenuto ancora dall'intelaiatura I dell'apparecchio. Su detto cilindro si avvolge una striscia di carta sulla quale devesi disegnare il diagramma.

Con tale disposizione il movimento della turbina viene trasmesso con rapporto conveniente delle velocità al rullo G ed in virtù dell'aderenza provocata da apposita molla tra questo rullo e la carta, il cilindro H assume anch'esso un moto rotatorio attorno al suo asse, e la striscia di carta vi si svolge con una velocità che si può ritenere stia in rapporto costante con quella della motrice.

Con un semplice meccanismo K di innesto a molla può stabilirsi o togliersi nell'istante voluto l'imbocco della vite perpetua colla ruota, e così porre in moto od arrestare istantaneamente la striscia di carta durante il movimento della motrice.

Ad un braccio L ripiegato superiormente ad angolo retto e solidale al supporto S è fissa per un estremo una molla rettilinea M munita all'altro estremo di un coltello di bilancia. Su questo coltello poggia un bilico cui è attaccata una asticciuola metallica N flessibile che con un altro coltello di bilancia sostiene un porta-matita O a molla, fisso per mezzo di apposito sopporto s all'estremo di uno dei bracci del freno e disposto col suo asse normalmente al braccio predetto.

La punta della matita deve poggiare contro la striscia di carta e quando il freno ha l'asse comune ai suoi bracci orizzontale, detta punta deve trovarsi nel piano orizzontale passante per l'asse dell'albero del motore.

Una seconda matita O′ fissa all'intelaiatura dell'apparecchio registratore serve a segnare la base del diagramma.

All'altro braccio del freno coll'intermezzo del sopporto s' identico a quello s del porta-matita O, è attaccato un filo cui devesi applicare un peso fisso P di poco inferiore alla forza occorrente a mantenere in equilibrio il freno stesso. Il punto d'attacco di questo filo e la punta della matita O trovansi ad eguale distanza ($a =$ m. 0,48) dal centro del freno.

Notiamo tosto che il freno quando ha i suoi bracci muniti dei soli sopporti s, s' ha il baricentro sull'asse di rotazione e quindi è perfettamente equilibrato.

Se pertanto, mentre si frena l'albero della motrice, si pone in movimento la striscia di carta, la matita solidale al braccio del freno, la quale nel caso in cui questo si mantenesse coll'asse dei bracci sempre orizzontale, segnerebbe una retta sulla striscia di carta, in causa delle oscillazioni che il freno subisce col variare dell'attrito svolgentesi tra il suo collare e la puleggia, segna una linea ondulata le ordinate dei cui punti, valutate per rispetto alla linea di base, sono proporzionali alle flessioni che soffre la molla M e quindi alla forza variabile che deve essere aggiunta al peso applicato all'altro braccio del freno per mantenere il freno stesso durante l'esperienza perfettamente equilibrato.

Il coefficiente di proporzionalità è quello di flessione della molla, vale a dire lo sforzo che si deve applicare all'estremo di questa per spostarne l'estremo medesimo dalla posizione normale di una determinata quantità.

Tale coefficiente, che indicheremo con α, per la molla da noi impiegata si trovò sperimentalmente di Chg. 0,0244 per ogni millimetro di spostamento dell'estremo della molla, e costante per flessioni anche maggiori di quella massima subita durante la misura del lavoro.

Per misurare il lavoro disponibile sull'albero della motrice impiegando l'apparecchio descritto si procede nel modo seguente:

Si applica al braccio del freno sito dalla parte opposta dell'apparecchio registratore e per mezzo di funicella, un peso fisso alquanto inferiore a quello corrispondente al lavoro a misurarsi colla velocità di regime dell'albero. Sia P tale peso (comprendendovi anche il peso della funicella e del gancio cui essa è unita).

Attaccata alla molla M unicamente l'asticciuola N col relativo bilico superiore e coltello di bilancia inferiore, essa subisce una certa flessione corrispondentemente alla quale la punta della matita O solidale al freno, che non deve in tal caso menomamente gravare sulla molla M pur toccando col bilico del porta-matita O il coltello inferiore dell'asticciuola N, trovasi in un determinato punto p (fig. 7) della striscia di carta. Sull'orizzontale passante per tal punto dev'essere collocato l'estremo della matita O′ fissa all'apparecchio registratore e destinata a segnare sulla striscia di carta la base $p\,q$ del diagramma.

Regolando convenientemente la lunghezza dell'asticciuola N si può ottenere che la matita O′ venga a trovarsi alquanto al disopra del piano orizzontale passante per l'asse dell'albero motore, cosicchè quando durante la frenatura si cercherà di mantenere orizzontali i bracci del freno la matita O abbia a descrivere un diagramma posto tutto da una stessa parte della base. E ciò essenzialmente allo scopo di avere la molla inflessa sempre nello stesso senso sia per aumenti che per diminuzioni della resistenza di attrito per rispetto al suo valore medio.

Notiamo che per poter disporre a conveniente altezza la striscia di carta, il sopporto S di tutto l'apparecchio registratore può spostarsi in direzione verticale, essendo i fori dei bolloni di fissazione oblunghi, e fissarsi quindi all'altezza voluta.

Si pone in seguito in movimento il motore frenandone l'albero colla manovra della vite V.

In un dato istante del regime della motrice si metterà in movimento la striscia di carta e la si arresterà dopo un certo tempo.

Si ricaverà così dall'apparecchio un diagramma $p'q'$, le cui ordinate sono proporzionali alle variazioni che avrebbe dovuto subire durante l'esperienza la forza applicata al freno per mantenerlo in equilibrio. Ed attesochè le ascisse sono proporzionali ai tempi, l'ordinata media della linea $p'q'$ data dal rapporto:

$$\frac{\Omega}{\lambda}$$

dove Ω è l'area della figura $p\,p'\,q\,q'$ e λ la lunghezza della base $p\,q$, sarà proporzionale allo sforzo medio esercitato dalla molla M durante l'esperienza.

Il valore di questo sforzo medio sarà:

$$\alpha\,\frac{\Omega}{\lambda}$$

Indicando quindi con P' la differenza tra il peso P e quello del porta-matita O e relativi viti di attacco, il peso da introdursi nella formola che serve a determinare il lavoro motore L_m è:

$$P' + \alpha\,\frac{\Omega}{\lambda} = P''$$

per cui:

$$L_m^{cav.} = 0{,}0013963\,.\,a\,.\,N\,.\,P''$$

Il valore di L_m così ottenuto non riesce più affetto dagli errori dipendenti dalle oscillazioni del freno.

Osserviamo che pel freno da noi impiegato non adottammo la nota disposizione della guida circolare all'estremo del braccio onde mantenere costante il braccio di leva del peso P, pel fatto che l'errore prodotto nella valutazione del lavoro dalle variazioni del braccio di leva predetto in causa delle piccole oscillazioni che il freno subiva, non raggiungeva il 0,025 %, errore questo affatto trascurabile.

Nel caso in cui le oscillazioni fossero di maggior ampiezza, si potrebbe ricorrere alla guida circolare, come è rappresentato in fig. 8, avvertendo che guida analoga dovrebbesi adottare dalla parte dell'apparecchio registratore onde mantenere pure costante il braccio di leva dello sforzo esercitato dalla molla.

In tal caso all'asticciuola metallica N dovrebbesi sostituire un filo flessibile attaccato all'estremo inferiore della guida e superiormente alla molla M.

Ma notiamo però che mai, si può dire, sarà il caso di ricorrere alle guide accennate pel fatto che la molla ha per effetto di rendere più stabile il freno e limitarne le oscillazioni inquantochè gli spostamenti del freno producono automaticamente la flessione della molla e quindi le variazioni della forza destinata a far equilibrio all'attrito.

Il freno con apparecchio registratore da noi ideato rientra perciò nella categoria dei freni automatici in cui (come in quello *Cadiat*) si fa variare automaticamente la forza destinata a far equilibrio a quella di attrito.

Si osservi che se nel caso di motrici in cui il lavoro motore si mantiene costante sono teoricamente più razionali quei freni che tendono a mantenere costante la forza d'attrito, perchè così si mantiene pure costante la velocità, praticamente sotto questo rapporto la differenza scompare quando non si lasci agire il freno in modo assolutamente automatico, ma si manovrino convenientemente le viti come fu sopra indicato.

L'automaticità serve così solo a completare ciò che non riesce alla mano del frenatore, e l'inerzia fa sì che alle variazioni nel lavoro resistente corrispondano variazioni nella velocità affatto trascurabili per l'influenza che esse possono esercitare sul rendimento del motore, massime se questo è munito di volante, come era appunto nel caso nostro.

*

Varie sono le esperienze che noi abbiamo instituite col freno e coll'apparecchio registratore indicati onde determinare il massimo rendimento della turbina *Weibel-Briquet*, funzionante a completa introduzione d'acqua (*).

Nella fig. 7 della tavola annessa è riportato il diagramma ottenuto coll'apparecchio registratore corrispondentemente alla velocità di 865 giri al primo dell'albero e per la quale velocità il coefficiente di effetto utile del motore risultò massimo.

Nello specchio seguente sono indicati tutti i risultati ottenuti:

Peso fisso	P = Cg. 2,4
Peso ridotto	P' = Cg. 2,123
Area del diagramma	Ω = cm² 19,50
Base » »	λ = cm. 23,10
Ordinata media del diagramma	$\frac{\Omega}{\lambda}$ = mm. 8,44
Sforzo medio	$\alpha\frac{\Omega}{\lambda}$ = Cg. 0,206
Peso totale.	P'' = Cg. 2,329
Giri dell'albero al minuto primo	N = 865
Lavoro misurato al freno . .	Cg. m. 101,25
Lavoro consumato dall'attrito nei perni dell'albero e dovuto al peso del freno	Cg. m. 1,8
Lavoro totale effettivo . . .	Cg. m. 103,05 = cav. 1,37
Carico utilizzato dalla turbina .	m. 53
Volume d'acqua smaltito dal motore al minuto secondo .	litri 3,88
Lavoro teorico	Cg. m. 205,64 = cav. 2,74
Coefficiente di rendimento . .	μ = 0,50

È questo il coefficiente di effetto utile che generalmente si può conseguire con motori del genere di quello sul quale si sperimentò.

*

Ritengono i sottoscritti che l'apparecchio registratore riuscirà assai utile in tutti i casi simili a quello speciale indicato, in tutti quei casi cioè nei quali il lavoro da misurare sia molto piccolo, e molto grande la velocità di rotazione.

Essi sono inoltre d'avviso che l'apparecchio registratore potrà tornare molte volte vantaggioso anche nelle misure di grandi lavori con qualsiasi freno, cui sempre si potrà applicare adottando una molla più resistente ad elica od a balestra.

Torino, gennaio 1895.

Ing. S. Cappa.
» G. Bolzon.

(*) Il distributore (fig. 2) di questa turbina ha una sola luce di efflusso.

IDRAULICA PRATICA

SAGGIO DI UNA TEORIA SUI COEFFICIENTI DI CONTRAZIONE E DI EFFLUSSO NELLE BOCCHE A BATTENTE

per l'Ing. PIETRO ALIBRANDI

(Continuazione e fine)

CONCLUSIONE.

Sarà qui utile dare un rapido sguardo retrospettivo ai risultati principali ottenuti nel corso di questo lavoro.

Noi abbiamo esordito nelle nostre ricerche considerando uno dei casi più semplici, cioè una bocca A circolare: a traverso il fascio dei filetti liquidi concorrenti all'uscita abbiamo immaginato condotta la superficie che tagliandoli tutti ad angoli retti passa pel perimetro di A. Mediante il teorema delle quantità di moto e delle impulsioni proiettate abbiamo quindi trovato la relazione che deve correre fra lo sviluppo ω della suddetta superficie, l'area A della bocca e quella Ω della sezione contratta. In questa relazione però figurava la variabile principale ω e più precisamente il rapporto $\frac{\omega}{A} = \sqrt{\alpha}$ quantità incognita che occorreva determinare per altra via.

Fu da noi invocato a quest'uopo il teorema della minima azione dal quale apprendemmo che la superficie ω doveva esser tale che la distanza del suo centro di gravità dal piano di A fosse un massimo.

Si è così ottenuta l'equazione della curva generatrice, la quale esattamente integrabile per A rettangolare di lunghezza indefinita, oppure di lunghezza finita, ma terminante a due pareti opposte del serbatoio, non è però tale per A circolare. Tuttavia abbiamo visto che la curva può in molti casi, tra i quali quello che A sia scolpita in parete piana, riguardarsi senza notabile errore come una catenaria. Così l'incognita ω od α viene sostituita da un'altra, cioè dall'angolo θ col quale la catenaria taglia il piano di A. Ora quest'angolo, come uguale a quello formato con l'asse di A dalle traiettorie nei punti di radenza con l'orlo è facilmente determinabile se le molecole vi sono determinate all'uscita per parte del liquido retrostante da impulsi uguali in tutti i sensi. Abbiamo visto allora potersi ritenere $\theta = \frac{\beta}{2}$ essendo β l'angolo che misura lo svasamento della bocca. La condizione $\theta =$ costante su tutti i punti del perimetro caratterizza la contrazione uniforme. In tal modo siamo pervenuti al risultato che sotto forti carichi i coefficienti di contrazione per la bocca circolare e per la rettangolare indefinita in parete piana sono rispettivamente i numeri 0,643 e 0,679. Dietro dati sperimentali, stabilito poi che gli attriti consumano all'incirca i 0,08 del carico centrale, abbiamo ricavato pei coefficienti d'efflusso corrispondenti 0,617 e 0,652 numeri confermati dall'esperienza in molti casi.

Dal valore di α relativo alla bocca rettangolare indefinita siamo passati a determinarlo approssimativamente e quindi a determinare il coefficiente di contrazione e di efflusso per la bocca rettangolare di dimensioni finite, ed abbiamo visto che per la quadrata si può ritenere α ugualeall'analoga quantità ottenuta per la bocca circolare.

La considerazione dei casi nei quali il carico non può riguardarsi come infinitamente grande, ci ha portato alla conclusione che k e μ debbono crescere inversamente al carico, ossia che i massimi coefficienti rispondono ai minimi carichi, almeno finchè il volume della vena contratta supera un certo valore.

Se non che, passando dopo in rassegna le diverse serie di coefficienti di contrazione e di efflusso possedute oggidì dall'idraulica, abbiamo osservato che non solo questi mostrano di variare al variare della bocca e del carico centrale, ma che inoltre, per casi apparentemente fra loro identici, si è ottenuto più di un risultato e che le differenze fra l'uno e l'altro sono tali da non potersi seriamente attribuire ad errori di osservazione: di più che i nostri risultati teorici vanno bastantemente d'accordo coi massimi degli sperimentali relativi ai singoli casi considerati e con quelli ottenuti da serbatoi i quali non vengano alimentati da una vena qualunque, ma che invece siano lasciati semplicemente esaurirsi. Così operando fu che Bidone trovò $\mu = 0{,}619$ e $\mu = 0{,}651$ rispettivamente per una bocca quadrata a contrazione totale e per una a contrazione soppressa su due lati opposti (*). Al contrario per efflussi aventi luogo da serbatoi di quell'altra specie le nostre formole dànno generalmente risultati errati più o meno leggermente in eccesso.

E qui avremmo dovuto arrestarci senza poter giustificare con solide prove alcuna ipotesi sulla vera cagione delle differenze fra i diversi risultati, se non ci avessero opportunamente messo in guardia, sull'ammissibilità per tutti i casi indistintamente dell'ipotesi fondamentale, alcune esperienze di Poncelet e Lesbros.

Se noi supponiamo che una molecola liquida di massa m parta senza velocità iniziale dal livello supremo discendendo per l'azione della gravità fino ad attraversare la sezione contratta in un punto e_0 situato alla profondità ζ sotto il livello medesimo, il lavoro fatto in questo tragitto dalla gravità sarà $m\,g\,\zeta$, e dovendo esso eguagliare la semi-forza viva $\frac{m\,V^2}{2}$ posseduta da m in e_0, otterremo per la velocità incognita V il valore $V = \sqrt{2\,g\,\zeta}$.

