ANNO II. 1° Novembre 1876 NUM. 11.

L'INGEGNERIA CIVILE
E
LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Ogni numero consta di **16** pagine a due colonne **in-4° grande,** con coperta stampata, con **incisioni** nel testo e **disegni** litografati in tavole a parte.

Le lettere ed i manoscritti relativi alla compilazione del Giornale vogliono essere inviati alla **Direzione** in **Torino, Via Carlo Alberto, 4.**

Il prezzo d'associazione PER UN ANNO **è di Lire 12 in Italia e di Lire 15 all' Estero.**

Per le associazioni, le inserzioni, i pagamenti, ecc. rivolgersi agli EDITORI **Camilla e Bertolero** in **Torino, Via Ospedale, N. 18.**

Non si restituiscono gli originali nè si ricevono lettere o pieghi non affrancati.

Si annunziano nel Giornale tutte le opere e gli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

SOMMARIO.

IL CONGRESSO
DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI ITALIANI
DA TENERSI IN ROMA
PER DISCUTERE SULLA QUESTIONE PROFESSIONALE

Nell'ultimo Congresso degli scienziati tenuto a Palermo erasi lamentato come da parecchi anni non si facesse distinzione fra gli ingegneri che si assoggettano al lungo tirocinio degli studi universitari e delle scuole di applicazione, e quelli che sono abusivamente chiamati ingegneri ed esercitano la professione dopo avere compiuto soltanto gli studi secondari, o dopo aver fatto una pratica empirica senza studio alcuno. Quel sapiente Consesso emise un voto affinchè il Governo emanasse qualche disposizione di legge per questa classe di professionisti nell'interesse dei buoni studi e del progresso dell'arte.

Nel Congresso degli ingegneri che ebbe luogo lo scorso anno in Firenze, fu pure portata in campo una tale questione e si è deliberato di far presentare al Parlamento un progetto di legge che a questo scopo aveva già formulato l'Associazione degli ingegneri ed architetti di Napoli.

Se non che, a meglio raggiungere l'intento a cui mirarono gl'intervenuti ai Congressi anzidetti, fu creduto utile da molti ingegneri di promuovere un nuovo Congresso da tenersi in Roma nel corrente anno, all'oggetto di discutere intorno ad alcune modificazioni da introdursi nel succitato schema di legge e perchè le proposte da inoltrarsi al potere legislativo corrispondessero pienamente allo scopo e fossero vere inspirazioni di tutti coloro che esercitano la professione.

Lo scopo del progetto sarebbe adunque — di definire e stabilire i limiti delle attribuzioni di quelli che esercitano professioni affini alla ingegneria; — di stabilire le norme alle quali devono attenersi le autorità giudiziarie ed amministrative nel dare incarichi per lavori tecnici o nell'approvarli; — e di istituire nel regno dei collegi fra coloro che esercitano con diritto la professione.

Allo scopo pertanto di riunire gli ingegneri ed architetti del regno e di poter ottenere dai poteri dello Stato quei provvedimenti che sono necessari a conseguire l'intento e segnatamente a rimediare alla facilità con cui *dai Tribunali e da altre pubbliche Amministrazioni, si affidano operazioni delicate, e di gravi conseguenze per tutti, a persone che non ne sono punto capaci,* si è costituito un Comitato promotore di oltre trecento ingegneri, i quali fanno appello ai loro colleghi invitandoli a fare adesione al loro programma.

Detto Comitato s'incarica di far nota l'epoca nella quale sarà tenuta l'adunanza e di comunicare ai non intervenuti le deliberazioni che saranno state prese (1). Per parte nostra non faremo che qualche osservazione.

Teoricamente parlando noi non possiamo anzitutto dare un gran valore ad un puro e semplice diploma di laurea, ancorchè sia il medesimo emanato dalle primarie e più celebrate scuole del mondo. Pur troppo l'esperienza ci prova che anche sui banchi delle migliori scuole di applicazione del regno pullulano *in maggioranza* le più condannevoli mediocrità e che queste tardi o tosto finiscono sempre per arrivare alla meta. Per essi non è che una questione di tempo. Siamo usciti dalle Università (questo è il loro ragionamento), siamo giunti così presso alla fine della lunga e

(1) I professionisti che intendono fare adesione a codesto programma dovranno indicare, oltre il nome e cognome e patria, i titoli e gradi accademici conseguiti ed il luogo di loro residenza, e non potranno prendere parte al Congresso se non giustificheranno di appartenere a qualcuna delle seguenti categorie:

1° Ingegneri ed architetti matricolati nelle Università o nelle scuole di applicazione o negli istituti tecnici superiori;

2° Ingegneri del Genio civile, del Genio militare e di altri uffici governativi in attività di servizio od in ritiro;

3° Laureati in matematiche a tutto l'anno 1862, professori di matematiche delle regie Università, delle Scuole superiori di applicazione e professori di architettura superiore nelle regie Accademie di belle arti.

Le adesioni vogliono essere rimesse in Pisa al Comitato centrale dell'Associazione degli ingegneri ed architetti toscani che funziona provvisoriamente come Comitato esecutivo per il Congresso di Roma.

penosa carriera scolastica; i nostri parenti hanno fatto per noi tanti sacrifici, e voi, chiarissimi professori di mente sublime, di cuore paterno, ci vorreste ora rovinare?

Ben lontani dal disconoscere la gravità di codesta argomentazione, alla quale anzi moltissime volte abbiamo reso noi stessi un doveroso tributo, non vogliamo neppure risalire alle cause di uno stato di cose a cui non sapremmo recare rimedio; essendochè fra l'Italia — i cui numerosi istituti di istruzione superiore rigurgitano in ogni anno di allievi di tutte le capacità e di tutte le condizioni, dai più fervidi ingegni i quali non hanno d'uopo che di studio e di applicazione, di biblioteche e di gabinetti, a quelli più tranquilli che abbisognano pure di lezioni continue, di aiuti pazienti e di bravi maestri — e la Francia, la Germania ed altre nazioni i cui istituti ancor più celebrati e più conosciuti contano relativamente un numero di scolari molto minore, ossia non hanno che i più eletti, preferiamo ad ogni modo l'Italia.

Nè punto crediamo che valga ad accrescere l'importanza pratica dei diplomi una esagerata difficoltà negli esami, al buon successo dei quali contribuisce per novanta su cento un'attitudine scolastica tutta particolare, aiutata da facoltà mnemoniche naturali — attitudine e facoltà che in maggiore o minor grado, ma colla sola buona volontà, tutti riescono ad accrescere e perfezionare nella filza d'esami di una lunga carriera scolastica.

È anzi per questo motivo, che ad eccezione di poche e ben spiccate individualità le quali si impongono sempre da loro stesse in ogni loro atto, e sotto qualsiasi forma di esperimento, il risultato complessivo degli esami, i quali trovano poi la loro sintesi in un diploma di laurea, quasi nulla ci dice intorno a quel sano criterio pratico di colui che da solo, a tavolino, e colla scorta dei proprii studi e dei libri di cui dispone, traccia ed esamina sotto i diversi aspetti tecnici ed economici la soluzione pratica di un qualsiasi problema che non sarà mai nei termini precisi di quelli che studiò isolati e risolti sulle memorie di scuola e sui programmi d'esame.

Da questo punto di vista considerato, un diploma di laurea non potrà mai ritenersi, siccome taluni vorrebbero, quale una guarentigia illimitata e sufficiente, dietro di cui qualsiasi amministrazione trincerandosi, possa rimanere prosciolta dalla propria responsabilità, anche per ciò solo che si riferisce alla tecnica abilità delle persone prescelte. Essendochè, lo ripetiamo, l'avere un diploma è per alcuni una questione di tempo, di spesa e di buona fortuna; — e il non averlo?.... non può provare la deficienza di studio e di abilità, può essere prova tutto al più di una mancanza di opportunità, di una contrarietà di circostanze, alle quali nè punto nè poco provvede l'effimera libertà d'insegnamento di cui ora godiamo, e che i fatti dimostrano essere la negazione perfetta d'ogni libera e franca manifestazione dell'umano pensiero.

Ma con tuttociò, come abbiamo detto fin da principio, nel fare questa prima osservazione noi ci siamo posti da un punto di vista *teorico* affatto, e quasi inconscii del mondo nel quale si vive, inconscii delle brighe moltissime a cui dà spinta in ogni istante la molla dell'ambizione o del guadagno, e spesse volte quella del bisogno; inconscii dei molti inconvenienti, dei più gravi impicci, delle penose conseguenze che tuttodì si verificano in ogni ordine di fatti pubblici e privati, e che sono da attribuirsi alla imperizia di persone tecniche o sedicenti tali le quali assunsero impegni inadeguati alle deboli loro forze; sovente ancora alla poco lodevole condotta di certe amministrazioni che vanno in cerca di cotestoro allo scopo appunto di creare uno stato di cose che se non è il più razionale, è però il più consentaneo a certi interessi privati.

Non abbiamo infatti che a volgere intorno lo sguardo per trovare esempi molteplici e varii; e questi esempi si trovano ripetuti in tutti indistintamente i comuni d'Italia. Quanti studi sul terreno, fatti allo scopo di segnare una linea di comunicazione la più naturale, non hanno in definitiva servito ad altro scopo che a porre esattamente in rilievo la nissuna capacità dell'operatore! Quanti progetti di strade tracciati senza criterio da periti inesperti e poi raccappezzati al tavolino col concorso inevitabile di consiglieri interessati, di avvocati e poeti, e per ultimo dall'autorità superiore troppo leggermente esaminati, si rivelano all'atto pratico di quasi impossibile esecuzione, e necessitano in alcune parti essenziali varianti sempre difettose, di esecuzione costosa, e di più costoso mantenimento! E che diremo delle interminabili liti a cui dànno luogo codeste varianti le quali poi si risolvono sempre in un aggravio enorme pei contribuenti?

Un'ultima osservazione vorremmo fare poichè se ne presenta l'occasione, ed essa riguarda l'imperfetto e troppo pericoloso sistema invalso già da qualche tempo ed ora grandemente in vigore, per quanto almeno le leggi lo permettano, degli *arbitramenti* in questioni complesse dove cogli interessi materiali restano coinvolti studii ed apprezzamenti di questioni tecniche. Quali titoli invero, e quali prerogative si richiede, giuridicamente parlando, all'arbitro, a cui la legge concede un'improvvisata patente di infallibilità? Fate che venga da un ingegnere a chiare note provato che gli arbitri hanno preso un granchio a secco, non è forse vero che dai vizii di forma in fuori, il granchio a secco dell'arbitro avrà nullameno forza materiale di legge, e che il diploma dell'ingegnere non ha che quella morale della verità?

Non è nostro intendimento di addentrarci per ora in così spinosi argomenti; noi li abbiamo semplicemente accennati solo per far comprendere in virtù di quali motivi abbiamo fatto volentieri adesione al prossimo Congresso di Roma. Ma ci dichiariamo fin d'ora ben poco propensi a qualsiasi disposizione che vincoli in alcun modo i liberi studi, o suoni restrizione della libertà d'esercizio; poichè la nostra opinione, che crediamo abbastanza fondata, sul valore attuale dei diplomi, non ci lascia purtroppo sperare che i provvedimenti i quali potranno proporsi siano per bastare al rimedio degli innegabili mali che tutti lamentano.

G. S.

IDRAULICA PRATICA

ESAME DELLA NUOVA FORMOLA PER IL CALCOLO DELLA PORTATA DEI FIUMI E CANALI

proposta dai signori GANGUILLET *e* KUTTER.

(*Comunicazione dell'ingegnere* A. BAZAINE *alla Società degli Ingegneri Civili di Francia in seduta del* 7 *aprile* 1876).

1. L'ingegnere Bazaine, avendo avuto ad occuparsi del progetto di un canale in Italia, ebbe pure occasione di applicare la formola più recente di Ganguillet e Kutter.

Codesta formola, che aveva già formato oggetto di studio in Francia al signor Bazin, ingegnere di ponti e strade, nelle *Annales des ponts et chaussées* del 1871, trovasi esposta con tutti i suoi particolari in due memorie pubblicate nel 1869 e nel 1870 dal signor Kutter, ingegnere a Berna. L'ultima di queste memorie è stata tradotta in lingua italiana nel 1871 dal signor Dal Bosco che ne fece comunicazione al Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano; l'illustre matematico Brioschi accompagnò la traduzione della memoria con una sua prefazione, e il traduttore vi aggiunse pure alcune note ed alcuni commenti.

Il signor Bazaine è di parere che il lavoro di Kutter meriti d'essere più conosciuto in Francia di quanto lo abbia potuto essere colle poche pagine di critica che il Bazin vi ha dedicato e manifesta il desiderio che gli Ingegneri prendano vivo interessamento ad una questione ancora troppo oscura e di cui hanno ciò nondimeno sì sovente ad occuparsi.

I.

2. Prima del 1850 le formole di Prony e di Eytelwein, basate su limitato numero di esperimenti dovuti a Dubuat, o a qualche idraulico tedesco, erano le sole formole impiegate dagli Ingegneri; e quelle formole si trovano ancora registrate oggidì nei trattati classici d'idraulica i più riputati, non meno che nei diversi prontuarii.

Ma verso cotest'epoca, e quasi simultaneamente, Darcy e Bazin da un lato, e gli ingegneri militari-americani Humphreys e Abbott dall'altro, in seguito a molte esperienze eseguite in condizioni diversissime, fecero fare a questa questione un nuovo passo, introducendo nelle formole alcuni elementi dei quali per lo innanzi non erasi tenuto conto.

Così, mentre nella formola di Tadini, derivata da quella di Eytelwein,

$$V = c\sqrt{RI}$$

il coefficiente c era costante ed uguale a 50 se prendesi il metro per unità di misura, il Darcy aveva trovato invece che codesto coefficiente variava grandemente collo stato di scabrosità delle pareti e colle dimensioni del canale; vi sono poi certi casi in cui il coefficiente c dipende pure dalla pendenza, siccome l'ha dimostrato il Bazin sperimentando in canali artificialmente preparati. D'altra parte le molte osservazioni fatte sul Mississipì e suoi affluenti, pubblicate nel 1861, e rese più note in Francia dal lavoro dell'ingegnere Fournier nel 1867, tendono a sminuire l'influenza delle pareti e delle dimensioni della sezione per dare maggiore importanza a quella della pendenza.

Non intendesi menomamente di discutere le esperienze fatte al Mississipì, già avendolo fatto a sufficienza il Bazin; ma è d'uopo d'insistere su questo fatto, abbastanza importante a ben intendere la formola di Kutter, che cioè quelle esperienze si sono eseguite su corsi d'acqua di grandiose proporzioni e di piccolissima pendenza, e che la formola di Humphreys ed Abbot contiene un coefficiente che varia rapidamente colla pendenza, di guisa che essa diventa affatto inapplicabile all'infuori dei limiti delle esperienze che vi hanno dato luogo, e segnatamente per i canali di maggiori pendenze sperimentati da Bazin, pei quali anzi la variazione avverrebbe in senso opposto, e l'influenza della pendenza diventa piccolissima per rapporto a quella del raggio medio, e dello stato di scabrosità delle pareti.