Questo ben noto risultato costituisce il teorema di Torricelli. Ora le esperienze sopra accennate provano incontestabilmente aversi talora $V = \gamma\sqrt{2\,g\,\zeta}$ dove $\gamma > 1$. Se ben si rifletta, questa disuguaglianza non include verun assurdo, perchè se non è zero l'altezza c della caduta alimentatrice del serbatoio, come accadeva nelle citate esperienze, la massa liquida sottoposta alla caduta viene ad assorbire in ogni unità di tempo un lavoro $\varpi\,Q\,c$ che niente prova dover venire *tutto* trasformato in movimento termico. Sicchè la molecola m giunta in e_0 può possedere una $m\,V^2$ effettiva maggiore di $2\,m\,g\,\zeta$, quale sarebbe quella dovuta unicamente alla propria caduta da un'altezza ζ. In tal guisa la velocità media V_m verificantesi in Ω può, senza contrasto, date le opportune condizioni, assumere un certo valore maggiore del torricelliano.

Tuttavia, al contrario di quanto parrebbe dover succedere, si verifica in tal caso che il coefficiente di efflusso, che val quanto dire la portata Q, risulta minore di quella che avrebbe luogo per $\gamma = 1$. Per ispiegare un tal paradosso noi abbiamo emesso una ipotesi la cui conseguenza si è che l'eccesso di velocità su quella avente luogo nell'efflusso normale venga comunicata dalla caduta d'alimentazione al fascio di filetti componenti il *gorgo di Bernouilli* per mezzo di un'azione tangenziale del liquido che lo inviluppa; sicchè la distribuzione delle velocità nella massa del gorgo stesso e quindi anche nel suo prolungamento, la vena contratta, deve seguire una scala decrescente a partire dagli strati più esterni e procedendo verso i più interni. In fondo noi ritorniamo alla conseguenza di Lesbros (che peraltro egli si contentò solo di enunciare) modificandola; mentre egli suppone un nucleo centrale dotato di maggior velocità, noi riputiamo invece che sia l'involucro, per dir così, del nucleo la sede delle velocità maggiori. In tal modo i filetti perimetrali della vena contratta escono più convergenti che non nel caso normale, ossia diviene $\theta > \frac{\beta}{2}$, il che porta una diminuzione nell'area Ω ossia nel k, attesa la relazione che lega questa quantità con θ.

Il maggior valore della V_m è ordinariamente troppo piccolo per ricondurre il prodotto $\Omega\,V_m$, ossia la portata, al valore normale. Che poi nelle esperienze sopra invocate l'essere $V_m > \sqrt{2g\,H}$ si dovesse alla forza viva della caduta alimentatrice, viene confermato dal fatto che interponendo un tramezzo a monte dello sbocco A il coefficiente cresceva; conseguenza perfettamente conforme alla nostra teoria, giacchè

(*) PONCELET et LESBROS, op. cit., pag. 21 e 22.

allora una più grande porzione della semi-forza viva $\varpi Q c$ restando distrutta dalle resistenze interne, la distribuzione delle velocità nel gorgo tendeva ad avvicinarsi all'uniformità e quindi θ e insieme con essa k al valore normale.

È perciò che nei serbatoi alimentati i coefficienti oltre che dalla specie, dalla forma e dalle dimensioni della bocca e dall'altezza del carico debbono dipendere da una quantità di altre circostanze, come l'altezza della caduta alimentatrice, la vicinanza più o meno grande fra questa e la bocca A, la forma, la grandezza e la disposizione speciale del serbatoio, la presenza o l'assenza di ostacoli più o meno numerosi interposti fra la caduta e la bocca. Nessuna maraviglia quindi che le diverse serie di esperienze non diano risultati pienamente concordi; anzi che nella stessa serie non apparisca alcuna ben determinata e regolare legge di variazione del coefficiente μ con le variabili meno controverse, quali sono la bocca, con tutte le circostanze che ne stabiliscono la geometrica individualità, ed il carico centrale. L'unico mezzo per render comparabili le esperienze fra di loro ed avere risultati costanti per una data bocca ed un dato carico si è, a parer nostro, oltre le ordinarie precauzioni di dare al serbatoio grandi dimensioni, conservare le debite distanze fra gli orli di A e le pareti, ecc., si è, ripetiamo, di ottenere possibilmente la completa estinzione della semi-forza viva $\varpi Q c$. Basandoci, più che altro, sulle poche ma eloquenti prove di fatto che militano in favore di tale giudizio, non dubitiamo asserire che si otterranno allora coefficienti se non rigorosamente uguali, almeno molto prossimi ai valori normali da noi ricavati con la teoria. Diciamo *almeno molto prossimi*, giacchè sarebbe leggerezza affermare che l'efflusso si debba verificare in tutti i casi indistintamente con la regolarità teorica da noi supposta. Ad esempio è un fenomeno visibile nelle grandi bocche sottoposte a piccoli carichi che le molecole della parte mediana del gorgo assumono spesso movimenti vorticosi aventi per asse l'asse del gorgo, e talora di tale intensità da dar luogo alla formazione di una specie di imbuto vuoto nell'interno della massa liquida. Per essi il moto progressivo, cioè nel senso dello sbocco, dei filetti centrali deve risultare alquanto ritardato rispetto a quello dei laterali e forse *talvolta* anche nullo, se è da prestar fede all'esperienza di Lagerhjelm. Tal fatto allorchè si verifica deve produrre per sè solo una distribuzione delle velocità longitudinali del gorgo decrescente dal contorno verso l'asse e quindi eventualmente una diminuzione nel coefficiente di contrazione. Ma ad ogni modo non v'è che l'esperienza che possa indicare su ciò le correzioni da introdurre nei risultati teorici. A noi basta di avere ottenuto loro mercè una notevole approssimazione al vero, risultato in cui niuno vorrà disconoscere una utilità qualsiasi.

Un altro particolare che ci sembra non convenga qui passare sotto silenzio è il seguente. Supposto il caso normale, noi abbiamo visto che nelle bocche rettangolari k e quindi μ debbono variare al variare del rapporto fra i due lati contigui. Ed ancorchè non voglia darsi soverchio peso ai valori di α da noi ottenuti per esse con metodo approssimativo, è certo però che il vero α, e conseguentemente k e μ, debbono variare in maniera continua fra i limiti estremi corrispondenti alla bocca quadrata o circolare (per le quali l'identità del μ, *ceteris paribus*, è confermata dall'esperienza) ed alla rettangolare di lunghezza indefinita, a misura che il rapporto fra il lato minore ed il maggiore varia dal valore 1 al valore 0. Ora Lesbros avrebbe trovato invece che mantenendo uno dei lati (a) verticale ed invariato, ma variando invece la lunghezza dell'altro (b), μ rimane costante, purchè b non superi 20 volte a. Avendo egli sperimentato in condizioni per le quali si verificavano eminentemente i fenomeni dei serbatoi alimentati, e la diminuzione progressiva del lato b tendendo a stabilire il caso normale, come può desumersi da quanto fu detto nel capitolo IV § 4, può credersi che venisse così a nascere una compensazione per la quale μ si mantenesse costante. E più chiaramente: poniamo, per fissare le idee, di partire da un minimo valore di b, per esempio: da $b = a$. Avremo per k, ossia per α, un valore più o meno prossimo al valore normale. Dopo ciò immaginiamo di aumentare la lunghezza b. Il valore di α verrebbe così a diminuire, secondo la (56), e quindi k a crescere per effetto della diminuzione del rapporto $\frac{a}{b}$; ma si osservi che le aumentate dimensioni di A, o, se si vuole, l'aumentata grandezza del suo raggio medio è causa che l'influenza della forza viva addizionale venga ad accrescersi e conseguentemente, giusta quanto fu a suo luogo dichiarato, che α prenda un valore maggiore, e quindi k minore, di quello che avrebbero avuto se l'influenza suddetta si fosse mantenuta quale prima era. Abbiamo insomma anche qui l'azione simultanea di due cause opposte, da cui è possibile che risulti un equilibrio, cioè la costanza di k, od anche di μ, nulla ostante la variabilità del lato b. Ma in tutti i modi, concesso pure che il principio di Lesbros fosse sperimentalmente vero nelle condizioni in cui egli operava, non può per certo ammettersi che sia generalmente altrettanto pel caso normale, mentre allora il k deve crescere col crescere della lunghezza b. Com'è credibile, si domandava il chiarissimo ing. Francis, che la portata risulti la stessa nel sistema di due bocche rettangolari di pari altezza ed in quella unica che si può ottenere congiungendo le due una a fianco dell'altra, se la contrazione laterale, avente luogo nel primo caso su quattro lati, nel secondo si verifica su due solamente? Questo sensato dubbio che viene ad aggravarsi ancor più se si considera il complesso non di due, ma di più bocche, condusse l'illustre americano ad istituire grandiose esperienze sulle bocche a stramazzo (1851-52) e fu veramente da esse convinto che non è accettabile, almeno nella sua generalità, il principio di Lesbros (*). Non sarà inutile soffermarsi un momento sopra un risultato desunto dalla formola empirica del Francis. Applicandola al semplice caso di contrazione totale senza velocità d'arrivo, essa si riduce alla:

$$Q = 0{,}4153 \sqrt{2g}\,(b - 0{,}2\,a)\,a^{\frac{3}{2}} \quad (**)$$

(a = altezza, b = larghezza dello stramazzo).

Sicchè volendo porre Q sotto la forma (83'), avremo:

$$\mu_s = 0{,}4153 \left(1 - 0{,}2\,\frac{a}{b}\right),$$

variabile appunto col rapporto $\frac{a}{b}$, anzi crescente inversamente con esso, come da noi è ritenuto quando sia supposto verificato il caso normale. Ciò fa, indipendentemente da altre considerazioni, ragionevolmente sospettare che un analogo fatto debba aversi per le bocche a battente.

Ma è tempo che passiamo a ricordare in succinto alcuni altri risultati delle nostre formole. Occupandoci brevemente della contrazione parziale abbiamo visto che, conforme a quanto insegna l'esperienza, μ deve essere allora maggiore di quello che si ha per la contrazione uniforme a parità delle rimanenti condizioni. Ora che la cosa debba andare sempre così non è troppo evidente a primo aspetto. In che deve infatti differire ciascuna delle due parti eguali in cui può concepirsi diviso un serbatoio mediante un piano verticale *ideale* passante per l'asse $0x$ di A (supposta circolare a contrazione totale) e ciascuna delle due metà medesime quando il piano secante sia una *reale* parete solida? Non s'intende agevolmente per qual ragione le due mezze vene costituenti l'intera della contrazione totale non debbano risultare identiche ciascuna alla vena uscente dalla mezza bocca dove la contrazione è soppressa lungo il diametro; perciò parrebbe che se il coefficiente di contrazione era nel primo caso $k = \frac{\Omega}{A}$, nel secondo dovesse essere $\frac{\Omega}{2} : \frac{A}{2}$, cioè ugualmente $\frac{\Omega}{A}$, Ω restando quella di prima.

(*) Cf. *Giornale dell'Ingegnere-Architetto*. Anno VI, pag. 169 e seguenti.

(**) Cf. Giornale citato, pagina 177. Si noti che nelle esperienze $\frac{a}{b}$ si mantenne sempre inferiore all'unità.

Invece s'intenderà senza fatica che nel secondo caso si avrà un k maggiore che nel primo, se ci riferiamo al metodo accennato verso la fine del § 1 cap. II. Vedemmo che se F_0 è la risultante delle forze sollecitanti tutta la massa liquida rinchiusa nel serbatoio, Ω è proporzionale ad F_0, sicchè k è proporzionale ad $\frac{F_0}{A}$. Ora consideriamo il caso della contrazione totale. F_0 risulta da un termine principale h A, più di uno secondario dipendente dall'abbassamento del carico piezometrico sopra una certa zona attorno ad A a causa delle velocità u_a che vi hanno luogo. Sicchè F_0 potrà esprimersi con la somma h A $+ \varepsilon$ e quindi k sarà proporzionale alla quantità $h + \frac{\varepsilon}{A}$. Ciò posto, supponiamo adesso d'introdurre la parete sopprimente la contrazione sul diametro verticale di A. Tanto A che la zona saranno ridotte a metà, mentre le u_a resteranno le medesime di prima o risulteranno appena variate, e quindi la componente di F_0 secondo l'asse $0x$ sarà divenuta $\frac{h\,A}{2} + \frac{\varepsilon}{2}$; ma anche sul piano diametrale si sarà adesso stabilita una zona dove il carico piezometrico è inferiore all'idrostatico, e quindi F_0 avrà una nuova componente ε' normale alla prima, talchè avremo:

$$F_0 = \sqrt{\left(\frac{h\,A + \varepsilon}{2}\right)^2 + \varepsilon'^2}$$

e quindi il coefficiente di contrazione che diremo k' sarà proporzionale ad F_0: $\frac{A}{2}$, ovvero a:

$$\sqrt{\left(h + \frac{\varepsilon}{A}\right)^2 + \frac{4\varepsilon'^2}{A^2}},$$

quantità maggiore di $h + \frac{\varepsilon}{A}$. Dunque si avrà $k' > k$, come dovevasi dimostrare. Sarebbe facile vedere analogamente come quando A venisse ridotta ad un solo quadrante a contrazione soppressa sui due raggi mediante la parete verticale sopra considerata ed un fondo orizzontale, si avrebbe un nuovo coefficiente $k'' > k'$.

Trattando in compendio della contrazione imperfetta, vedemmo che il caso è analogo a quello della contrazione perfetta, salvo ad aggiungere al carico, dov'esso figura, la quantità $\frac{u_0^2}{2g}$ essendo u_0 la velocità d'arrivo. In realtà però il problema non è sempre così semplice; perchè le limitate dimensioni del serbatoio portano per lo più una soverchia vicinanza delle pareti laterali e del fondo all'orlo di A, ciò che non è senza influenza sulla quantità di α. Ma sfortunatamente non sappiamo calcolare tale influenza. Del resto essa incomincia a farsi sentire solo quando la distanza fra le pareti e l'orlo di A è due volte e mezzo circa la sua minima dimensione, secondo le esperienze.

Le formole da noi ricavate per la calcolazione dei coefficienti di contrazione e di efflusso sono ben lungi dal rappresentare una teoria completa sull'argomento, ed è perciò che il lettore deve considerare quanto fu svolto nelle precedenti pagine come un semplice *saggio* e tale è il titolo che vi abbiamo apposto. La calcolazione esatta del numero α per le diverse forme che può presentare la bocca, quella *a priori* del volume C della vena contratta e le soluzioni di altri problemi attinenti che potrebbero prendersi in esame, restano purtroppo altrettanti *desiderata*. Inoltre siamo ben lontani dall'aver passato in rassegna tutti i casi d'efflusso da bocche a battente, anche limitandosi a quelli che ordinariamente intervengono. Ben lo sa chi abbia qualche famigliarità con tale materia ed anche chi abbia data una semplice occhiata alle voluminose opere di Poncelet e di Lesbros più volte da noi citate. Nondimeno, qualunque possa essere l'utilità pratica delle nostre ricerche, noi saremo lieti se avremo intanto potuto persuadere gli studiosi di alcune illazioni che ne emergono, le quali riepilogando, termineremo.

È fuori di questione che avendosi un serbatoio inesausto, caso quasi esclusivamente offrentesi nelle applicazioni, il ricercare quale sia il coefficiente d'efflusso per un dato carico ed una data bocca, posto pure che questa abbia dimensioni notevolmente inferiori a quelle del serbatoio, sia perfettamente isolata dalle pareti e dal fondo, ecc., il ricercare, dico, tal coefficiente equivale a domandare la soluzione di un problema *indeterminato*, a meno di volere star paghi ad una molto grossolana approssimazione. Difatti i coefficienti empirici non possono, per quanto coscienziosamente determinati, venire applicati con sicurezza fuorchè a casi i quali sieno l'*esatta* riproduzione delle esperienze donde derivano nelle loro più minute circostanze. Che cosa importa, domandiamo noi, usare la precauzione di misurare l'altezza del carico alcuni metri a monte dello sbocco, piuttosto che immediatamente sopra, se l'errore che così si commette nella Q è molto minore del cambiamento che vi produce un tramezzo di calma di più od uno di meno? Sarebbe pertanto vivamente desiderabile che venisse istituita una nuova serie di accurate esperienze nelle quali la influenza delle variabili *secondarie* fosse ridotta assolutamente a zero. Avremmo così una raccolta di coefficienti funzioni unicamente delle variabili principali, cioè della bocca e del carico. Tutte le misure di portate a traverso orifizi potranno allora sicuramente basarsi su questi coefficienti, purchè siasi avuto cura di costantemente osservarvi la stessa norma. Altrimenti per poter applicare senza tema d'errore i coefficienti, poniamo, di Poncelet e Lesbros, occorrerebbe rimettersi in tutto e per tutto nelle condizioni in cui furono eseguite le loro esperienze: cosa praticamente impossibile. Le nuove servirebbero poi a verificare l'esattezza o meno dei coefficienti normali da noi ricavati mediante le formole e ad indicare in qual senso la teoria dovrebbe esser corretta e perfezionata. Se v'ha ramo della meccanica razionale i cui risultati abbiano più che gli altri bisogno della sanzione degli esperimenti, questo ramo è senza alcun dubbio l'Idrodinamica.