Così pure non noteremo che di passaggio le formole del Saint-Venant, di Gauckler, di Hagen, di Bornemann nelle quali tutte il rapporto $\frac{RI}{U^2}$ è espresso da un monomio della forma

$$\frac{RI}{U^2} = \frac{bI^\alpha}{R^\beta U^\gamma}$$

α, β, γ essendo frazioni; mentre nelle formole di Darcy e Bazin, di Humphreys ed Abbot, di Ganguillet e Kutter questo rapporto è invece espresso con una funzione binomia.

II.

3. È indispensabile nel presentare la nuova formola di far vedere ad un tempo, come i due ingegneri svizzeri vi siano stati condotti.

Una memoria dell'ing. Kutter, pubblicata nel 1868 nell'*Allgemeine Bauzeitung*, incominciava ad esporre i risultati dell'applicazione delle formole di Eytelwein, di Darcy e Bazin, di Humphreys ed Abbot a certe misure dirette, eseguite a più riprese su di alcuni torrenti e canali della Svizzera.

Il risultato di tali calcoli comparativi è che nissuna di quelle formole potrebbe rispondere comprensivamente a tutti quei risultati di esperienza; e che per arrivare ad una formola generale è necessario modificare la formola di Darcy e Bazin, introducendovi l'influenza della pendenza ed un coefficiente variabile a seconda della natura delle pareti per rappresentare le differenti serie di esperimenti.

In tale intendimento parve necessario raccogliere tutte le esperienze esistenti, ed eseguirne molte altre di nuovo, ponendosi nelle migliori condizioni di esattezza per la misura delle velocità, curando la registrazione di tutti i dati, e la descrizione precisa della natura e della forma delle sezioni dei differenti corsi d'acqua.

Da questi lavori minuti ed accurati ebbero origine le due memorie a cui si è più sopra accennato.

La prima fu pubblicata nel 1869 dallo *Zeitschrift des œsterreichischen Ing. and Archit. Vereins*, e dà l'esposizione analitica della formola generale di Ganguillet e Kutter, e presenta un quadro di confronto di questa formola coi risultati di 210 esperienze, oltre ad alcune tavole e ad un tracciato grafico per le applicazioni pratiche.

La seconda memoria assai più estesa fu pubblicata nel 1870 dall'*Allgemeine Bauzeitung*; essa ha per titolo *Nuove formole per il movimento dell'acqua nei canali e corsi d'acqua a letto regolare*, e contiene uno studio critico di tutte le formole precedentemente adoperate o proposte.

Ma per tutto ciò che segue è bene attenersi preferibilmente alla prima, siccome quella che dà una esposizione completa della questione di cui si tratta.

La formola generale proposta dai signori Ganguillet e Kutter è la seguente:

$$\frac{v}{\sqrt{RI}} = c = \frac{23 + \frac{0,00155}{I} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{I}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Vediamo tosto quali ne siano le proprietà caratteristiche, e come siasi proceduto nel determinarne i diversi elementi.

4. Già si è detto, come dipendentemente dalle diverse esperienze conosciute, il coefficiente c dovesse variare: 1° colla natura più o meno scabrosa delle pareti; 2° col valore del raggio medio; 3° in senso *inverso* della pendenza per grandi valori di R; ed in senso *diretto* per piccoli valori di R e grandi valori di I.

Lo stabilire perciò una formola generale presentava una indeterminazione assai grande, nè vi si poteva riuscire senza una certa complicazione.

La formola di Bazin fu presa a punto di partenza a cagione della sua generalità. Essa è la seguente:

$$\frac{RI}{v^2} = \alpha + \frac{\beta}{R}$$

da cui ricavasi

$$c = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$$

e ponendo

$$\frac{1}{\alpha} = a \quad \text{e} \quad \frac{\beta}{\alpha} = b$$

si ha

$$c = \sqrt{\frac{a}{1 + \frac{b}{R}}}$$

Paragonando quest'ultima espressione e le altre che seguono

$$c = \frac{a'}{1 + \frac{b'}{\sqrt{R}}} \quad \text{e} \quad c = \frac{a''}{1 + \frac{b''}{R}}$$

coi risultati del calcolo diretto di c, dietro otto serie di esperimenti di Bazin, si trovò che la seconda espressione era più soddisfacente, e fu perciò sostituita alla prima.

5. Dopo ciò era d'uopo cominciare a modificare l'espressione nel senso di tener conto della influenza della natura delle pareti.

Un metodo che facilita grandemente la soluzione, è poi sempre quello di tradurre le espressioni algebriche in una costruzione grafica. A tale scopo quella di cui si tratta può essere scritta così:

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{a'} + \frac{b'}{a'}\,\frac{1}{\sqrt{R}}$$

Prendendo i valori di $\frac{1}{\sqrt{R}}$ come ascisse, e quelli di $\frac{1}{c}$

come ordinate, si ha l'equazione di una linea retta, la cui ordinata d'origine è $\frac{1}{a'}$, ed il cui coefficiente angolare è $\frac{b'}{a'}$.

Se si applica questa costruzione a un gran numero di esperienze, si trova che a' e b', anzichè coefficienti costanti, sono quantità variabili.

Kutter e Ganguillet hanno allora indicato con n un coefficiente variabile colla natura delle pareti, con a e con l due coefficienti costanti, ed hanno trovato che si potevano ammettere le due relazioni seguenti:

$$\left.\begin{array}{l} b'=na'-l \\ a'=a+\frac{l}{n} \end{array}\right\} \text{ donde } \quad b'=an.$$

L'espressione è divenuta perciò:

$$c=\frac{a+\frac{l}{n}}{1+\frac{an}{\sqrt{R}}}$$

6. Trattavasi ancora di introdurre nella espressione di c una funzione di I tale che c variasse nello stesso senso per i piccoli valori di R, ed in senso opposto per grandi valori di R; e vi si giunse sostituendo alla costante a il binomio $a+\frac{m}{I}$. A dar ragione di quest'ultima modificazione si raggrupparono per serie corrispondenti a pendenze sensibilmente eguali tra loro e poco differenti da quelle osservate sul Mississipì, un gran numero di esperimenti eseguiti in Europa su corsi d'acqua di grandi dimensioni, e comparabili dal punto di vista della natura dei loro letti. Vi si aggiunse un certo numero di esperienze fatte sul Mississipì.

Portando su due assi di coordinate i valori di $\frac{1}{\sqrt{R}}$ e di $\frac{1}{c}$ si vide che i punti corrispondenti a pendenze eguali erano disposti in altrettante linee rette le quali concorrevano tutte in un punto di ascissa $\frac{1}{\sqrt{R}}=1$ e di ordinata $\frac{1}{c}=0.027$.

Si vide inoltre che codeste rette erano così disposte, che i più piccoli valori di c corrispondevano alle pendenze massime, conformemente ai risultati ottenuti da Humphreys ed Abbott; risulta parimente dalla loro convergenza che, considerando le porzioni situate al di là del punto di concorso, i valori di c variano in senso inverso delle pendenze, conformemente ai risultati delle esperienze fatte in Europa sui corsi d'acqua di piccola sezione, ossia per valori di $\frac{1}{\sqrt{R}}>1$.

Le stesse operazioni grafiche essendosi fatte per i piccoli canali sperimentali da Bazin, si ottenne ancora per coordinate del punto di concorso

$$\frac{1}{\sqrt{R}}=1 \qquad \frac{1}{c}=0.027$$

mentre le pendenze variarono fra 0.001,4678 e 0.100,7600.

La espressione era adunque bastevolmente giustificata nella sua forma definitiva, quale fu proposta, e che è la seguente:

$$c=\frac{a+\frac{l}{n}+\frac{m}{I}}{1+\left(a+\frac{m}{I}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \quad . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Restano a determinarsi i coefficienti costanti l a ed m.

7. Quanto ad l, osservasi che il punto di coordinate $\frac{1}{c}=0.027$ e $\frac{1}{\sqrt{R}}=1$ è comune a tutte le rette rappresentate dall'equazione

$$\frac{1}{c}=\frac{1}{a'}+\frac{b'}{a'}\frac{1}{\sqrt{R}} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

donde l'espressione

$$0.027=\frac{1+\left(a+\frac{m}{I}\right)n}{a+\frac{l}{n}+\frac{m}{I}}$$

che deve sussistere qualunque sia I; epperò per $I=\infty$. In tal caso si ha

$$0.027=\frac{1+an}{a+\frac{l}{n}}$$

ossia

$$l=\frac{n}{0.027}\left[1+a(n-0.027)\right]$$

la quale relazione è evidentemente soddisfatta per $n=0.027$ ed $l=1$.

8. Quanto ad a, si misurarono dapprima le ordinate corrispondenti al punto d'origine di tutte le rette rappresentate (come già si disse) dall'equazione (2) e riferentisi ai risultati degli esperimenti sul Mississipì e di quelli comparabili eseguiti in Europa sulla Senna, sulla Saône, sull'Haine e sul canale del Jard.

Conoscendosi così i valori di $\frac{1}{a'}$, furono costruiti dieci punti della retta rappresentata dall'equazione (num. 6 e 7)

$$a'=a+\frac{l}{n}+\frac{m}{I}$$

aventi per ascisse altrettanti valori di $\frac{1}{I}$; l'ordinata nel punto d'origine $a+\frac{l}{n}$ si misurò eguale a 60; epperò facendo $l=1$ ed $n=0.027$ si è trovato

$$a=60-\frac{1}{0.027}=23.$$

9. Quanto ad m, essendo esso il coefficiente angolare della retta dedotta dalle 10 esperienze testè menzionate, ossia avendosi

$$m=(a'-60)\,I$$

si cercò la media delle coordinate dei punti corrispondenti ai più piccoli valori di I e si trovò

$$I=0.000,003,63 \qquad a'=487$$

per cui si dedusse

$$m=0.00155.$$

10. La formola generale conteneva ancora il coefficiente variabile n, dipendentemente dalla diversa natura del letto. La scelta del valore da adottarsi in ogni singolo caso per n è cosa assai delicata, dovendosi tener conto non solamente della natura del fondo, ma della maggiore o minore regolarità di movimento dei filetti liquidi, delle sinuosità del letto, della presenza di erbe acquatiche, e perfino della profondità dell'acqua nei letti a fondo di sabbia e ghiaia. E, per esempio, alcune misure dirette eseguite sul Reno hanno dato per n in tre sezioni diverse i valori seguenti:

0.023 0.026 0.030.

Ganguillet e Kutter hanno distinto sei tipi medii per la scabrosità delle pareti, e propongono perciò la seguente serie di valori:

	Valori di n	$a+\frac{1}{n}$
1. Canali a pareti di legno perfettamente piallate, o coperte di uno strato di cemento ben lisciato	0.010	123
2. Canali a pareti di legno costituite da semplici tavole rozze	0.012	106
3. Canali in pietra da taglio, od in scapoli ben lavorati	0.013	100
4. Canali in muratura ordinaria	0.017	82
5. Canali in terra, fiumi e torrenti . . .	0.025	63
6. Fondi di grossi ciottoli e piante acquatiche	0.030	56

L'ingegnere deve aver cura di scegliere la categoria che più si avvicina al corso d'acqua di cui si tratta, ed assegnare ad n un valore prossimo a quello indicato nella riferita tabella in seguito all'apprezzamento delle circostanze che saranno suscettibili di diminuire la velocità della corrente.

11. La formola proposta è assai complicata e non può servire nella pratica che ricorrendo al ripiego di tavole numeriche.

Ganguillet e Kutter hanno di fatto preparato alcune tavole destinate a facilitare i calcoli, ossia ci hanno dato:

1. Una tavola dei valori di n dedotti da un gran numero di esperimenti.

2. Una tavola dei valori di $a+\frac{1}{n}$ e di $\frac{m}{\mathrm{I}}$ per valori di n compresi fra 0.009 e 0.04 e crescenti l'uno dall'altro di 0.0005, e per valori di I compresi fra 0 e 0.1.

Finalmente hanno pubblicato nel 1870 altre tavole, le quali dànno per tre distinti valori di n, ossia per tre categorie di fondi corrispondenti ai casi i più ordinarii della pratica, e per una determinata forma di sezione, la velocità media e la portata per minuto secondo, essendo data la larghezza di fondo, la pendenza e l'altezza d'acqua. Queste ultime tavole essendo di grande utilità pratica, è bene fermarsi un istante sulla loro disposizione.

La sezione tipo adottata è quella di un trapezio a sponde inclinate di 1.5 per 1.

La prima categoria si riferisce a $n=0.025$ ed è applicabile ai corsi d'acqua aventi letto di terra argillosa, senza pietre, ben regolare, e ben mantenuto.

Una prima tavola dà i valori di c per pendenze che variano da 0.000,02 a 0.001 e raggi medii compresi tra m. 0.1 e m. 6.0. Questi valori di c variano da 32.4 (che corrisponde a $\mathrm{R}=0.5$ ed $\mathrm{I}=0.000{,}05$) a 69.6 (che si riferisce a $\mathrm{R}=6$ ed $\mathrm{I}=0.000{,}02$).

Per le pendenze maggiori di 0.001 il valore di c rimane invariabile.

Scorgesi pure in questa tavola le due variazioni in senso contrario di c col variare delle pendenze, e il cangiamento ha luogo per $\mathrm{R}=1$ e $c=40$.

La tavola propriamente detta si compone d'una serie di tavole particolari corrispondenti a diverse profondità d'acqua, le quali variano da m. 0,2 a m. 6,0; e sono tavole a doppio argomento, le quali inoltre presentano come risultato due cifre, l'una delle quali stampata in carattere più debole è la velocità, e l'altra in caratteri più appariscenti è la portata.

Le cifre più elevate per questa categoria sono una velocità di m. 4.583 ed una portata di 7672 metri cubi, corrispondentemente ad una larghezza di fondo di 270 metri, ad una pendenza di 0.001,4 e ad un'altezza d'acqua di metri 6.

La seconda categoria si riferisce ai corsi d'acqua a fondo poco regolare, poco stabile, seminato di ciottoli e piante acquatiche, e per i quali si fa $n=0.030$. Il coefficiente c prende allora una serie di valori rispettivamente inferiori a quelli della serie precedente, e varia tra 26.5 e 60. La tavola che dà le velocità e le portate ha la stessa disposizione di quella precedente.

Nella terza categoria si comprendono i corsi d'acqua a fondo quanto mai irregolare, tutto ghiaioso, con ciottoloni, arbusti ed altri simili ostacoli, e per i quali si adotta $n=0.035$. In questa tavola le altezze sono limitate a metri 3.50 e le larghezze di fondo a m. 72. I valori di c variano da 22.6 a 40.