Roma, luglio 1894.

GEOMETRIA PRATICA

SULLA VERIFICAZIONE DI ANTICHE PLANIMETRIE E PIÙ SPECIALMENTE DELLE MAPPE CATASTALI.

Colla promulgazione della legge 1° marzo 1886 sul « Riordinamento dell'imposta fondiaria » fu stabilito di utilizzare, quanto più largamente fosse possibile, gli antichi catasti esistenti in Italia, per concorrere, mediante un opportuno ed efficace aggiornamento dei medesimi, alla formazione del nuovo catasto geometrico del Regno. Di qui la necessità di procedere alla verificazione delle antiche mappe, nell'intento di accertare fino a qual punto potessero servire allo scopo anzidetto.

È fuor di dubbio che intendimento del legislatore fu quello di ridurre, quanto più si poteva, le spese del nuovo rilevamento in quelle parti del Regno nelle quali il catasto vigente avesse potuto prestare *buona base* alle nuove operazioni geometriche, in guisa però da raggiungere, anche per questa via, risultati non inferiori, nel loro valore intrinseco, a quelli che la legge si proponeva di conseguire nelle altre, non dotate sinora di alcuna forma geometrica di catasto (*).

Nè occorre dimostrare come principale scopo della legge di perequazione, in quanto si riferisce alle operazioni planimetriche, sia quello di fornire l'Italia tutta d'un catasto

(*) L'aggiornamento completo di un catasto è una operazione che può dirsi appartenere alla categoria di quelle di rilevamento, poichè con essa si dovrebbero utilizzare i catasti esistenti, per quanto lo comportino, in modo da ridurli *in condizioni identiche a quelle in cui si trovano i nuovi al termine dei lavori di rilevamento.* — CAVANI, *La Geometria pratica nelle operazioni catastali.* Bologna, 1889.

geometrico uniforme. S'imponeva dunque spontanea la condizione essenziale che anche le vecchie mappe, convenientemente corrette, dovessero alla fine risultare di valore geometrico non dissimile da quello delle altre di nuova formazione.

I. — In che cosa consista la servibilità d'una mappa.

Un problema, in apparenza molto semplice, ma in sostanza ben altrimenti che tale, si presentava sin dai primordi dell'operazione: *determinare il grado di servibilità delle vecchie planimetrie catastali agli scopi voluti dalla legge.*

Non di rado è accaduto, specialmente in quelle provincie che si proposero di chiedere l'acceleramento dei lavori, a senso dell'art. 47 della citata legge, che alla parola *servibilità* si desse un'interpretazione tutta particolare e ristretta, senza quella larghezza di vedute e di concetti che la stessa grandiosità dell'impresa domandava. Non di rado si considerarono quasi come altrettanti studi regionali ed anche, talvolta, provinciali indipendenti, quelli che altro non dovevano essere se non *contributi parziali all'operazione d'insieme eminentemente nazionale.*

Taluni ritennero che dovesse considerarsi come servibile quella mappa la quale provasse di rappresentare la proprietà anche soltanto *con una certa approssimazione*, purchè nessuna particella mancasse o vi figurasse troppo grossolanamente errata; nessun pregiudizio allo scopo se la rappresentazione individuale o collettiva delle figure lasciasse a desiderare. Si ritenne talvolta di secondaria importanza l'accertare *in qual rapporto di similitudine* stesse la figura di mappa al terreno e *se rapporto di similitudine veramente esistesse.* In altri termini: tra gli scopi voluti dalla legge, si considerò soltanto lo scopo fiscale, cioè quello della determinazione del reddito imponibile sulla base dell'estimo, poco o nulla curando il valore geometrico della mappa, quello cioè che più direttamente si riferisce agli scopi civile e giuridico del catasto, cui la legge di perequazione non mette secondi e verso i quali tendono, colla legge, i voti del paese.

Tale erronea interpretazione condusse qualche provincia a decidersi per l'acceleramento del catasto, persuasa che le sue mappe rispondessero alle condizioni volute dalla legge, esponendosi così talvolta a vedere respinta *a priori* la propria domanda o grandemente mutate le previsioni col progredire dei lavori (*).

La legge medesima, all'art. 3, spiega in modo chiaro, per quanto sintetico, il concetto della servibilità. In essa è detto che le mappe devono essere *corrette, completate e messe al corrente.* La prima di queste prescrizioni è quella che direttamente riguarda il *valor geometrico* delle mappe esistenti. Emerge dunque *a priori* la necessità di esaminare questo, prima di ogni altra cosa; e poichè la correzione, affinchè sia possibile, esige che ad essa si presti *con facilità e con economia di lavoro* (altrimenti miglior partito sarebbe rifare *ex-novo*) lo stato geometrico *d'ogni linea rappresentata*, è chiaro che all'accertamento di questo devono rivolgersi i primi studi sulla servibilità, e ciò senza limitazione, e, sopratutto, senza distinzione tra le linee topografiche originarie e quelle introdotte più tardi durante la conservazione, tutte dovendo egualmente rispondere alla condizione anzidetta. La seconda prescrizione si riferisce all'entità delle lacune e quindi del lavoro da farsi per introdurre tutte le linee e figure non rappresentate sulla mappa all'atto del suo esame. La terza poi riguarda ad un tempo questa stessa determinazione e quella della quantità di linee che devono essere soppresse, come figurazioni scomparse, divisioni di proprietà o di coltura non più esistenti e tuttora rappresentate o comunque mutate di posizione, ecc. La mappa deve dunque essere studiata con cura *sotto tutti e tre i punti di vista* che la legge stabilisce e che concorrono insieme a determinarne il valor geometrico all'atto dell'esame. Se tra gli scopi voluti dalla legge si dovesse considerare *soltanto quello dell'applicazione dell'imposta*, la prima delle prescrizioni date dall'art. 3 sarebbe affatto inutile, bastando a ciò il completamento delle lacune e l'eliminazione delle figurazioni inutili, lavoro che in tal caso potrebbe essere, per la maggior parte, eseguito anche soltanto in base ad una semplice ispezione visiva.

II. — Accertamento del valore geometrico d'una planimetria.

Non è qui mio còmpito entrare nei particolari di quanto ho premesso; mi propongo soltanto di mostrare con quali mezzi si debba, di preferenza, procedere all'accertamento del valore geometrico d'una planimetria qualsiasi e quindi anche d'una mappa catastale.

Innanzi tutto è d'uopo intendersi sul significato della parola *geometrico;* non già significato *etimologico*, chè questo non v'ha chi non conosca; ma sul significato *matematico*, quello cioè che più importa nel caso nostro.

La scienza moderna ha ristretto il significato della parola, riducendolo ad una *definizione esatta.* Una figura si dice *geometrica* quando soddisfi in tutte le sue parti alle leggi fondamentali della geometria. Un triangolo, per es., di cui si conoscono gli elementi angolari misurati, non si può dire esattamente geometrico sino a quando la somma di questi non sia esattamente uguale a due angoli retti (*). Un quadrilatero ABCD non potrà dirsi geometrico sino a che non siano verificate le condizioni espresse dalle equazioni:

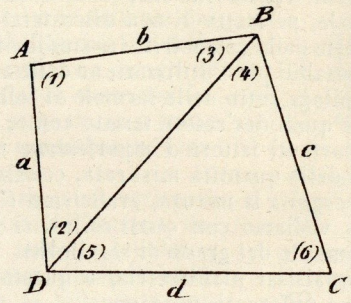


Fig. 18.

$$(1)+(2)+(3)=\pi \quad ; \quad (4)+(5)+(6)=\pi$$

$$\frac{a \operatorname{sen}(1)}{\operatorname{sen}(3)} = \frac{d \operatorname{sen}(6)}{\operatorname{sen}(5)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (**)$$

e così via dicendo.

Il calcolo di compensazione, nelle sue applicazioni alla geometria, ha appunto per iscopo di *rendere geometriche le figure*, distribuendo, sulla base delle teoriche di Gauss, gli errori inevitabili delle misure, in guisa che i dati d'osservazione, tra loro combinati, soddisfino rigorosamente alle condizioni geometriche della figura considerata.

Poichè la rappresentazione planimetrica di un terreno altro non è che un insieme di figure geometriche regolari (***),

(*) Ho inteso taluno affermare come assioma che: *l'acceleramento del catasto è incompatibile colla formazione d'un catasto geometrico*, e trarne come conseguenza che la utilizzazione delle antiche mappe dovesse farsi *rinunciando ad un dil gente riscontro del loro valore geometrico* e subordinando tutto il lavoro d'aggiornamento, vale a dire la rappresentazione delle nuove figure, la soppressione delle antiche scomparse, il raggruppamento di quelle la cui distinzione diventava inutile, ecc., allo stato della mappa, qualunque esso fosse, geometrico o no, dal punto di vista della similitudine.

Nessun concetto fu mai, a parer mio, più errato. In molte provincie d'Italia, segnatamente in Piemonte e nel Veneto, la formazione accelerata del nuovo catasto procede sulla base di criteri essenzialmente geometrici, e la utilizzazione delle antiche planimetrie è precisamente intesa *nel senso* e indirizzata *agli scopi voluti dalla legge*, che, come già dissi, non sono quelli soltanto della perequazione dell'imposta. L'assurdità dell'assioma testè enunciato è, da questi fatti ormai resi autorevoli da esperienza d'anni, abbastanza dimostrata.

(*) Poichè ragioniamo nel campo della Topografia, possiamo permetterci di fare astrazione dall'eccesso sferico.

(**) Oppure: $b \dfrac{\operatorname{sen}(1)}{\operatorname{sen}(2)} = c \dfrac{\operatorname{sen}(6)}{\operatorname{sen}(5)}$.

(***) Anche le figure più irregolari possono sempre considerarsi come l'aggregato d'un numero più o meno grande di figure geometriche regolari.

ne consegue che una planimetria potrà ritenersi esattamente geometrica soltanto quando le condizioni fondamentali, imposte dalla geometria, siano, in ogni sua parte, rigorosamente soddisfatte dagli elementi numerici che valsero a determinarla. Prima che l'illustre Gauss mostrasse la via da seguirsi nella critica degli elementi d'osservazione, per subordinare alle leggi della geometria i risultati di qualsiasi misurazione a scopo geometrico, potevasi definire siccome geometrico il risultato d'un'operazione qualunque, la quale fosse stata eseguita coi metodi e colle risorse della geometria. Oggi non è più lecito chiamare geometrico un lavoro di rilevamento a grande scala per ciò solo che fu appoggiato ad una triangolazione o poligonazione e che il dettaglio fu rappresentato in base a questo od a quel metodo della Geometria applicata, se la triangolazione e la poligonazione, od almeno la prima, non furono trattate col calcolo di compensazione. Il catasto prussiano è esempio di catasto geometrico nel vero significato scientifico della parola; ogni altro, che se ne discosti, non può più meritare oggi quell'appellativo.

Fu appunto in seguito a considerazioni di questo genere che, per la formazione del nuovo catasto geometrico italiano fu provveduto per la compensazione delle triangolazioni e per la distribuzione degli errori sugli elementi delle poligonali con un metodo che, pur discostandosi dalla legge di Gauss (la cui applicazione in questi casi sarebbe riuscita eccessivamente laboriosa), raggiunge per altra via lo stesso obbiettivo, con risultati di precisione non molto dissimile e che possono considerarsi come rigorosi specialmente perchè, in questa parte del lavoro, lo spingere l'approssimazione numerica sino al massimo grado consentito dalla scienza moderna sarebbe opera frustranea, dal momento che nella traduzione grafica dei dati numerici è impossibile sfuggire alle conseguenze del graficismo.

È però evidente che la semplice correzione di vecchie planimetrie, per quanto accurata, non potrà mai condurre ad un risultato rigorosamente geometrico. Di qui la necessità d'accettare qualche transazione che, senza nuocere alla bontà del risultato finale, permetta di non discostarsi troppo dalle condizioni imposte dalla geometria. Lo studio di queste transazioni, indispensabili per l'utilizzazione delle antiche mappe catastali, si riepiloga tutto nelle formole di tolleranza che si adottano e nelle quali dev'essere tenuto conto, in giusta misura, di tre importanti fattori d'imperfezione nelle misure, cioè: grandezza della quantità misurata, condizioni del terreno in cui fu eseguita la misura, graficismo (*).

Ciò premesso, vediamo con quali criteri si debba procedere all'accertamento del grado di servibilità.

L'esame di qualsiasi planimetria, a questo scopo, deve comprendere due differenti indagini:

a) accertamento della *possibilità geometrica* di utilizzarla a scopo d'aggiornamento;

b) studio critico sulla *convenienza economica* relativa dell'aggiornamento e del rilevamento *ex-novo*.

La prima si riferisce allo scheletro, la seconda alle membra diverse e al dettaglio.

Quando siasi riconosciuto che lo scheletro non è attendibile, ogni altra indagine riesce inutile; ma quando la verificazione dell'ossatura abbia dato un risultato soddisfacente, rimane sempre a stabilire se il costo del lavoro d'aggiornamento si possa *garantire* inferiore a quello del nuovo rilevamento (*), condizione che dev'essere soddisfatta affinchè sia giustificata la preferenza della prima di queste due operazioni.

A) *Accertamento della possibilità geometrica.* — Lo studio del grado di attendibilità dello scheletro non può eseguirsi che sulla base di vere operazioni geometriche, come p. es. di una triangolazione, estesa a tutta la superficie della zona considerata o soltanto a parte di essa, ove non si abbiano gravi motivi di dubbio sulla sua uniformità dal punto di vista del valore geometrico (**).

Quando con tal mezzo si siano determinate le coordinate numeriche d'un numero tale di punti della planimetria da poter sempre offrire alle susseguenti operazioni una base sicura e sufficientemente esatta, e tutte o quasi le congiungenti di questi punti, *presi due a due*, risultino comprese entro i limiti di tolleranza, allora soltanto l'ossatura potrà dichiararsi accettabile e l'aggiornamento, *geometricamente possibile*.

Supponiamo d'avere, a questo scopo, determinato le coordinate rettangolari di un certo numero di punti rispetto ad un punto centrale O (fig. 19), preso come origine delle coordinate.

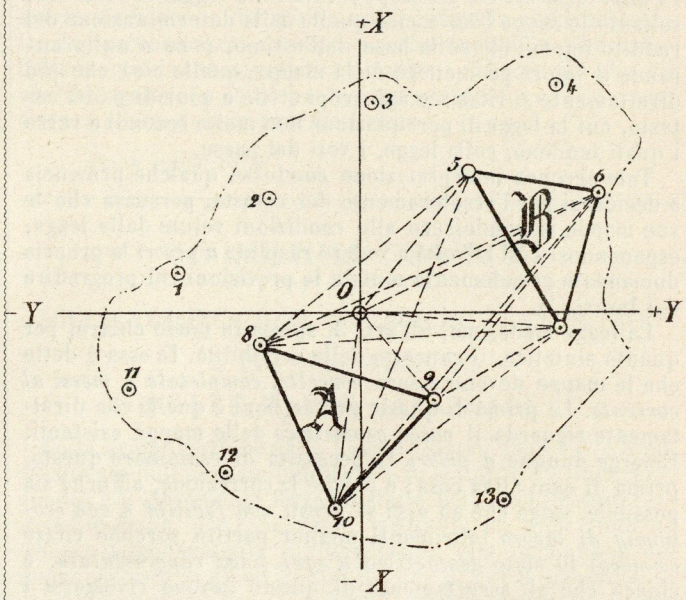


Fig. 19.