A complemento indispensabile di queste tavole è un appendice che contiene i coefficienti di correzione dei valori delle velocità e delle portate per cinque sezioni tipi, differenti da quella adottata per il calcolo, e corrispondenti alle inclinazioni di 1/0 1/1.5 1/1 1/2 1/3.

Oltre a codeste tavole il Kutter ha pure dato nella prima sua memoria un metodo grafico molto semplice per determinare una delle quantità c, R, n, I conoscendo le altre.

III.

12. Rimane a considerare la formola di Ganguillet e Kutter dal punto di vista dell'esattezza dei risultati in paragone di quelli particolarmente della formola di Bazin.

A parte la prima differenza già segnalata al numero 5, essendosi adottata per l'espressione di c una forma che più si avvicina di fatto ai valori di c dell'osservazione diretta, vi ha una seconda differenza assai più importante e dipendente dall'influenza della pendenza nel valore di c.

Ora il Bazin nella memoria succitata non crede che codesta introduzione sia giustificata, tanto meno al punto da far cangiare il senso della variazione di c col variare della pendenza, secondochè il raggio medio è più o meno grande. Egli sostiene che i risultati sui quali vorrebbesi basata una anomalia sì poco esplicabile in una legge naturale, non sono certi, vuoi a cagione del piccolo loro numero (trenta), vuoi a cagione delle particolari difficoltà inerenti alle misure dirette su corsi d'acqua di grande estensione e di pendenze quasi insensibili. I metodi stessi di misura adoperati non andarono esenti da critiche abbastanza fondate.

Ma per altra parte, osserva il Bazaine che l'influenza della pendenza non poteva essere realmente accusata e ben precisata se non nei casi in cui l'altra influenza della scabrosità delle pareti riescisse grandemente attenuata per le grandi dimensioni della sezione. Potersi quindi logicamente ammettere l'esistenza della legge dimostrata da Humphreys ed Abbott, a malgrado dell'anomalia a cui dà luogo, essendochè le condizioni delle esperienze che fecero erano meno suscettibili che qualsiasi altra di dissimularla, ciò che d'altronde non potevasi punto verificare su canali di piccole sezioni.

La formola di Ganguillet e Kutter è per intanto giustificata per i casi di corsi d'acqua di grandi dimensioni e di pochissima pendenza, tanto più che il suo impiego è pure molto più semplice di quella proposta dagli ingegneri americani.

13. Un caso in cui i risultati della formola proposta sono meno soddisfacenti è quello dei canali a pareti liscie, di piccole sezioni e di pendenze superiori a 0.000,1, che è quanto dire della maggior parte dei canali artificiali. Abbiamo già detto, infatti, che per valori di I superiori a 0.000,1 i valori di c sono invariabili; ed è anzi in ciò che Ganguillet e Kutter hanno seguito i risultati della formola di Bazin. Per vero dire, alcune serie degli esperimenti di Bazin (serie 28, 29, 30, 31) tenderebbero per contro a dimostrare una notevole influenza della pendenza sul valore di c. Ma disgraziatamente le circostanze di codesto fenomeno non furono fissate in modo abbastanza preciso, e lo stesso Bazin, il quale si era proposto d'introdurre I nella propria formola allo scopo di renderla più conforme ai risultati ottenuti, finì per rinunziare a questa modificazione. Epperò la formola generale di Bazin, non meno che quella di Ganguillet e Kutter, sono ancora tuttedue insufficienti in certi casi, nè potrebbesi dire per ora ed in modo generale quali sarebbero le correzioni da farsi.

Un caso, per es., nel quale le due formole vanno abbastanza d'accordo, ma non lo sono punto coll'esperienza, lo si deduce dall'esempio riportato nella memoria di Bazin, e tratto dagli esperimenti sull'acquedotto della Dhuys. Le misure dirette dànno per $\frac{\mathrm{RI}}{v^2}$, ossia per $\frac{1}{c^2}$, il numero 0.000,260 all'incirca, mentre le formole di Bazin e di Kutter dànno rispettivamente 0.000,143 e 0.000,151.

Pare adunque potersi concludere che se la formola di Ganguillet e Kutter non può pretendere di rappresentare teoricamente l'universalità dei casi che si possono presentare, essa ha certamente il merito di essere meglio di qualsiasi altra applicabile a tutti quei casi che potranno essere identificati con alcuna delle 210 serie d'esperimenti di cui i loro autori si sono serviti per stabilirla.

Non è certamente possibile al giorno d'oggi dimandare di più ad una formola del tutto empirica.

Ed è perciò che il signor Bazaine manifesta la speranza che codesta formola, meglio conosciuta ed accompagnata dalla pubblicazione in francese delle diverse tavole calcolate da Kutter, entri definitivamente nella pratica usuale degli ingegneri francesi, i quali seguiranno così l'esempio « *donné par leurs confrères italiens, sur la terre classique des grandes applications de la science hydraulique* ». Abbiamo voluto riportare queste autentiche parole le quali onorano l'ingegneria italiana non meno che la Società degli Ingegneri civili di Francia, ove sono state pronunciate.

CELERIMENSURA

CANNOCCHIALE ANALLATICO E TACHEOMETRO INGLESE

della casa Trouchton e Simms *di Londra.*

(*Veggasi la Tav. XIV*).

I.

1. — Parte essenziale d'ogni strumento atto al rilievo dei piani coi metodi della celerimensura è senza dubbio il cannocchiale anallatico. Suo principal uffizio è quello di servire alla determinazione delle distanze orizzontali, in modo assai più preciso e spedito di quanto sia possibile, usando degli ordinari cannocchiali topografici.

Prima però di far cenno di questo importante perfezionamento introdottosi nella parte ottica degli strumenti geodetici, dovuto al compianto prof. Porro, crediamo opportuno far precedere alcune brevi notizie sopra i modi, che fin da principio furono immaginati, allo scopo di valutare indirettamente e nel minor tempo possibile la distanza orizzontale od inclinata di un punto di stazione da un altro punto del terreno. E comechè tali distanze si possano dedurre sia dalla misura dell'angolo variabile, cui sottenderebbe una mira di lunghezza costante, come dalla lunghezza variabile della mira medesima, compresa entro un angolo di ampiezza nota; egli è pur sempre d'uopo che siano queste misure ottenute colla massima precisione; avvenendo in entrambi i casi di dover risolvere un triangolo rettangolo, di cui, in confronto degli altri, risultano piccolissimi un lato e l'angolo opposto.

Molti mezzi furono perciò ideati in conseguenza dell'uno e dell'altro degli esposti principî, ma la maggior parte di essi per varie ragioni non ebbero finora a ricevere utili applicazioni nelle pratiche operazioni di rilievo.

Fu nel 1778 che Williams Green, ingegnere ottico in Londra, immaginò di adattare ai telescopi un micrometro costituito da due punti fissi, mediante i quali venivano a determinarsi due raggi visuali inclinati fra loro d'un piccolo angolo, che credevasi rimanesse costante, ancorchè si cambiasse la distanza della mira dallo strumento. E dal numero delle divisioni intercette fra i due raggi visuali deducevasi con semplice calcolo la voluta distanza.

La poca esattezza, che da questo procedimento era possibile ottenere nelle operazioni topografiche, fece sì ch'esso andasse ben presto in disuso; ed allorquando nel 1803 fu dal Gatti riprodotta quell'invenzione ed applicata alla diottra per servire al rilevamento colla tavoletta, ne venne di lì a poco per decreto imperiale in data 26 febbraio 1805 vietato l'uso. In occasione però della formazione della carta dei limiti territoriali fra la Francia e la Savoia nel 1816, si credette opportuno di ritornare al suo impiego, e l'ing. Negretti fu il primo a dimostrare i vantaggi pratici di quel sistema specialmente nei terreni montagnosi, proponendo in conseguenza delle formole e dei metodi grafici, onde ottenere la riduzione all'orizzonte delle distanze così misurate.