Con tali elementi si può determinare la distanza tra due qualunque dei punti (***). Ora, affinchè il risultato dell'ag-

(*) Per la formazione del catasto italiano, i limiti di tolleranza nella verificazione delle antiche mappe sono dati dalle formole seguenti:

$$0{,}00025\,N + 0{,}1\sqrt{D} + 0{,}01\,D \text{ in pianura;}$$

$$0{,}00025\,N + 0{,}2\sqrt{D} + 0{,}01\,D \text{ in collina;}$$

$$0{,}00025\,N + 0{,}3\sqrt{D} + 0{,}01\,D \text{ in montagna;}$$

nelle quali N rappresenta il denominatore della scala della mappa e D la lunghezza misurata.

Nè da queste concessioni è lecito dedurre che si voglia in qualche modo derogare dalle buone regole della geometria. Lo spirito delle istruzioni date dalla Giunta Superiore del Catasto per l'aggiornamento delle mappe, vuole che dal risultato finale emerga la similitudine tra le figure del terreno e la loro rappresentazione sulla mappa, bene inteso con quel grado di approssimazione che è appunto stabilito dalle tolleranze sopra citate.

Si può soggiungere che i limiti a queste assegnate sono forse *eccessivamente larghi;* ma se ciò si deve alla necessità di utilizzare, quanto più largamente era possibile, le antiche planimetrie, non è lecito conchiuderne che si possa astrarre del tutto dal rapporto di similitudine, il quale anzi dovrà risultare sempre, in ogni parte e tra qualsiasi figura e la sua rappresentazione, senz'alcuna transazione che ecceda quelle rappresentate dalle formole di tolleranza.

(*) Non bisogna, in questa determinazione, dimenticare mai che il risultato finale, verso cui si tende, non dev'essere, nel suo valore geometrico, dissimile da quello del rilevamento *ex-novo*. Vedi nota (*) a pagina 38.

(**) La limitazione della zona da verificarsi può essere fatta con sicurezza soltanto in terreno uniforme e quando la planimetria che si esamina è opera di un solo autore. In ogni altro caso, specialmente quando gli autori sono più d'uno, il limitare la verificazione è misura poco prudente. Spesso le irregolarità dipendono quasi esclusivamente da poca diligenza usata nel lavoro originale, o da imperfezione di metodo; converrà dunque che gli assaggi si facciano, o parzialmente nelle zone di autori diversi, o totalmente quando la loro distinzione non fosse possibile.

(***) Il numero dei punti da determinarsi come capisaldi per la verificazione, varierà naturalmente a seconda della scala, della quantità di dettagli rappresentati nell'unità di superficie, delle condizioni topografiche, ecc.

giornamento, fatto poi sulla base delle congiungenti tra i punti presi due a due, riesca geometrico (sempre nei limiti del grado di approssimazione che si è stabilito di raggiungere) è necessario che tutte o quasi le congiungenti tra i punti della mappa, che corrispondono con sicurezza a quelli determinati sul terreno, rispettivamente paragonate ai loro valori numerici, dedotti dal calcolo, risultino entro la convenuta tolleranza. Non basta che non oltrepassino questa le distanze tra punti contigui; occorre che non la oltrepassino *nemmeno quelle tra punti comunque combinati due a due.*

Nel caso particolare della fig. 19, i punti determinati essendo 14, il numero di lunghezze da sottoporre a confronto colle omologhe, desunte dalla planimetria, è di $\frac{14 \times 13}{2} = 91$.

Il limitarsi a considerare una parte soltanto di queste combinazioni può bensì tornar comodo per abbreviare l'operazione; ma scema, senza dubbio, il valore e l'attendibilità delle conclusioni. Se si ritiene che l'*n* per 0|0 delle lunghezze confrontate, con risultato favorevole, sia da accettarsi come *limite minimo* per la servibilità della planimetria, è indispensabile che questa percentuale rifletta il numero totale delle lunghezze medesime, altrimenti *n* può assumere un valore qualunque.

Questo errore si commette facilmente nella pratica, specialmente quando la verificazione non è scevra da idee preconcette, e ne consegue poi che s'intraprendano con una certa fiducia operazioni d'aggiornamento che, se anche in apparenza offrono un risultato mediocre, non soddisfano mai o soddisfano male alla condizione della similitudine e non sono neanche lontanamente geometriche.

Vari metodi sono stati proposti e praticati, non dissimili, nella forma, da quella d'una vera triangolazione topografica, più o meno razionale, i quali tutti hanno sempre il grave difetto di presentare un grande apparato di forze per conseguire un risultato meschino. Essi non sono in generale che *artifiziosi manicaretti geometrici* più o meno viziati nella sostanza: quasi tutti poi, se non tutti affatto, limitano il confronto delle distanze come ho detto, basandosi sull'erroneo principio che, quando l'aggiornamento sia riconosciuto possibile, separatamente, entro ciascuno dei piccoli triangoli indipendenti A e B (fig. 19), od anche, entro triangoli o figure contigue, debba ritenersi ugualmente possibile, con risultato geometrico in tutta la zona esplorata. Potrebbe accadere, e il caso è frequentissimo, in pratica, che mentre le lunghezze 6-7, 7-9, 9-10, non eccedono, nel confronto colle omologhe del terreno, i limiti di tolleranza, la 6-10 li superasse, rendendo in seguito laboriosissima la distribuzione degli errori parziali ed incerto il valor geometrico del risultato.

Nè, a giustificare l'adozione di tali metodi, possono invocarsi ragioni d'economia, poichè, una volta ottenuti i valori numerici delle coordinate rettangolari di tutti i punti, la deduzione delle distanze e il loro confronto colle corrispondenti desunte dal disegno è operazione assai facile e speditiva.

Nel caso particolare, e specialmente interessante, di una mappa catastale, generalmente disegnata su fogli rettangolari che devono essere uniti insieme, qualsiasi procedimento, analogo a quello descritto, risente degli inevitabili errori dovuti alla unione dei fogli, quasi sempre imperfetta per le disformi alterazioni subite dalla carta in ciascuno di essi. Questi errori che possono, in ultima analisi, tornare tanto a vantaggio quanto a danno del confronto fra le lunghezze, scemano di molto la bontà del metodo, il quale deve, di preferenza, riserbarsi per la verificazione di planimetrie disegnate su foglio unico o su fogli indipendenti l'uno dall'altro, come p. es. le mappe del catasto toscano (*). In quest'ultimo caso ogni foglio può essere considerato da sè, quasi come proiezione indipendente di quella parte di terreno che rappresenta. In ogni altro caso, specialmente se si tratta di planimetrie molto antiche, quali p e. le mappe catastali del Lombardo-Veneto in massima parte, le conclusioni non potranno mai essere assolute, per quanta diligenza si sia usata nella unione dei fogli per la deduzione delle lunghezze grafiche.

(*) Il caso di alterazione notevolmente disforme in uno stesso foglio è meno frequente.

B) *Studio sulla convenienza economica dell'aggiornamento.* — Questa prima indagine non può dare, come ho detto, che un'idea della maggiore o minore attendibilità dello scheletro e non può servire allo studio della seconda parte, cioè della convenienza economica dell'aggiornamento di fronte al rifacimento *ex novo;* questa, più che dal grado di precisione originale della planimetria, dipende dalla somma delle variazioni che vi si debbono introdurre per la correzione ed il completamento del dettaglio (*).

La seconda ricerca, la cui importanza è senza dubbio superiore a quella della prima, si riferisce direttamente al dettaglio. Essa può eseguirsi tanto sulla base dei punti determinati per la verifica d'insieme, quanto indipendentemente; ma comunque la si conduca, il concetto, cui essa deve informarsi, è sempre il medesimo e identico è il procedimento da seguire nel praticarla. Mi limiterò quindi a considerare l'operazione indipendente.

Scelti, in modo opportuno, due punti A e B identificabili con sicurezza sul disegno, come sarebbero: spigoli di fabbricati, termini di proprietà, campanili, torri, ecc., la cui rappresentazione individuale sia riconosciuta sufficientemente esatta, si tracci sul terreno l'allineamento che li congiunge, valendosi all'uopo dei mezzi e degli strumenti che la pratica e le circostanze possono suggerire e si misurino la lunghezza AB e tutte le lunghezze progressive intermedie A-1, A-2, A-3, ecc. Si misurino, in pari tempo, tutte le distanze dai punti identificabili ai due lati della fondamentale AB, sia lungo le linee intersecate, se rette, sia innalzando delle normali, se si tratta di linee curve o comunque accidentate (**).

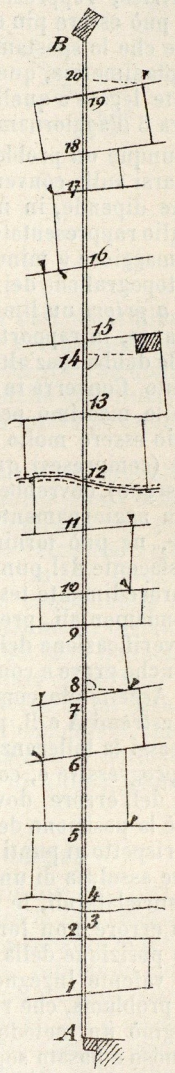


Fig. 20.

Una planimetria, che corrispondesse al vero stato del terreno, dovrebbe fornire tutte le lunghezze omologhe di poco dissimili dalle vere misure e le tolleranze ammesse non dovrebbero essere superate nè dalle progressive A-1, A-2, ecc., nè dalle parziali 1-2, 2 3, ecc., nè dalle laterali.

In generale, operando su vecchie planimetrie, si riscontreranno spesso differenze che superano ogni tolleranza. La convenienza dell'aggiornamento dipende dal valore che assume l'espressione:

$$x = \frac{n_0 + n_1 + n_2 + 1}{N} + n_3$$

in cui:

n_0 = numero delle misure progressive
n_1 = » parziali
n_2 = » laterali
} che escono dai limiti della tolleranza

n_3 = numero delle linee intersecate dalla fondamentale che non risultano rappresentate in disegno (linee di completamento);

N = numero totale delle misure eseguite.

(*) Nel caso di mappe catastali le variazioni possono riflettere tanto le linee originali di prima formazione, quanto quelle successivamente introdotte durante la conservazione (linee di lustrazione).

(**) È preferibile l'uso delle normali, potendo le linee intersecate avere nel disegno orientamento errato rispetto alla fondamentale.

Tanto minore sarà il numero x, tanto maggiore sarà la convenienza dell'aggiornamento, e quando fosse:

$$n_0 + n_1 + n_2 + 1 = 0,$$

si avrebbe:

$$x = n_3,$$

e l'aggiornamento si ridurrebbe all'introduzione di nuove linee senz'alcuna correzione alle preesistenti.

Ogni linea, ogni dettaglio la cui posizione debba essere comunque mutata per *soddisfare alla condizione di similitudine*, o in altri termini, per conseguire l'aggiornamento geometrico, rappresenta una certa quantità di lavoro, la quale può essere più o meno grande, a seconda delle conseguenze che lo spostamento può portare nelle parti contigue della planimetria, queste essendo sempre più o meno direttamente legate a quella sulla quale passa la fondamentale di verifica o d'aggiornamento.

È dunque un problema alquanto complesso quello di pronunciarsi sulla convenienza economica, problema la cui soluzione dipende, in massima parte, dal maggiore o minore dettaglio rappresentato e da rappresentarsi sulla planimetria, dalla maggiore o minore regolarità delle figure, dalle condizioni topografiche dei luoghi, ecc. Converrà in massima stabilire *a priori* un limite pel numero di misure eccedenti le tolleranze, in rapporto al numero totale delle misure, oltre il quale debba senz'altro abbandonarsi ogni concetto d'aggiornamento. Converrà in altri termini stabilire in via preventiva il limite massimo pel valore d'x. A parere di chi scrive, volendo essere molto larghi, il 20 0[0 delle misure paragonabili (compresevi quelle che non trovano corrispondenza sul disegno), dovrebbe ritenersi come *maximum* oltre il quale nessun aggiornamento può essere economicamente conveniente, nè può fornire, per quanto si faccia, un risultato soddisfacente dal punto di vista geometrico.

Il procedimento testè descritto, quando non sia praticato su fondamentali preventivamente riconosciute attendibili colla verificazione dello scheletro, ha un difetto che può essere anche grave e condurre a conclusioni erronee in qualche caso. Accettando come sufficientemente esatta la posizione degli estremi A e B, per quanto la lunghezza totale A B non oltrepassi la tolleranza, si viene sempre ad addossare alle misure progressive e, conseguentemente, a tutte le altre, una parte dell'errore dovuto alla totale, non solamente; ma poichè la posizione della linea fondamentale può essere errata, rispetto ai punti laterali, per cagione d'errore nella posizione assoluta di uno o di tutti e due gli estremi (*), anche le misure laterali, le normali, ecc., possono risultare affette da un errore non loro proprio, ma dovuto in parte all'erronea posizione della linea.

Un valente Ingegnere, preoccupandosi di questo importante problema, che risolvette in pratica con ottimi risultati, immaginò un metodo d'analisi altrettanto semplice quanto ingegnoso e basato sopra un ragionamento correttissimo. Egli parte dal giusto concetto che quando si verifica, con linee d'assaggio indipendenti, una planimetria qualunque, senza cioè averne prima verificato lo scheletro, nessun punto debba *a priori* supporsi attendibile nella sua posizione e quindi nessun punto debba accettarsi come origine assoluta delle misure da sottoporsi a confronto; ma che tanto la posizione della linea quanto quella de' suoi estremi, debbano dipendere da una speciale analisi delle probabilità che si possono raccogliere per determinarla. Mi spiego.

Sia A A′ la linea che si è tracciata sul terreno, tra due punti di posizione non precisamente sicura, per quanto tra loro in tolleranza.

Servendosi della misura laterale presa come raggio d'un circolo avente il centro al punto, quando si tratti di normale, o presa dal punto verso la fondamentale nel caso di misura fatta lungo una linea topografica, egli determina i punti 1, 2, 3..... e le circonferenze di centro in *a b c d*..... stabilendo quindi come posizione *più verosimile* della fondamentale la linea P Q, siccome quella che raccoglie o più si avvicina al maggior numero di punti e di circonferenze. Prese allora, dalle intersezioni con questa nuova linea, le distanze ai punti laterali che si vogliono verificare e fatta analoga operazione per le normali, prende queste per misure da porsi a confronto colle originali fatte sul terreno, accettandole siccome le più probabili. Determinata la posizione più verosimile della fondamentale, egli stabilisce l'origine delle misure portando dalle successive intersezioni o piedi di normali, verso il lato conveniente, tutte le misure come realmente ottenute sul terreno e determinando quindi il punto più probabile di partenza delle medesime, sia graficamente, sia con un calcolo semplicissimo (*). Una volta l'origine stabilita, partendo da questa, egli misura le progressive e le parziali, sottoponendole a confronto col terreno, siccome le più probabili. È superfluo il soggiungere che, tanto per determinare la posizione più verosimile della fondamentale, quanto per istabilire il punto più probabile d'origine, egli si riferisce sempre alle linee ed ai punti della planimetria che meritano maggior fiducia (linee di prima formazione), trascurando tutto ciò la cui rappresentazione grafica è soltanto risultato di correzioni od aggiunte posteriori, non ugualmente attendibili.

Non v'ha chi non vegga quanta finezza di ragionamento inspiri il metodo e quanta giustezza d'esame si consegua con esso, cui forse non si può muovere altro appunto, tranne quello di richiedere un po' più di lavoro di tavolino, in con-

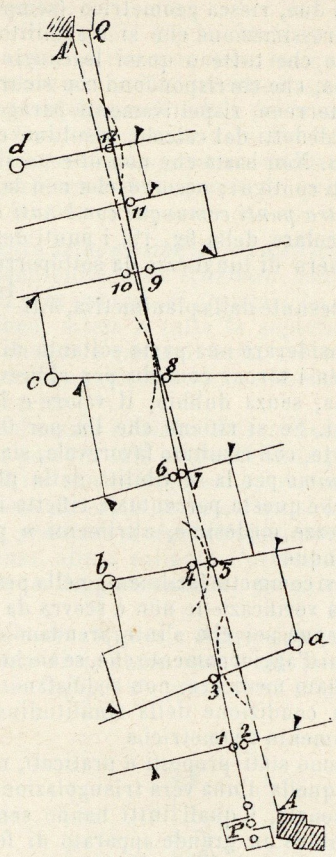


Fig. 21.

(*) Per quanto si scelgano, come estremi dell'allineamento di verifica, punti la cui rappresentazione sul disegno offra la maggior possibile sicurezza, tuttavia la loro attendibilità è sempre limitata e *relativa*, specialmente nelle antiche mappe catastali e fra queste, in modo particolare quelle del Lombardo-Veneto, rilevate, come è noto, colla tavoletta pretoriana senza l'appoggio d'una preventiva triangolazione.

(*) Generalmente i diversi punti, che si ottengono così operando, non si scosteranno molto fra loro e quindi, misurate graficamente le distanze di questi dalla prima intersezione e fattane la media aritmetica, questa si può accettare come distanza dell'origine dalla intersezione anzidetta.

fronto del precedente, difetto che è largamente compensato dalla maggior sicurezza di risultati che offre.

Tutti e due questi metodi, basati sulla misura diretta, sono praticabili però, con sicurezza, soltanto in terreno piano o leggermente accidentato; in montagna, data anche la possibilità materiale d'impiegare i mezzi della misurazione diretta, ciò che difficilmente è concesso, le quantità numeriche così ottenute, o in altri termini, i *campioni* da porsi a confronto colle misure analoghe della mappa, non potrebbero avere che un valore minore, a cagione della minor sicurezza con cui si possono eseguire le misurazioni.

In tali condizioni di terreno, è preferibile valersi della misura indiretta.

Collocato uno strumento distanziometrico sopra un punto O identificabile con sicurezza, si misurino le distanze da questo ad altri punti A B C... del terreno tutt'all'intorno, misurando contemporaneamente gli angoli (1), (2), (3), ecc.

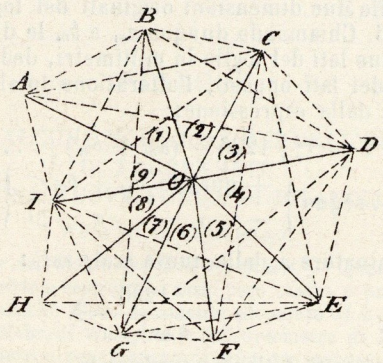


Fig. 22.

Raccolti questi elementi, il confronto delle misure radiali O A, O B, ecc., colle omologhe del disegno, potrà farsi immediatamente; ma a rendere più completa l'indagine e più degno di fede il risultato, converrà valersi degli elementi lineari ed angolari, raccolti per calcolare anche i lati A B, B C, A C..., ecc., sia risolvendo separatamente ciascun triangolo di cui si conoscono due lati e l'angolo compreso, sia assegnando al sistema di raggi un orientamento arbitrario qualunque sull'orizzonte del punto centrale, preso come origine, e trasformando in rettilinee ortogonali le coordinate polari dei vertici. Quest'ultimo mezzo è preferibile poichè più sollecito e più facile, potendosi impiegare con risparmio notevole di lavoro, il regolo calcolatore od il circolo logaritmico. Qualunque sia però il metodo prescelto, è d'uopo sempre ricordare che il confronto deve estendersi *a tutte le combinazioni* dei punti presi due a due, calcolandone la distanza in funzione degli elementi numerici dedotti.

L'analisi delle probabilità per lo studio della posizione più verosimile d'una linea di verifica, si può applicare anche al metodo d'irradiamento per la ricerca della posizione più probabile del centro del sistema di raggi sulla planimetria. Ottenuti gli elementi lineari ed angolari nel modo che si è detto, la posizione più probabile della stazione si determina stabilendola in quel punto che può scegliersi come centro del maggior numero d'intersezioni ottenute dai vertici del perimetro considerato, verso la stazione, con raggi rispettivamente uguali alle misure fatte sul terreno. Determinata questa, e tracciate sopra una carta trasparente tutte le visuali da essa condotte, valendosi degli elementi angolari misurati, la si sovrappone alla planimetria facendo coincidere il centro del sistema di raggi colla stazione fissata come si è detto. Facendo quindi ruotare tutto il sistema intorno ad essa, sarà facile determinarne l'orientamento in guisa da raccogliere o d'avvicinarsi al massimo numero possibile di punti, così da poterne stabilire le posizioni più probabili mediante i raggi misurati graficamente dal centro più verosimile della stazione a ciascuno di essi nella posizione che occupa sulla planimetria.

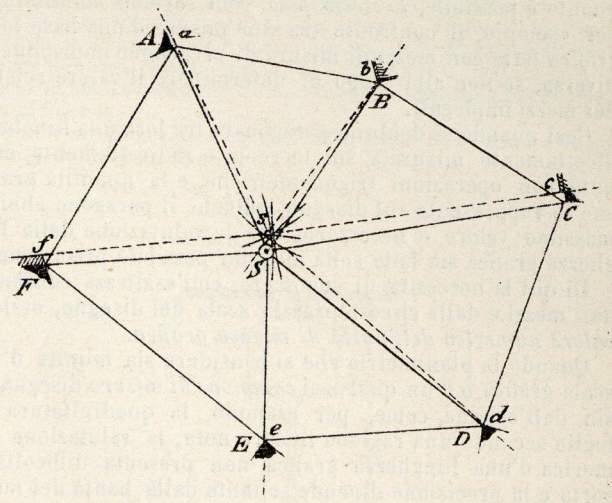


Fig. 23.

Le misure fatte poi tra questi punti così determinati e la stazione, permetteranno di sottoporre a confronto non soltanto le misure radiali, ma anche quelle tra due qualunque dei punti, deducendole o in funzione delle coordinate polari o di quelle rettangolari calcolate sulla nuova posizione dell'origine.

La fig. 23 dà un'idea abbastanza chiara del procedimento che non ha d'uopo di molte illustrazioni per essere compreso.

Il metodo d'irradiazione a misura indiretta non può, per altro, praticarsi con buon risultato che entro limiti ristretti, dipendenti dalla scala del disegno. Si sa che lavorando a scale non inferiori al duemillesimo, è consigliabile di non eseguire misurazioni indirette (cogli strumenti distanziometrici) superiori ai 200 metri; per la qual cosa il diametro di 400 metri dovrà ritenersi come massimo della zona verificabile per irradiazione indiretta. Converrà in tal caso moltiplicare gli assaggi così limitati, distribuendoli in modo razionale ed opportuno su tutta la zona che si sottopone ad esame, affinchè si possa, dal numero di questi, giungere a conclusioni sicure.

III. — Precedenza delle indagini.

È importante lo stabilire a quale delle due indagini, di cui abbiamo sinora discusso, convenga dare la precedenza.

Abbiamo veduto che la prima verifica soltanto lo scheletro, mentre la seconda esamina il dettaglio, valutando cioè l'entità del lavoro di correzione e di completamento, cioè l'importanza dell'aggiornamento da eseguirsi. Se il dettaglio si trova in condizioni tali da doversi respingere a priori ogni concetto di utilizzazione (*), poco importa se lo scheletro è anche attendibile; il lavoro occorrente per l'aggiornamento uguaglierebbe almeno quello necessario pel nuovo rilevamento e il costo delle due operazioni verrebbe ad essere pressochè uguale, ferma sempre la condizione finale a svantaggio del primo, quella di condurre inevitabilmente ad un risultato di valor geometrico molto minore nella migliore delle ipotesi.

È dunque evidente che *debba darsi la precedenza all'esame del dettaglio*, specialmente quando si tratti di lavori di grande estensione, come nel caso di mappe catastali.

IV. — Determinazione della scala del disegno.

Quando si debba stabilire un confronto tra due grandezze della stessa natura per determinarne il rapporto, è necessario che la loro valutazione numerica sia fatta con uguale precisione, in guisa che le grandezze paragonate abbiano, per

(*) È il caso della gran maggioranza delle mappe catastali del Veneto che, verificate nel dettaglio, dettero sino all'84 0[0 di confronti eccedenti le tolleranze, senza contare il molto lavoro di completamento che in talune di esse superava di gran lunga quello delle correzioni.

quanto è possibile, *lo stesso peso*. Non sarebbe ammissibile, per esempio, il confronto tra due misure d'una base topografica fatte con mezzi di misura di precisione notevolmente diversa, se non allo scopo di determinare il valore relativo dei mezzi impiegati.

Così quando si debbano paragonare tra loro una lunghezza direttamente misurata sul terreno, o indirettamente ottenuta con operazioni trigonometriche, e la quantità grafica che la rappresenta sul disegno, affinchè il paragone abbia il massimo valore è necessario che la valutazione della lunghezza grafica sia fatta colla maggior possibile precisione.

Di qui la necessità di conoscere, coll'esattezza consentita dai mezzi e dalle circostanze, la scala del disegno, ossia *il valore numerico dell'unità di misura grafica*.

Quando la planimetria che si considera sia munita d'una scala grafica o d'un qualsiasi *campione di misura* disegnatovi sin dall'origine, come, per esempio, la quadrettatura del foglio secondo una ragione lineare nota, la valutazione numerica d'una lunghezza grafica non presenta difficoltà di sorta e la precisione dipende soltanto dalla bontà del mezzo di misurazione grafica impiegato, dalla diligenza di chi opera e dalla maggiore o minore uniformità delle alterazioni subìte dalla carta.

Quando invece il disegno non sia stato munito di scala grafica sin dall'origine, la determinazione *esatta* della scala numerica è impossibile e fa d'uopo contentarsi di determinarla in via approssimata. Ne consegue che la valutazione numerica della lunghezza grafica non potrà farsi che con un grado d'approssimazione dipendente dalla determinazione più o meno approssimata della scala del disegno, e che quindi il confronto tra le misure sarà necessariamente affetto da un inevitabile errore.

Per la determinazione della scala approssimata si possono immaginare metodi diversi, a seconda del caso che si presenta. Essi derivano però tutti dai due principii fondamentali seguenti:

1° Due lunghezze simili stanno fra loro nel rapporto inverso dei denominatori delle rispettive scale;

2° Due aree simili stanno fra loro nel rapporto inverso dei quadrati dei denominatori delle scale.

Intendonsi per lunghezze od aree simili quantità lineari o di superficie che rappresentano una medesima grandezza vera (*).

Un metodo consigliato dalla Presidenza della Giunta superiore del Catasto consiste nel misurare sul terreno ed in varie direzioni una serie di lunghezze l_1, l_2, $l_3 \ldots l_n$, alle quali corrispondano sul disegno le lunghezze grafiche λ_1, λ_2, $\lambda_3 \ldots \lambda^n$.

Se si fa astrazione dagli errori di graficismo e si suppone uniforme in tutte le direzioni l'alterazione della scala, chiamato x il denominatore di questa, si dovrebbero avere le relazioni seguenti:

$$\lambda_1 x - l_1 = 0$$
$$\lambda_2 x - l_2 = 0$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$\lambda_n x - l_n = 0.$$

In realtà, invece si riscontreranno delle divergenze v_1, v_2, $v_3 \ldots v_n$, e si avranno le relazioni:

$$\lambda_1 x - l_1 = v_1$$
$$\lambda_2 x - l_2 = v_2$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$\lambda_n x - l_n = v_n .$$

Il valore di x più conveniente sarà espresso dalla formola:

$$x = \frac{\Sigma l}{\Sigma \lambda}$$

e la scala cercata sarà di $\frac{1}{x}$.

(*) Per la descrizione di questi metodi, veggasi in parte: *L'alterazione della carta nelle sue conseguenze sui piani topografici*, di G. Roncagli (*L'Ingegneria civile e le Arti industriali*, 1893).

Questo metodo si fonda però sull'ipotesi, non sempre accettabile in pratica, che le lunghezze λ_1, $\lambda_2 \ldots \lambda_n$ *non siano affette da errore proprio*, indipendente dalla scala e dal graficismo. Ne consegue ch'esso non può impiegarsi che per la determinazione della scala su planimetrie la cui precisione sia assicurata. Impiegandolo per la verificazione, si correrebbe il rischio di attribuire ad alterazione della carta tutti gli errori dovuti ad imperfezione del rilevamento originale o del suo trasporto in disegno e di accettare per x valori molto lontani dal vero.

Quando si debba determinare la scala d'una planimetria disegnata su fogli da riunirsi, come sarebbe appunto il caso delle mappe catastali disegnate su fogli rettangoli non muniti di scala grafica originale, l'unico mezzo ed il *meno incerto* è quello di sottoporre a confronto le misure grafiche dei lati del foglio (orli o lati di taglio) colle lunghezze numeriche originali di questi, quando siano conosciute. Per le mappe del catasto lombardo-veneto si sa, per esempio, che la somma delle due dimensioni originali del foglio è di millimetri 1236. Chiamando dunque a_m e b_m le dimensioni grafiche dei due lati del foglio in millimetri, dedotte prendendo le medie dei lati opposti, l'alterazione totale sarà data in millimetri dalla espressione:

$$V = \pm \{ 1236 - (a_m + b_m) \} \ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots \text{segno} \begin{cases} + \text{ quando } a_m + b_m < \\ - \quad \text{»} \quad \text{»} \quad > \end{cases} \text{di } 1236$$

e il denominatore x della nuova scala sarà:

$$x = \frac{1236}{a_m + b_m} \mathrm{N}$$

essendo N quello della scala originale.

Sebbene con minor frequenza, tuttavia si presenta qualche volta l'esempio di alterazioni sensibilmente diverse nei due sensi (larghezza ed altezza del foglio), e talvolta anche quello di alterazioni di segno contrario. La determinazione d'una scala media diventa allora impraticabile.

Volendo tuttavia valutare colla maggior possibile approssimazione le lunghezze grafiche misurate in varie direzioni del disegno, conviene tener conto dell'orientamento della linea misurata rispetto agli orli del foglio, presi, come si è detto, per campioni di misura.

Chiamando α quest'angolo d'orientamento (che nella pratica basta apprezzare ad occhio di 10° in 10°, o di 15° in 15°), contato da 0° a 90° rispetto ad uno dei lati preso come origine degli archi, la formola:

$$x = \sqrt{(\mathrm{N}_1^2 - \mathrm{N}_2^2) \cos^2 \alpha + \mathrm{N}_2^2}$$

nella quale N_1 ed N_2 rappresentano rispettivamente i denominatori delle scale dedotte lungo il lato d'origine e perpendicolarmente a questo, dà il denominatore della scala più conveniente per valutare le misure inclinate dell'angolo α al lato iniziale.

Questa formola si traduce con tutta facilità in una tavola, e quindi l'operazione riesce facile e spedìtiva.

Conclusioni.

Da quanto abbiamo sinora esposto, emerge la necessità di una preventiva esatta definizione dello scopo che si vuole raggiungere colla verificazione, perchè il giudizio finale sulla servibilità d'una vecchia planimetria, a scopo geometrico, possa essere sicuro. Chi si limitasse a verificare soltanto l'ossatura, farebbe sovente opera inutile e si esporrebbe in seguito, durante il lavoro di completamento, e sopratutto in quello di correzione, ad una continua lotta fra *la realtà della misura* e *la necessità grafica*, lotta sterile, a sostenere la quale non gli gioverebbero le buone regole e le risorse della geometria, e dalla quale egli non potrebbe uscire che vinto.