Ad altro italiano, al prof. Porro, devesi poi il merito dell'invenzione del nuovo cannocchiale (1) da lui chiamato dapprima *stereogonico*, e poi *anallatico* ossia *ad angolo invariabile*, il quale, esente dai principali difetti, che avevano sino allora impedito il maggiore generalizzarsi del sistema di rilevamento colla stadia, rese possibile di conseguire nelle misure indirette delle distanze un grado tale di precisione, da far sorgere nello stesso inventore l'idea d'un nuovo metodo di rilevamento, detto *celerimensura*, esatto e spedito assai e già seguito da molti operatori.

2. — A ben comprendere l'azione combinata delle lenti d'un ordinario cannocchiale topografico e d'un cannocchiale anallatico, giova rammentare alcune elementari nozioni di ottica sulla formazione delle immagini attraverso le lenti. Le figure citate nel testo sono disegnate nella Tav. XIV.

Rappresenti $e\,g$ (fig. 1) una lente biconvessa, la retta $D\,d$ che passa per i due centri di curvatura $F\,F$, ossia la direzione della normale comune alle due superficie, chiamasi *asse principale*. Se ora si suppone un punto luminoso in D, avverrà che un raggio qualunque $D\,e$ nell'attraversare la lente si dovrà rifrangere prima in e, poscia in g, sino ad incontrare l'asse principale in d; questo fatto si verifica per qualsiasi altro raggio emanato dal punto D, finchè l'arco non oltrepassa un certo limite di ampiezza, che puossi ritenere di 12°. Analogamente avviene se si trasporta in d il punto luminoso; i raggi doppiamente rifratti vanno a concorrere in D; onde i due punti D e d vengono detti *fuochi coniugati*.

Se la direzione dei raggi luminosi risulta parallela a quella dell'asse principale, come R H (fig. 2), il punto F, in cui essi convergono al di là della lente, è il così detto *fuoco principale;* e viceversa, posto il punto luminoso in F, i raggi, dopo attraversata la lente, ne emergono con direzione parallela a quella dell'asse principale.

Finalmente quando il punto luminoso D trovasi compreso (fig. 3) tra il fuoco principale F e la lente, i raggi rifratti ne escono in direzione divergente, ed i loro prolungamenti s'incontrano dalla stessa parte del punto luminoso in un altro punto d, cui si dà il nome di *fuoco virtuale*.

Chiamasi poi *centro ottico* (fig. 4) quel punto O dell'asse, pel quale venendo a passare un raggio incidente S H, dopo subita la prima rifrazione in H, nuovamente al suo uscir dalla lente si rifrange in direzione parallela a quella del raggio primitivo.

In generale però essendo assai piccolo lo spessore delle lenti, si trascura quella doppia rifrazione e si suppone che il raggio luminoso passante pel centro ottico abbia direzione rettilinea.

Per determinare la posizione di quel punto si osservi, come per essere S H ed S' H' paralleli fra loro, dovranno pure risultar paralleli gli elementi di superficie in H ed H' ed i corrispondenti raggi di curvatura C H e C' H'; per la qual cosa dai triangoli simili C O H, C' O H' facilmente si deduce, che le distanze del centro ottico dalle due superficie stanno in ragione diretta dei raggi di curvatura di queste superficie. In una lente piano-convessa resterà quindi il centro ottico situato sulla superficie curva.

Una retta passante pel centro ottico dicesi *asse secondario*. Quanto fu detto per l'asse principale è pure applicabile ad un asse secondario qualunque (fig. 5), purchè sia piccola la sua inclinazione rispetto all'asse principale.

Chiamando ora con D e d le rispettive distanze dei fuochi coniugati D e d (fig. 1) dalla lente e con F la distanza focale principale, si ha dall'ottica la seguente relazione:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{D} + \frac{1}{d}$$

Dalla simmetria di questa formola rispetto alle quantità D e d risulta, che i punti corrispondenti a tali distanze sono fuochi coniugati. Se in essa si fa $D = F$ risulta $d = \infty$, ossia, come fu detto, i raggi emergono parallelamente al-

(1) Fu nel 1824 ch'ebbero luogo in Piemonte le prime esperienze sul micrometro di Green perfezionato dal Porro, che se ne servì per la formazione d'una carta generale di difesa della fortezza di Genova.

l'asse principale. Se poi D è $<$F, d diventa negativo, ossia il fuoco diventa virtuale.

Vediamo ora come si formi l'immagine d'un oggetto A B attraverso una lente biconvessa. Consideriamo (fig. 6) i raggi luminosi, che partendo dai varii punti dell'oggetto attraversano la lente; dall'assieme dei fuochi di tutti quei punti risulterà l'immagine cercata; così il fuoco del punto A si troverà sul raggio doppiamente rifratto c' A' e sull'asse secondario A A', che si può considerare quale direzione d'un secondo raggio luminoso partente dallo stesso punto A; così dicasi del punto B' fuoco coniugato del punto B; onde A' B' sarà l'immagine reale e *rovesciata* dell'oggetto A B. Questa immagine sarà poi tanto più piccola e più vicina al fuoco principale F quanto più sarà grande la distanza dell'oggetto dalla lente.

Avverrà il contrario, vale a dire si formerà un'immagine tanto più grande e più distante dalla lente, quanto più l'oggetto sarà prossimo al fuoco principale.

Nel caso in cui l'oggetto A B si trovi interposto tra il fuoco principale e la lente (fig. 7), si condurranno pei punti A e B i corrispondenti assi secondarii ed i raggi A e, B e, i quali dopo aver attraversato la lente, ne usciranno divergenti, in modo da poter solo incontrare la direzione del rispettivo asse secondario in un punto del suo prolungamento A' o B'.

Si formerà adunque in questo caso un'immagine A' B' diritta, virtuale e più grande dell'oggetto.

3. — Il cannocchiale topografico ordinario consta generalmente di tre tubi disposti l'uno dentro l'altro.

All'estremo del primo tubo e verso l'oggetto che si guarda è situata una lente biconvessa detta *obbiettivo.*

Il tubo intermedio porta il micrometro, che nella sua forma più semplice è costituito da un anello o diaframma, su cui sono applicati due fili in croce di ragnatela o di seta finissima. La linea che unisce l'incrocicchio dei fili col centro ottico dell'obbiettivo chiamasi *asse ottico.* Esso può ricevere entro il cannocchiale piccoli spostamenti mediante opportune viti che agiscono contro l'anello, sul quale sono distesi i fili.

Il terzo tubo, che è il più piccolo, porta il cosidetto *oculare di Ramsden*, costituito da due lenti piano-convesse, disposte colla convessità rivolta l'una contro l'altra. Uffizio del medesimo si è d'ingrandire le immagini, che si formano entro il cannocchiale, degli oggetti osservati; quindi *è anzitutto necessario che l'osservatore disponga il primo tubetto, ossia l'oculare, in modo da poter vedere distintamente il reticolo, su cui le immagini dovranno formarsi, e regolata questa distanza a seconda della propria vista sposti insieme oculare e micrometro per rispetto all'obbiettivo, affinchè dipendentemente dalla distanza degli oggetti osservati dallo strumento il piano del reticolo coincida con quello dell'immagine.*

Vediamo ora in qual modo si possano applicare gli ordinari cannocchiali topografici alla misura delle distanze colla stadia.