Io sarei ben lieto se di questa verità si persuadessero tutti coloro cui la professione conduce spesso a servirsi di vecchie planimetrie, e specialmente gl'ingegneri ed i geometri dediti alle operazioni del nuovo catasto geometrico italiano, affinchè si usasse da loro la massima prudenza prima di conchiudere

per la *possibilità*, e sopratutto per la *convenienza economica* di utilizzare le vecchie mappe a scopo geometrico. Vorrei che se ne persuadessero coloro che scrissero e scrivono affermando *assiomaticamente e senza fondamento alcuno di esperienza scientifica comparativa sul terreno e sul disegno*, la servibilità di queste o di quelle mappe catastali. Ristretta la interpretazione della *servibilità* al solo scopo fiscale, ogni verificazione preventiva diventa pressochè inutile, poichè sarà ben difficile che: stabilito implicitamente *a priori* che si debba *omettere la correzione*, la mappa, per quanto erronea ne sia la primitiva figurazione, non possa prestarsi ad essere *unicamente completata e messa al corrente*, a forza di transazioni colla misura, e quindi colla verità. Ma, *omessa la correzione*, è impossibile che il risultato riesca geometrico e possa in seguito acquistare valore civile e giuridico, come la legge vuole. Si avrà dunque così falsato lo scopo eminentemente civile di quella (*).

Bergamo, settembre 1894.

G. Roncagli.

FISICA

INTORNO AD ALCUNE MODIFICAZIONI DELL'AREOMETRO DI FAHRENHEIT E AD UNA NUOVA FORMA DI BILANCIA (**)

Nota di G. Guglielmo.

Modificazione dell'areometro di Fahrenheit. — Questo areometro quale viene descritto e costruito, è assai poco esatto e presenta molti inconvenienti, cosicchè viene raramente adoperato ed è ora sostituito dalle bilance di Mohr, di Westphal, e dall'areometro di Reimann, oppure dagli areometri a peso costante; i primi tre strumenti sono molto più esatti dell'areometro di Fahrenheit, gli altri lo sono meno, ma offrono il vantaggio di richieder brevissimo tempo per una determinazione.

Però le cause d'inesattezza e gli altri inconvenienti dell'areometro di Fahrenheit si possono eliminare nei modi descritti in questa Nota, ed allora esso per precisione e comodità non è inferiore alle bilance di Mohr, di Westphal e di Reimann, mentre per semplicità, facilità di costruzione e poco costo, uguaglia o è di poco inferiore agli stessi areometri a peso costante.

Gl'inconvenienti dell'areometro di Fahrenheit sono, parmi, questi che seguono:

1° e 2° Il tubo che congiunge bulbo e piattello e che porta il segno per l'affioramento non può essere molto sottile, come sarebbe utile per aumentare la sensibilità e diminuire gli errori causati dalla capillarità, perchè l'areometro riuscirebbe troppo fragile; così di solito si hanno entrambi gl'inconvenienti, l'areometro è fragile e non è sufficientemente sensibile nè preciso.

3° Immerso nei liquidi esso possiede poca stabilità, e se i pesi sono mal collocati sul piattello, o se il liquido è molto denso, facilmente avviene che l'areometro s'inclina, con pericolo che i pesi scivolino nell'acqua, o anche si rovescia.

4° Può avvenire più o meno frequentemente, che i pesi piccoli sfuggendo dalle pinzette caschino nell'acqua, o peggio nel liquido, che può essere corrosivo, e non è neppure raro il caso che per errore nell'apprezzare il peso necessario per ottenere l'affioramento l'areometro sprofondi nel liquido, e per lo meno si bagni il piattello (a ciò però si rimedia facilmente regolando l'altezza del recipiente e del liquido).

5° Occorre conoscere e aver presente, oppure determinare il peso dell'areometro e quello occorrente per ottenere l'affioramento al segno stabilito, nell'acqua; quindi spesso per ogni determinazione di densità occorre fare una pesata, ottenere due affioramenti (nell'acqua e nell'altro liquido) ed eseguire tre operazioni aritmetiche (due somme ed una divisione).

Questi inconvenienti sono tolti nelle forme di areometro rappresentate dalle figure 24 e 25.

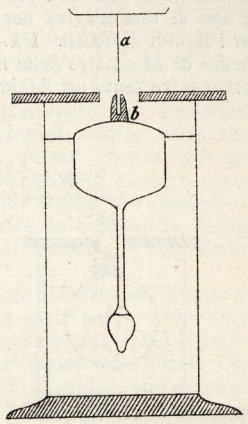


Fig. 24.

*

1° e 2°. Ho sostituito al tubo che congiunge bulbo e piattello, un filo di platino *a*, di circa 0,3 mm. di diametro, lungo 1 o 2 cm., il quale a un'estremità è fissato o saldato al piattello (in lamina sottile d'alluminio) e coll'altra estremità penetra liberamente, con debole attrito ma senza troppo giuoco, nel tubetto *b* che è chiuso in fondo e saldato alla sommità del bulbo. Questo tubetto è lungo 2 a 10 mm. ed ha il diametro di 2 a 3 mm. all'esterno e circa 0,3 mm. all'interno; è bene inoltre che esso sia esternamente un po' conico, o che almeno l'estremità libera sia arrotondata o appuntita, dimodochè non rimanga una superficie piana orizzontale; questa nel liquido produrrebbe un largo menisco che impedirebbe all'areometro d'obbedire all'azione dei piccoli pesi.

Così l'areometro non è più fragile di una boccetta o d'un altro areometro; venendo esso immerso fino al punto d'affioramento (a metà circa del filo di platino) nell'acqua o in altro liquido sposta volumi sensibilmente uguali di questi; siccome poi coll'aggiungere o togliere dal piattello 1 milligrammo, l'areometro dovrà immergersi o emergere di un tratto non piccolo (teoricamente circa 1 cm.), ne segue che anche la spinta (ossia il peso del liquido spostato) è determinata molto esattamente.

Essendo il filo di platino sottile, anche l'errore di capillarità è piccolo, inoltre esso potrebbe ancora essere ridotto, osservando per riflessione sulla superficie del liquido la grandezza del menisco, e cercando di ridurla al minimo valore coll'aggiungere sul piattello pesi minimi, insufficienti per fare immergere sensibilmente l'areometro, ma che agiscono sulla superficie liquida deprimendo il menisco. È comodo inoltre di far immergere l'areometro fino ad un punto qualsiasi (coincidente o no col punto d'affioramento) del filo di platino, e fare ai pesi del piattello la piccola correzione dovuta alla parte di filo di platino sporgente o immersa, e che si calcola o si determina coll'esperienza.

3°. Ordinariamente il bulbo degli areometri di Fahrenheit è cilindrico, oblungo e porta saldato a una estremità la zavorra, all'altra il tubo e poi il piattello. È invece utile per aumentare la stabilità dell'areometro galleggiante, che il bulbo sia sferico o meglio cilindrico schiacciato, che alla sua parte inferiore sia saldato un tubo piuttosto lungo il quale termina in basso colla zavorra, e che il tubo o filo fra bulbo e piattello sia piuttosto corto.

Difatti se chiamiamo Q la spinta esercitata dal liquido sul bulbo diminuita del peso di questo ed applicata al suo centro di figura, P il peso della zavorra e del tubo diminuito della spinta esercitata su essi dal liquido ed applicata all'incirca al centro della zavorra, P′ il peso collocato sul piattello, d e d' le distanze dei punti d'applicazione di P e P′ rispettivamente da quello di Q, l'areometro sarà in equilibrio se $P + P' = Q$ e se queste tre forze agiscono secondo una stessa verticale; l'equilibrio poi sarà stabile, indifferente o instabile a seconda che Pd sarà maggiore, uguale o minore di $P'd'$. Si ha quindi molto vantaggio ad aumentare d e diminuire d'.

Per altro è difficile che un areometro anche costruito nel modo suddetto e che è abbastanza leggero per galleggiare in un liquido dei meno densi, galleggi poi stabilmente quando viene fatto affiorare in

(*) A giustificare la supposta necessità di transigere colla precisione, taluni adducono il principio, non sancito da alcuna disposizione legislativa, che *si debba questa proporzionare al valore dei terreni*. Premesso che ciò non è punto concesso dalla legge di perequazione, la quale all'art. 2, definisce esattamente la particella catastale, senza distinzione alcuna che ne riguardi la produttività od il valore, è facile riconoscere la falsità di un tale postulato quando soltanto si pensi che fondamento essenziale d'un catasto probatorio, o destinato a diventarlo, non può essere che l'esatta rappresentazione geometrica della proprietà, qualunque ne sia o ne possa diventare in seguito il valor produttivo.

(**) Dagli *Atti della R. Accademia dei Lincei*, serie V, Rendiconti. Vol. IV, fasc. 2°. Gennaio, 1895.

Di questa Nota, presentata all'Accademia nei primi di luglio 1894, fu ritardata la pubblicazione per varie cause. Frattanto è giunta a conoscenza dell'autore della medesima una brevissima descrizione d'un areometro a peso del Lohnstein, che potrebbe presentare qualche somiglianza con qualcuno degli areometri descritti in questa Nota. L'A. non ha potuto ancora procurarsi la descrizione completa dell'areometro del Lohnstein, quale è comparsa nel *Z. für Istrumentenkunde* del 1894, per stabilire fino a che punto tale somiglianza esista.

un liquido p. es. di densità 2, quando cioè il peso sul piattello è quasi doppio di quello dell'areometro ed all'incirca quadruplo di quello della zavorra.

Perciò trovai più comodo di usare due areometri (o tre) uno pei liquidi meno densi dell'acqua, l'altro per quelli più densi. Oppure trovai anche comodo, specialmente per la costruzione, di usare un solo areometro B, nel quale il tubo al disotto del bulbo termina inferiormente con un uncino, al quale appendevo direttamente, o mediante un filo di platino, diverse bolle di vetro con mercurio, di peso diverso ma di volume uguale; una di esse serviva per i liquidi meno densi dell'acqua, un altro per i liquidi di densità 1 a 1,15, ecc.

Inoltre usando la forma di areometro della figura 25, descritta in seguito, un solo areometro serve tanto pei liquidi meno densi che pei più densi.

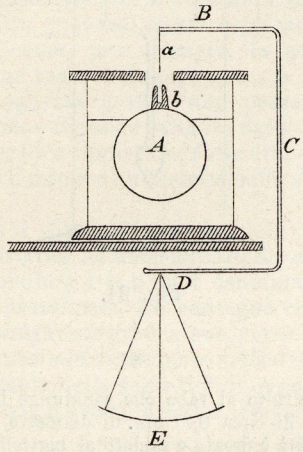


Fig. 25.

4°. Essendo il piattello separabile dal resto dell'areometro, si può coprire il recipiente che contiene l'acqua, o il liquido di cui si vuol determinare la densità, con un disco, p. es. di vetro, forato nel mezzo, pel cui foro si fa poi passare il filo di platino che si fa entrare nel tubetto *b*. In questo modo si eviterà che i pesi caschino nel liquido, o che l'areometro sprofondi o che si rovesci.

Inoltre se il diametro del foro è minore della differenza fra il diametro del recipiente e quello del bulbo, sarà impedito che questo venga a contatto colle pareti del recipiente; è vero bensì che il filo di platino andrà invece ad appoggiarsi contro l'orlo del foro, però spostando un pochetto il disco si potrà avere l'areometro libero e fermo, ciò che difficilmente s'otterrebbe con piccoli urti che è difficile regolare.

5°. Finalmente per evitare le operazioni aritmetiche si potrà prendere per unità di peso, il peso d'un volume d'acqua a 4° uguale al volume dell'areometro fino al punto d'affioramento, o piuttosto regolare questo volume in modo che esso alla temperatura media dell'ambiente sia p. es. di 10 cm^3. Si potrà inoltre regolare il peso dell'areometro colla zavorra, in modo che esso sia facile a rammentare, p. es. 6 per i liquidi meno densi dell'acqua, 10 per i liquidi più densi.

In tal modo il peso dell'areometro ed il peso occorrente per produrre l'affioramento nell'acqua (3,999 gr. a 15°) si verifica facilmente, e se p è il numero dei pesi collocato sul piattello per ottenere l'affioramento in un liquido, sarà $(p + 6) : 10$ (oppure $p : 10$), la densità del liquido cercato, che si potrà ottenere con molta esattezza mediante un solo affioramento e un facile calcolo mentale.

*

Un'altra forma d'areometro a volume costante, altrettanto esatta quanto le precedenti, ma di costruzione più facile e d'uso più comodo, è quella rappresentata nella figura 25 e derivante dall'areometro di Tralles.

Una bolla di vetro A, sferica, chiusa, porta saldato superiormente un tubetto *b* chiuso in fondo, lungo 2 a 8 mm. e del diametro di 2 a 3 mm. all'esterno, e 0,3 mm. circa, internamente. Un filo d'alluminio B C D, ripiegato due volte ad angolo retto e dalla stessa parte, tiene fissato all'estremità del braccio orizzontale superiore un filo di platino *a*, lungo 1 a 2 cm. e di circa 0,3 mm. di diametro, il quale s'adatta nel tubetto *b*. Inoltre un leggero piattello da bilancia in alluminio E, è sospeso al braccio orizzontale inferiore, sulla verticale passante per il filo di platino. Il recipiente che contiene l'acqua o l'altro liquido di cui si vuol determinare la densità è collocato su una mensoletta sporgente (o su un anello o disco d'un sostegno Bunsen), larga all'incirca quanto il recipiente, fissata all'altra estremità, in modo che il braccio inferiore del filo d'alluminio ed il piattello possano stare sotto il recipiente.

È utile che il volume della bolla, fino al segno d'affioramento nel filo di platino, sia alla temperatura media ambiente di 10 cm.^{3} e che il peso dell'intero areometro (bolla, filo di platino e d'alluminio e piattello) sia di 5 grammi; in tal caso immergendo la bolla nell'acqua a 15° occorrerà collocare nel piattello 4,999 gr. per farla immergere fino al punto d'affioramento, e se per un altro liquido occorrerà collocare p grammi, la densità di questo liquido sarà $(p + 5) : 10$.

Così con una sola operazione (tralasciando l'affioramento nell'acqua) e con un facile calcolo mentale si ha la densità del liquido.

Sarà utile verificare ogni tanto il peso dell'areometro ed il suo volume fino al punto d'affioramento, che varierà sensibilmente nel primo tempo dopo che è stata soffiata la bolla, per lo stesso fenomeno che produce lo spostamento dello zero dei termometri.

Quest'areometro galleggia stabilmente, senza rovesciarsi, anche nei liquidi molto densi; talvolta la bolla galleggia di traverso, ma vi si rimedia raddrizzando il filo di platino che deve essere sufficientemente rigido.

La sensibilità e l'esattezza di questo areometro sono le stesse come nell'areometro precedentemente descritto, ed è da notare che mentre nel determinare la densità d'un liquido col metodo della bilancia idrostatica, alle cause d'errore inerenti al metodo idrostatico si aggiungono quelle provenienti da possibili inesattezze della bilancia, con quest'areometro si hanno solo le prime cause d'errore, ed in quanto alla facilità delle operazioni essa non è diversa da quella d'una solita pesata, poichè i pesi si collocano sul piattello in qualsiasi posizione, senza pericolo che l'areometro si rovesci o s'inclini.

Esso può essere costruito da chiunque è in grado di soffiare una bolla all'estremità di un tubo di vetro e di tirare e chiudere esso tubo. Un po' di pratica e di pazienza si richiede per ottenere che la bolla sia esattamente di 10 cm.^{3}; è quasi impossibile di soffiare una bolla che sia esattamente di 10 cm.^{3} (a meno che non si usi uno stampo) e nel regolare il volume della bolla essa facilmente si guasta. Il modo col quale procedo è il seguente: fondo l'estremità d'un tubo di 8 a 10 mm. di diametro, lo chiudo e vi soffio una bolla minore di 10 cm.^{3}, di pareti non troppo sottili, e saldo all'estremità della bolla il tubetto *b* preparato prima. Verso quindi nella bolla tanto mercurio finchè il tutto pesi 10 grammi, la immergo nell'acqua coll'apertura in alto, essa s'immerge finchè il volume immerso è di 10 cm.^{3}, segno il punto d'affioramento, e tolta la bolla dall'acqua, colla fiamma da smaltatore assottiglio il tubo nel punto segnato, e ripeto la prova dell'immersione nell'acqua, quindi assottiglio ancora, e ripetendo queste operazioni posso determinare dove devo separare la bolla dal tubo in modo che essa abbia il volume di 10 cm.^{3} con un errore di pochi millimetri cubi. Tolgo il mercurio dalla bolla, poscia chiudo; compongo l'areometro della figura 25 e dal peso necessario per ottenere l'affioramento aumentato del peso dell'areometro deduco esattamente il volume; è facile poi aggiungere o togliere i pochi millimetri cubi per ridurre il volume esattamente uguale a 10 cm.^{3} Se occorre aumentare di poco il volume della bolla, si prende un filo di vetro di tal lunghezza da avere il volume mancante, lo si riduce in goccia e lo si aggiunge all'estremità inferiore e conica della bolla, procurando di non farla gonfiare menomamente.