Sia O l'obbiettivo del cannocchiale (fig. 8), E H il micrometro, sul quale viene ad applicarsi l'immagine rovesciata dell'oggetto; a e b due punti corrispondenti a due fili orizzontali equidistanti da quello di mezzo; A D una mira graduata posta ad una certa distanza dall'obbiettivo e disposta perpendicolarmente all'asse G C; siano A e B due punti della mira che hanno la loro immagine in a e b e chiamiamo D e d le distanze dell'asta e della sua immagine $a\,b$ dal centro dell'obbiettivo; S l'altezza A B, s la distanza $a\,b$ dei due fili; ne risulta

$$D = S\frac{d}{s}$$

Quando il rapporto $\frac{d}{s}$ restasse costante col variare della posizione dell'oggetto e l'asse ottico si conservasse perpendicolare alla direzione dell'asta, mediante la misura della lunghezza S, sarebbe facile in ogni caso dedurre la voluta distanza D. Ponendo infatti $\frac{d}{s} = m$ non si avrebbe che a moltiplicare la quantità variabile S per il coefficiente costante m. Se poi si suppone che l'unità di lunghezza della mira sia divisa in m parti uguali, S unità comprenderanno m S divisioni; e questo numero per conseguenza, che si avrà da una semplice lettura, ci rappresenterà anche la voluta distanza.

Su questo principio si fonda il metodo comunemente seguito nella pratica di graduare una stadia, consistente cioè nel misurare colla massima esattezza sovra un terreno, per quanto si può orizzontale, una certa distanza; nel disporre ad un estremo il cannocchiale munito di apposito reticolo coll'asse ottico orizzontale; nel collocare verticalmente all'altro estremo un'asta di legno tinta in bianco, sulla quale si dovrà segnare le apparenti intersezioni dei due fili orizzontali del micrometro, ossia la parte d'asta compresa nell'angolo determinato dalle due visuali corrispondenti. Questa lunghezza si dividerà poi in tante parti uguali, quante sono le unità lineari contenute nella distanza misurata sul terreno; protratta quindi la graduazione per tutta l'altezza dell'asta, si avrà che ad ogni divisione della stadia dovrà corrispondere un'unità di lunghezza del terreno. La lunghezza ordinaria dell'asta è di circa quattro metri.

Alcune volte accanto alla graduazione si segnano di tratto in tratto dei numeri corrispondenti; più sovente però ai numeri vengono sostituiti dei segni speciali, coi quali assai facilmente si possono apprezzare i gruppi di dieci, cinquanta, cento divisioni e molto spedita riesce la lettura.

Risulta ancora come un'asta così graduata non possa servire per altro cannocchiale diverso da quello che ha servito alla sua graduazione.

È evidente però che questo metodo di graduare la stadia non è esatto; perchè l' ipotesi della costanza del rapporto $\frac{d}{s}$ non si verifica, ossia perchè l'angolo *diastimometrico* formato dai due raggi visuali (*) varia col variare della distanza a cui è posta la stadia.

Infatti (fig. 8) chiamando α l'ampiezza dell'angolo compresa tra due raggi, che, partendo da due punti A e B dell'asta aventi la loro immagine in a e b, s'incontrano nel centro ottico dell'obbiettivo, e ritenendo le denominazioni già stabilite, si ha la relazione $2 \tang {}^1/_2\alpha = \frac{s}{d}$. Ma si ha pure

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{D} + \frac{1}{d}; \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

donde ricavando il valore di d e sostituendolo nell'equazione precedente si ottiene

$$2 \tang {}^1/_2\,\alpha = s\,\frac{D-F}{FD} \quad \ldots \quad (2)$$

da cui si vede che l'angolo diastimometrico α varia col variare della distanza D.

Di qui la necessità, cui si è già accennato più sopra, di *spostare entro il cannocchiale oculare e micrometro rispetto all'obbiettivo, in modo che i fili micrometrici siano sempre disposti nel sito ove si forma l'immagine dell'oggetto.*

Volendosi quindi tener conto di questo fatto si potrà adottare questo secondo modo di graduare una stadia.

Abbiamo già trovato: $D = \frac{d}{s} S \quad \ldots \ldots \quad (3)$

Conosciamo inoltre la relazione (1) donde si ricava $d = \frac{FD}{D-F}$

Sostituendo questo valore nella (3) si ottiene $D = F + F\frac{S}{s}$, la quale, per essere F ed $\frac{F}{s}$ quantità costanti, si può ancora scrivere sotto quest'altra forma $D = a + b$S; essendo a e b due costanti ed S la lunghezza d'asta intercetta fra i due fili.

A questa medesima formola si giunge considerando i due

(*) Dicesi *diastimometrico* quest'angolo, perchè esso serve alla misura delle distanze.

raggi visuali, che partendo dagli stessi punti A e B passano pel fuoco principale F (fig. 8) posto anteriormente alla lente obbiettiva, per quindi proseguire in direzione parallela all'asse GG il loro cammino. Ritenute le stesse denominazioni di prima si avrà $D = F + \overline{FC}$; ma dai triangoli simili si ricava $\overline{FC} = F\frac{S}{s}$; quindi $D = F + F\frac{S}{s}$.

Vedesi adunque come anche per gli ordinari cannocchiali si abbia un punto *anallatico* fuori del cannocchiale, cioè nel fuoco principale anteriore dell'obbiettivo; rispetto al quale per consegnenza l'angolo diastimometrico corrispondente ai due fili del micrometro risulta invariabile. Diciamo infatti α' (fig. 8) il nuovo angolo micrometrico AFB, facilmente ricavasi

$$2 \operatorname{tang} \frac{1}{2} \alpha' = 2 \operatorname{tang} \frac{1}{2} \alpha \frac{D}{D - F};$$

sostituendo in luogo di $2 \operatorname{tang} \frac{1}{2} \alpha$ il valore che ci dà la (2), si ottiene $2 \operatorname{tang} \frac{1}{2} \alpha' = \frac{s}{F}$, quantità costante e per nulla dipendente dalla distanza D.

L'espressione $D = a + bS$ determina solo la distanza della mira dall'obbiettivo e non dal centro dello strumento; per cui quando si richiedesse una maggior precisione, si potrebbe ancora aumentare la distanza così determinata della quantità compresa fra l'obbiettivo ed il centro dello strumento; quantunque in certe operazioni questa differenza sia affatto trascurabile.

A determinare poi le due costanti a e b vale il seguente processo. Si misurino esattamente sovra un terreno convenientemente scelto due distanze D e D' e le corrispondenti lunghezze S ed S' intercette sulla mira posta successivamente agli estremi di quelle distanze; si avranno così le due equazioni $D = a + bS$; $D' = a + bS'$; dalle quali si ricaverà

$$b = \frac{D - D'}{S - S'} \quad \text{ed} \quad a = \frac{S' D - S D'}{S' - S}.$$

Per raggiungere un maggior grado d'esattezza si potranno fare altre analoghe esperienze e così ottenere altri valori di a e di b; le medie di questi risultati ci daranno più esattamente i valori delle due costanti.

A rendere più spedita la determinazione delle distanze potrà valere l'uso di una tavola, nella quale a valori crescenti di S corrispondano le relative distanze; o meglio ancora, osservando che $D = a + bS$ è l'equazione d'una retta, si potrà costruire la medesima sopra un foglio di carta quadrettata, riferendola a due assi coordinati posti nella direzione di due lati contigui del foglio; si porteranno in seguito sovra l'asse delle ascisse e nella debita scala i valori di S; le ordinate corrispondenti rappresenteranno i valori delle distanze cercate.