Quest'areometro può servire altresì per determinare la densità di solidi, che si collocano prima sul piattello e poi s'immergono nell'acqua, appendendoli al piattello o alla bolla.

*

Nuova forma di bilancia. — Gli areometri di Nicholson, di Fahrenheit, di Reimann possono servire, come è noto, per determinare il peso dei corpi; però, eccetto l'ultimo che non differisce essenzialmente da una vera bilancia, essi si prestano male a tale scopo. Una gran parte del peso occorrente per vincere la spinta del liquido deve essere collocata come zavorra, per ottenere una certa stabilità che tuttavia non è molto grande e richiede cura nel collocare i pesi sul ristretto piattello; quindi, oltre agl'inconvenienti indicati per l'areometro, si ha quello della piccolezza dei pesi per cui esso può servire.

Invece l'areometro della figura 25 colle opportune modificazioni nella forma e nella grandezza si presta bene alla determinazione di pesi non piccoli con notevole esattezza.

Un pallone di vetro A, fig. 26, p. es. di 365 cm.^{3} di capacità, pesante 64 gr. contiene 120 gr. di mercurio, è turato con un tappo di sovero e uno strato di ceralacca, oppure con un tappo di gomma piuttosto basso, ed immerso capovolto in un recipiente B pieno d'acqua e collocato su una mensola C, o un anello d'un sostegno Bunsen. Al vertice del pallone trovasi fissato con ceralacca un disco di vetro *a* di 3 cm. di diametro, perpendicolarmente all'asse del pallone. Su questo disco si fa riposare un disco uguale *b* che è fissato con ceralacca ad un ago verticale d'acciaio *c* lungo 1 a 2 cm., spesso 0,5 mm., fissato a sua volta nel mezzo del braccio orizzontale E F, d'un rettangolo E F G H di filo d'alluminio di 2 mm. di diametro. Nel mezzo del lato orizzontale inferiore G H, che trovasi sotto il recipiente B, è appeso un doppio piatto di bilancia P Q in lamina d'alluminio.

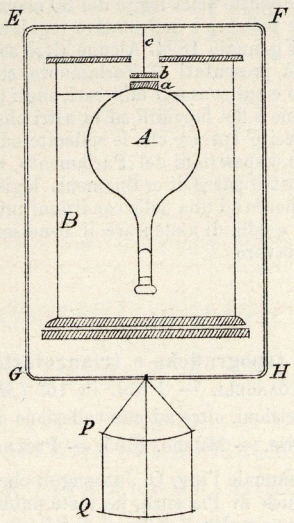


Fig. 26.

Collocando dei pesi in uno dei piatti, si fa immergere di più il pallone, e per un peso di circa 190 gr. esso s'immerge fino a metà dell'ago, e grazie alla sottigliezza di questo, basterà aggiungere o togliere un piccolo peso p. es. 5 mgr. perchè il pallone s'immerga di un tratto non piccolo. Collocando nell'altro piatto un corpo di cui si vuol conoscere il peso e togliendo pesi numerati dall'altro piatto finchè il pallone è immerso nuovamente fino allo stesso punto di prima, il numero di pesi tolto dà direttamente il peso del corpo suddetto.

Sarà opportuno riservare uno dei piatti per il corpo, e l'altro per i pesi numerati che devono formare una serie regolare con tutte le frazioni, le quali è bene che abbiano forma di cavalletti e siano collocate sui lati orizzontali del rettangolo. Prima di collocare i corpi sul piatto relativo, si stabilisce l'affioramento a un punto qualsiasi dell'ago con un po' di tara (p. es. pezzetti di carta) senza togliere pesi numerati e scompletare la serie.

Avviene spesso che l'aggiungere o togliere pesi minimi, non fa immergere o emergere sensibilmente il pallone trattenuto dall'adesione dell'acqua per l'ago e dalla tensione superficiale dell'ago. A questo inconveniente che diminuirebbe molto la sensibilità e l'esattezza della bilancia si rimedia solo in parte scuotendo il recipiente, o dando al pallone una spinta sempre nello stesso senso e possibilmente di ugual forza; gioverebbe molto usare petrolio invece di acqua, ma la grande variazione della densità del petrolio per effetto della temperatura potrebbe causare errori più gravi di quello che si vuol evitare.

Giova molto invece coprire l'ago con un sottile strato di paraffina (che giova anche per proteggerlo dall'ossidazione) ed aggiungere o togliere piccoli pesi finchè la superficie dell'acqua attorno all'ago è sensibilmente piana; ciò si riconosce facilmente osservando per riflessione l'immagine del contorno d'un oggetto, il quale presenterà una sporgenza verso l'ago, o una cavità di fronte all'ago, o apparirà non deformato a seconda che il liquido presso l'ago è sollevato, depresso o piano. Nel 1° caso il peso sui piatti è un po' troppo piccolo, oppure l'areometro emerge lentamente, nel 2° caso il peso è troppo forte, e l'areometro forse s'affonda lentamente, nel 3° caso la componente verticale dell'adesione, o della tensione superficiale è nulla ed inoltre l'areometro è fermo.

Riducendo dunque sempre il pallone ad immergersi fino ad un punto qualsiasi dell'ago, e riducendo il livello del liquido attorno all'ago ad essere piano, e facendo la piccola correzione per la porzione dell'ago del livello del liquido al segno d'affioramento, si può avere un'esattezza non inferiore al milligramma. Con un pallone più grande ed un ago di 1 mm. di diametro potei pesare fino a 400 grammi con una esattezza superiore al mezzo centigrammo.

La quantità opportuna di zavorra si determina sperimentalmente; essa deve esser tanto maggiore quanto più corto è il collo del pallone e quanto più sottile è l'ago. Se la zavorra è poca (p. es. 100 gr. nel caso descritto) la spinta del liquido fa flettere l'ago ed occorrerà aumentare il peso della zavorra o la sua distanza dal centro del pallone, o lo spessore dell'ago. Talvolta però l'ago si flette più o meno perchè il disco *b* non è ben collocato sul disco sottostante, ed allora sarà facile togliere la flessione, spostando convenientemente il disco suddetto.

Sebbene questa bilancia non sia suscettibile di tutta quella precisione che si può ottenere con un'ottima bilancia a leva, sebbene per ottenere tutta la precisione di cui essa è suscettibile si richieda forse maggior cura e attenzione che non nell'operazione abituale della pesata ordinaria, tuttavia questa nuova forma di bilancia possiede sulla bilancia a leva due vantaggi non lievi.

Uno di questi vantaggi è la facilità e la rapidità con cui può essere costruita da chiunque anche poco abile; l'altro vantaggio è che essa non è soggetta ad essere deteriorata. Una buona bilancia a leva richiede molta attenzione e molta cura in chi la usa, altrimenti perde rapidamente le sue buone qualità, non può quindi essere affidata ad allievi, mentre ciò non avviene per la bilancia areometro.

NOTIZIE

Commissione internazionale per l'unificazione dei metodi di esperimento dei materiali edilizî e da costruzione. — Lo sviluppo grandioso che in questa seconda metà del secolo hanno avuto i lavori pubblici, e l'arditezza ogni giorno maggiore con cui sono ideati ed eseguiti, non potevano a meno di richiamare l'attenzione dei tecnici sullo studio dei materiali da costruzione, indagandone le qualità, la resistenza ed il modo di comportarsi nelle varie condizioni in cui possono essere impiegati.

Però è tanta la varietà dei materiali e tanto sono difficoltose le esperienze sopra i medesimi, anche per la natura dei mezzi ed istrumenti necessari, che mal si potrebbe da singoli individui intraprendere studi pratici in proposito; perciò presso varie Scuole d'applicazione per gl'ingegneri e Società di strade ferrate si sono creati gabinetti speciali, in cui da vari anni si vanno facendo esperienze sui materiali da costruzione; ma questi studi, fatti generalmente per un determinato scopo, rimangono quasi isolati, e non possono avere quell'efficacia, a cui pure avrebbero diritto; e siccome non esistono ancora norme precise sul modo di condurli, vengono fatti con metodi e procedimenti assai differenti, dipendenti dalle persone che ne sono incaricate, dagli strumenti di cui dispongono e da tante altre circostanze; da ciò una grande difficoltà, anzi l'impossibilità di paragonare od anche solo di riunire e registrare i risultati ottenuti. Onde l'importanza delle esperienze fatte riesce grandemente menomata, e ridotto il valore di esse, che diventa affatto relativo.

Ad evitare tali inconvenienti e dare un indirizzo unico per i nuovi saggi da intraprendersi, affinchè si possa pervenire alla risoluzione dei più alti problemi che vi si riferiscono, si è pensato di chiamare ad un Congresso internazionale tutte le persone che si occupano di tali questioni o che vi hanno un interesse anche lontano. E perchè i lavori del Congresso possano compiersi rapidamente e con tutta quell'efficacia che si è in diritto d'attendere, e dal medesimo vengano stabilite norme sicure e precise sul modo di condurre le esperienze, si è pensato di ricorrere ad una Commissione internazionale permanente per l'unificazione dei metodi di esperimento dei materiali edilizî e da costruzione.

Alla testa di questo Comitato permanente trovavasi il compianto e tanto benemerito prof. Bauschinger; dopo la sua morte fu chiamato a supplirlo il non meno benemerito prof. Tetmajer, che da vari anni si è consacrato a questo ramo speciale di studi, e che vi ha già raccolto splendidi allori.

Questo Comitato permanente ha stabilito di tenere il V Congresso internazionale nei giorni 11, 12, 13 del prossimo settembre (1895) in Zurigo, ed invita tutti gli Ingegneri, Architetti, Costruttori ed Industriali italiani, che in modo speciale si interessano al ramo *materiali da costruzione*, a volere prender parte al Congresso medesimo (*).

Non è d'uopo insistere sull'importanza di questi lavori, ma non sarà inutile esprimere la speranza che gl'Ingegneri italiani abbiano a prendere parte attiva al medesimo. Fino ad oggi l'Italia si è quasi totalmente astenuta dal partecipare a quésti lodevoli intenti, diretti ad ottenere l'unificazione dei metodi e processi di esperimento dei materiali da costruzione: ma con danno per noi stessi. Egli è quindi necessario di uscire da un tale isolamento e di associarsi agli sforzi così ben diretti dei nostri colleghi di oltr'Alpe, apportando nell'opera loro il nostro contributo, che non potrà mancare di avere la sua importanza e il suo valore, non solo dal punto di vista scientifico e costruttivo, ma anche industriale ed economico.

G. S.

Per l'industria della madreperla in Italia (**). — Ad iniziativa dell'egregio ingegnere signor Dante Baldari, il quale passò vari anni in Africa e poi nell'estremo Oriente, a disposizione del Re del Siam, Taranto ha oggi l'onore di possedere per primo in Italia un vasto stabilimento per la lavorazione della madreperla. Dacchè la Colonia Eritrea è sotto la dominazione italiana, il Baldari ha sempre pensato a poter trarre qualche profitto da quelle Colonie a vantaggio del nostro

(*) Le adesioni, le quali non implicano alcun impegno pecuniario o sborso di denaro, si ricevono dal professore Tetmajer al Politecnico di Zurigo, e in Italia dal cav. Gaetano Crugnola, Ingegnere-Capo a Teramo.

(**) A complemento della notizia riportata dall'*Ingegneria Civile* a pag. 192, dicembre 1894.

paese; e quindi, senza badare a disagi e fatiche, ha cercato con ogni sua possa d'importare in Italia la lavorazione della madreperla, uno dei principali prodotti della regione africana. E in Taranto ha trovato nel banchiere signor Carlo Cacace, un degno coadiutore, dotato come lui di quello spirito d'intraprendenza per tutto ciò che torna a vantaggio e decoro del nostro paese. Ed il bravo ed intelligente giovane signor Baldari ha lavorato fidente e con tutta lena per vedere attuato il suo progetto, che compilò minuziosissimo, ed ebbe l'onore di meritare gli encomî del Consiglio Superiore del Ministero degli Esteri e gli auguri più calorosi per la riuscita della nuova impresa, destinata a fare concorrenza ai prodotti esclusivamente provenienti fin oggi da Vienna e Parigi.

Siamo infine lieti di apprendere che fra giorni il Direttore della Società industriale italiana per la madreperla, ingegnere Dante Baldari, intraprenderà il giro delle provincie del Regno allo scopo di compilare una statistica relativa al consumo della madreperla che si ha nei vari paesi; e prendere i necessari accordi coi principali consumatori.

(*Il Propugnatore*).

BIBLIOGRAFIA

I.

Studio sulle condizioni di sicurezza delle miniere e delle cave in Italia. — Pubblicazione del Corpo Reale delle Miniere (Direzione Generale dell'Agricoltura al Ministero). 1 vol. in 8° di pagine 292. — Roma, 1894. — Prezzo L. 3.

L'annunzio che la terza sessione del Congresso internazionale degli infortuni del lavoro sarebbe tenuta in Italia, determinava questo studio tecnico riassuntivo sulle condizioni di sicurezza delle nostre coltivazioni minerarie.

E questo studio venne pubblicato sotto forma di distinte monografie sui più importanti gruppi di miniere e cave del regno redatte dagli Ingegneri del Corpo Reale delle Miniere in conformità ad un programma loro prestabilito dall'Ispettore capo sig. N. Pellati.

Lo studio venne però limitato agli 8 gruppi seguenti:

1° Solfare di Sicilia (Ing. Enrico Camerana);
2° Miniere solfuree di Romagna (Ing. E. Niccoli);
3° Miniere lignitifere (Ing. P. Toso);
4° Miniere metallifere di Sardegna (Ing. M. Anselmo);
5° Miniere di ferro dell'Isola d'Elba (Ing. P. Toso);
6° Cave di marmo delle Alpi Apuane (Ing. Lodovico Mazzetti);
7° Cave di pozzolana dei dintorni di Roma (Ing. L. Demarchi);
8° Cave di tufo dei dintorni di Napoli (Ing. Ottone Foderà).

Il proemio al libro fa notare che la ricerca sistematica e continua dei casi di infortunio e delle loro conseguenze non cominciò che dall'anno 1879, in cui si intraprese la regolare pubblicazione della relazione annuale sul servizio minerario che a partire dal 1883 prese il nome di *Rivista del servizio minerario in Italia* (1). Ed anzi la statistica degli infortuni sul lavoro delle *cave*, meno agevole a farsi che quella delle *miniere* pel numero molto maggiore delle lavorazioni e per la minore facilità delle constatazioni, non potè ottenersi in modo sufficientemente comprensivo che molto più tardi, ed il primo saggio generale di statistica degli infortuni delle cave italiane venne alla luce nella Rivista del 1890.

Dalle tabelle statistiche degli infortuni avvenuti nelle miniere e cave nel ventennio 1874-93, che nel libro del quale parliamo precedono le monografie sovra indicate, l'Amministrazione ha potuto trarre le seguenti conclusioni di fatti:

1° Le miniere che in Italia presentano condizioni intrinseche maggiormente pericolose sono quelle di solfo in Sicilia. Vengono quindi quelle parimenti di solfo della Romagna e delle Marche, poi le cave di marmo delle Alpi Apuane e quelle di pozzolana e di tufo dei dintorni di Roma e di Napoli.

2° Le cause più frequenti degli infortuni sono:

a) nelle solfare e miniere solfuree, in prima linea i crolli dei cantieri, gli scoscendimenti e distacchi di roccie e del minerale dal tetto degli scavi, poi gli incendi, le esplosioni e gli svolgimenti di gas asfissianti o deleterî;

b) nelle cave di marmi i distacchi di roccia e le proiezioni delle fronti di scavo determinate dal modo di abbattimento o da mine mal proporzionate e gli investimenti nei trasporti dei massi per lizze o per abbrivo;

c) nelle cave di pozzolana e di tufo, le diramazioni delle pareti ed i cedimenti del tetto per soluzioni di continuità nella massa, o per sottoscavi imprudentemente eseguiti dagli operai.

(1) *L'Ingegneria Civile* d'allora in poi ha sempre dato ogni anno un esteso sunto di tale rivista.

Quanto alle misure preventive contro i segnalati infortuni, desse hanno già formato oggetto della legge del 30 marzo 1893 sulla polizia delle miniere, cave e torbiere e del relativo regolamento approvato col regio decreto del 14 gennaio 1894. Alcune altre sono implicite in altri progetti di legge già presentati al Parlamento, come in quello sulle servitù di passaggio e sui consorzi minerari, sugli infortuni del lavoro, sul lavoro delle donne e dei fanciulli ed in altri che trovansi in preparazione; per cui è lecito sperare che le sollecite cure del Governo, secondate dalle buone disposizioni del Parlamento, riesciranno fra non molto a dotare il nostro paese di ordinamenti legislativi sufficienti a provvedere efficacemente ad una delle condizioni precipue del progresso industriale, quale è quella di assicurare il benessere dell'operaio e la sua incolumità sul lavoro.

G. S.

II.

Triangolazioni topografiche e triangolazioni catastali, dell'ing. Odoardo Jacoangeli. — 1 vol. in 16° (*Manuale Hoepli*) di pag. 240 con 32 incisioni, oltre ad una collezione di 32 registri di calcoli e tavole ausiliarie. — Milano, 1895. — Prezzo L. 7,50.

Sotto forma di manuale l'ing. O. Jacoangeli che insegna topografia nel R. Istituto tecnico di Piacenza, ha testè pubblicate le norme teoriche e pratiche per procedere nei lavori di triangolazioni topografiche e catastali alle quali spesso devono ricorrere gli Ingegneri ed i loro aiutanti.

Colla scorta delle *Disposizioni di massima relative al riordinamento dell'Imposta Fondiaria*, pubblicate in Roma per cura del Ministero delle Finanze negli anni 1889-90-92 e colle norme suggerite dall'esperienza propria, l'Autore si addentra e svolge in modo più che sufficiente per i bisogni della pratica il problema del rilevamento e della calcolazione di una rete *triangolare* quando questa si stende sopra territori nei quali siansi già eseguite triangolazioni geodetiche.

I molti esempi e quadri che illustrano l'opera rendono chiara l'esposizione che l'Autore fa di ogni parte trattata, ma con rincrescimento dobbiamo far notare che all'Autore sfuggirono alcuni errori di concetto nella parte che riguarda le *verifiche e correzioni del teodolite*, mentre converrebbe insistere molto su di esse, inquantochè le applicazioni della matematica alla compensazione delle poligonali e delle reti triangolari a nulla giovano senza la perfetta conoscenza degli strumenti dai quali si deducono gli elementi di calcolo.

Il prezzo del manuale è riuscito un po' elevato a motivo dei 32 registri portanti tutti un esempio di calcolo e del modo di servirsene. Ma l'esposizione dei vari capitoli, per quanto ridotta a sole 240 pagine di piccolo formato, è riuscita bene ordinata, e adatta tanto a chi aspira alla carriera catastale quanto al libero professionista.

Aspettiamo che l'Autore dia alla luce gli altri due manuali, uno sulle *Poligonazioni* e l'altro sul *Rilevamento parcellare* che ha promesso di prossima pubblicazione, e siccome questi nuovi manuali formeranno parte indivisibile di quello già pubblicato, non dubitiamo che l'Autore vi aggiungerà alcune pagine da sostituire a quelle poche che nell'attuale manuale contengono sviste e dimenticanze tali da non potersi ad esse ovviare con una semplice errata-corrige.

Vittorio Baggi.

Sono pure pervenute alla Direzione le seguenti altre pubblicazioni dai loro Autori od Editori:

Introduzione alla teoria matematica della elasticità, di Ernesto Cesarò, Professore ordinario nella R. Università di Napoli. — Un vol. in 8° di pag. 213. Torino, Fratelli Bocca, Editori, 1894. — Prezzo L 6.

È il primo di una serie di volumi sulle *Matematiche superiori*, che l'autore si propone di pubblicare, e costituiscono il sunto delle lezioni da lui fatte in sostituzione del prof. Battaglini, durante l'anno scolastico 1892-93.

Progrès des constructions maritimes, par Jules Gaudard, ingénieur, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne. — Op. in-8° di pag. 88. Estr. dal *Bulletin de la Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes*. — Lausanne, 1895.

Ing. Carlo Medina. — Le applicazioni recenti dell'aria compressa. — Parte 1ª. — Op. in-8° gr. di pag. 80. Estr. dagli *Annali della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani*. — Roma, 1895.

Ing. Filippo Giordano. — Napoli, il suo golfo e le sue colline. — Progetto tecnico-economico in armonia cogli interessi generali d'Italia. — Op. in-8° di pag. 98, con una planimetria delle opere da costruirsi al Vomero. — Napoli, presso l'Autore, villa propria al Vomero, 1894.

L'alcool. — Fabbricazione e materie prime, di Filippo Cantamessa. — Op. in-16° (Manuali Hoepli) di pag. 307, con 24 incisioni. — Milano, 1895. — Prezzo L. 3.

Sacheri Giovanni, *Direttore*. Tip. e Lit. Camilla e Bertolero, Editori. Paolo Mariano, *Gerente*.

Fig. 1. — 1:10.

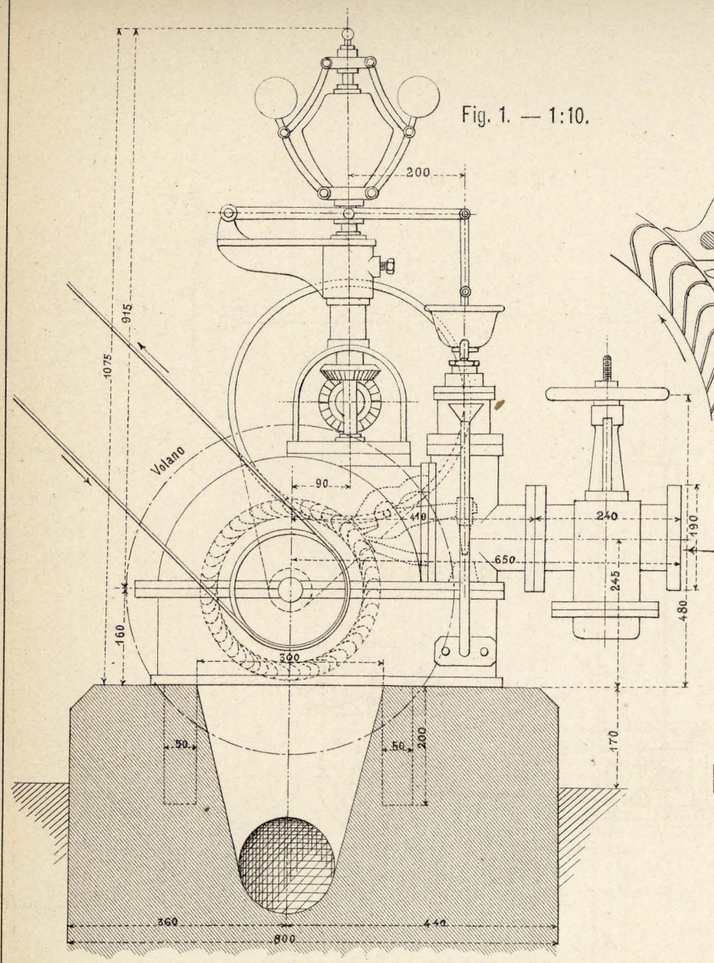


Fig. 2. — 1:4.

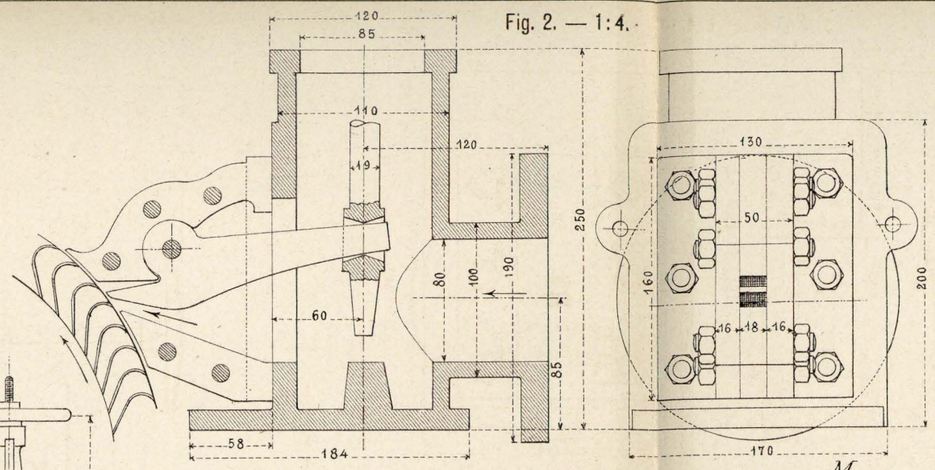


Fig. 3. — 1:10.

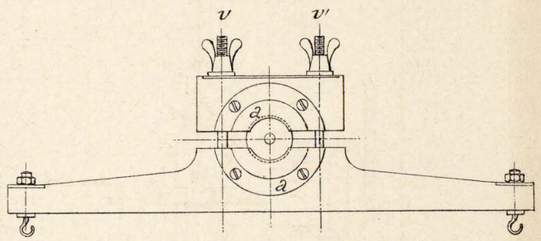


Fig. 8. — 1:10.

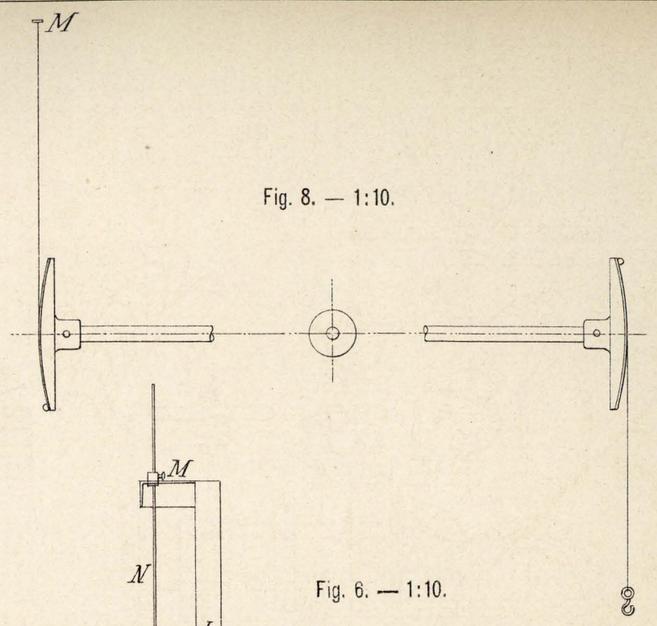


Fig. 6. — 1:10.

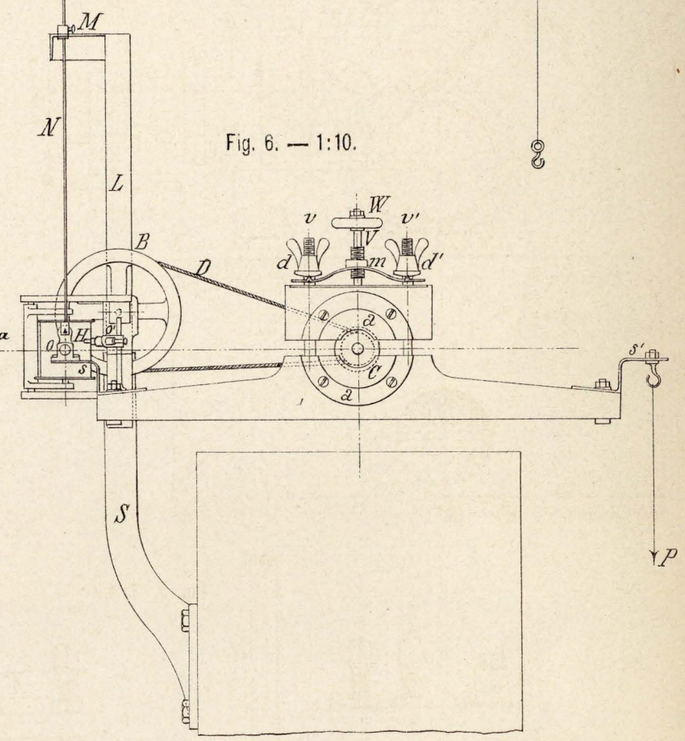


Fig. 4. — 1:10.

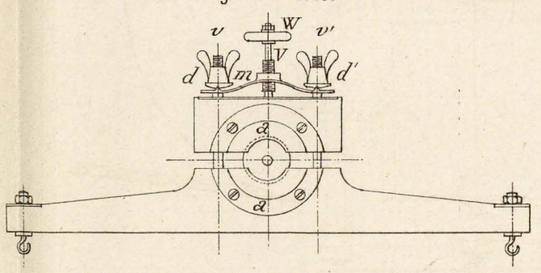
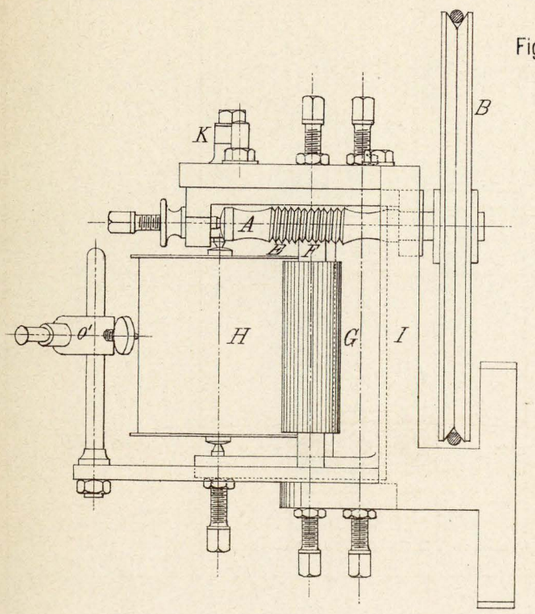


Fig. 5. 1:4.



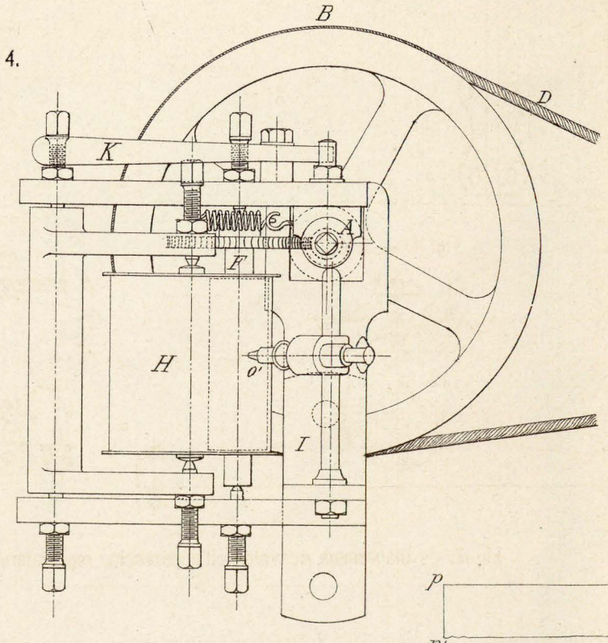
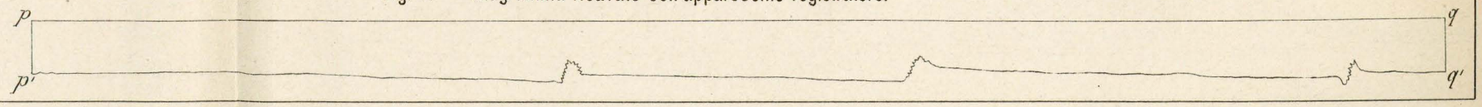


Fig. 7. — Diagramma ricavato coll'apparecchio registratore.



Tip-Lit. Camilla e Bertolero, editori - Torino

APPLICAZIONE DI UN APPARECCHIO REGISTRATORE AD UN FRENO DINAMOMETRICO.