Il vantaggio che presenta siffatto modo di procedere sta in ciò: che qualsiasi cannocchiale munito di micrometro può servire per una stessa mira: purchè l'operatore si costruisca la corrispondente tavola numerica o grafica.

Altro metodo, per cui si eviterebbe la formazione d'una tavola speciale, sarebbe il seguente: L'equazione determinatrice dell'esatta distanza D è $D = a + bS$, in cui per a vuolsi intendere la distanza focale principale F aumentata di quella c compresa fra l'obbiettivo e la verticale passante pel centro dello strumento, e per b il rapporto $\frac{F}{s}$. Ora se supponiamo che l'unità di lunghezza sulla mira sia divisa in $\frac{F}{s}$ parti eguali, S unità comprenderanno $S\frac{F}{s}$ divisioni; ossia il numero delle divisioni abbracciate dai fili rappresenteranno la lunghezza in metri data da bS; ed aggiungendovi la costante $a = F + c$ si otterrà il definitivo valore della distanza cercata.

Con un semplice artifizio si potrà ancora evitare quest'ultima aggiunta, riducendo una delle divisioni centrali della mira di una quantità proporzionale ad a; così, se supponiamo che a valga $0^m,60$ ossia 3/5 di metro, si dovrà ridurre di 3/5 una divisione centrale; in questo modo tra i fili del micrometro e sopra una medesima porzione d'asta verrà intercetto un numero maggiore di divisioni; od in altri termini si avrà un'apparente lunghezza d'asta maggiore appunto di 3/5 di divisione rispetto a quella che risulterebbe, quando non si fosse praticata alcuna riduzione. Con ciò adunque si potrà avere mediante una semplice lettura la distanza della stadia dal centro dello strumento. Ma egli è evidente che in tal caso una mira si potrà soltanto adattare a quel cannocchiale che ha servito a graduarla; e quando accidentalmente venissero a rompersi i fili del micrometro, se ne dovranno sostituire degli altri nella precisa posizione dei primi.

4. — Vediamo ora in qual modo il prof. Porro coll'impiego d'una nuova lente abbia riuscito a rendere il cannocchiale anallatico rispetto al centro stesso dello strumento.

Sia O (fig. 9) un obbiettivo acromatico, AI un oculare positivo di Ramsden ed M il micrometro. Supponiamo anzitutto disposta una nuova lente convessa H, in guisa che il suo fuoco coincida col centro ottico dell'obbiettivo; suppongasi ancora che tanto il reticolo quanto l'oculare possano muoversi longitudinalmente rispetto l'obbiettivo.

Egli è chiaro, che i raggi luminosi, passando pel centro ottico dell'obbiettivo, dovranno attraversare la nuova lente H, in modo da proseguire il loro cammino al di là della lente in direzione parallela all'asse principale. Avverrà quindi che qualunque sia la distanza dell'oggetto e quindi anche la distanza della sua immagine dall'obbiettivo, l'angolo micrometrico compreso tra i due raggi corrispondenti ai fili orizzontali del micrometro si conserverà costante; pur variando la posizione del micrometro e dell'oculare, in modo che sia tolta la paralasse dei fili del reticolo e sul medesimo venga a formarsi ben nitida l'immagine dell'oggetto osservato. Ma, come già fu avvertito, non già al centro ottico dell'obbiettivo, sibbene al centro dello strumento vogliónsi riferire le distanze degli oggetti; onde sarà mestieri che la nuova lente anallatica L (fig. 10) sia posta in modo che si abbia nell'intersezione dell'asse ottico del cannocchiale col suo asse di rotazione un punto anallatico da ritenersi qual vertice di un angolo diastimometrico rCs di valore costante. Suppongasi pertanto che C sia il centro di rotazione del cannocchiale; che sia in u l'obbiettivo; L la lente anallatica col suo fuoco principale in F_l ed $a\,b$ la posizione del micrometro conveniente alla distanza D della mira. Consideriamo i due raggi luminosi, che partendo dai punti A e B, i quali limitano la parte di stadia compresa tra i fili del micrometro, dopo attraversato l'obbiettivo, convergono al fuoco principale F_l; e nuovamente attraversata la seconda lente L, ne escono con direzione parallela all'asse principale fino a passare pei due punti fissi a e b del reticolo.

Supponendo stabilita la lente L in maniera che i prolungamenti Cr e Cs s'incontrino nel centro di rotazione C, avremo che l'angolo diastimometrico rCs per una qualsiasi distanza dell'oggetto si conserva costante, ed il cannocchiale sarà così anallatico rispetto al suo centro.

Chiamisi ora δ la distanza Zu fra i centri ottici delle due lenti obbiettiva ed anallatica; F ed F' le rispettive distanze focali principali; p la distanza Cu del centro del cannocchiale dall'obbiettivo.

Applicando la solita relazione $\frac{1}{F} = \frac{1}{D_1} + \frac{1}{d_1}$ al nostro caso, in cui il punto C devesi risguardare come fuoco coniugato e virtuale del punto F_l, per essere $D_1 = F_l u = \delta - F$ e $d_1 = -p$, si ottiene

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\delta - F'} - \frac{1}{p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

donde $F' = \delta - \frac{pF}{p + F}$; equazione che determina la distanza focale principale F della lente anallatica.

E a meglio dimostrare l'invariabilità dell'angolo micrometrico, diciamo α l'angolo rCs ed α' l'angolo pF_lq; avremo con molta approssimazione $2 \operatorname{tang} \frac{1}{2} \alpha' = \frac{s}{F'}$; ed ancora:

$$\frac{2\tang\frac{1}{2}\alpha}{2\tang\frac{1}{2}\alpha'}=\frac{\frac{1}{p}}{\frac{1}{\delta-F'}}=\frac{\delta-F'}{p};$$

sostituendo in luogo di $2\tang\frac{1}{2}\alpha'$ il valore precedente, si ottiene $2\tang\frac{1}{2}\alpha=\frac{s}{F'}\frac{\delta-F'}{p}$; oppure eliminando la p mediante la (1) $2\tang\frac{1}{2}\alpha=\frac{s}{F'}\frac{F+F'-\delta}{F}$. . . (2)

quantità affatto indipendente dalla distanza della stadia dallo strumento, epperciò costante. Osservando ancora come nell'equazione (1) debba risultare $\frac{1}{\delta-F'}>\frac{1}{p}$, affinchè F risulti positivo; ed ancora ritenendo, che prossimamente p sia la metà di δ, ricavasi la condizione $F'>\frac{1}{2}\delta$.

Dal triangolo rettangolo ACN si deduce in seguito

$$D=\frac{1}{2\tang\frac{1}{2}\alpha}S=nS$$

essendo n una quantità costante e dividendo l'unità lineare, con cui si valuta l'S, in n parti uguali, S unità comprenderanno nS divisioni, il qual numero rappresenterà la distanza cercata D. Sarà conveniente per la pratica di far sì che il rapporto n risulti un sottomultiplo di 100.

Se il punto anallatico dovesse cadere nel centro dell' obbiettivo, allora sarebbe $F'=\delta$; e per conseguenza dall'equazione (2) si otterrebbe $2\tang\frac{1}{2}\alpha=\frac{s}{F'}$ quantità pure costante.

5. — Si è supposto finora che l'asse ottico del cannocchiale fosse orizzontale e verticale la stadia; ben sovente però a cagione delle naturali accidentalità del terreno occorre d'inclinare l'asse ottico del cannocchiale, tenendo pur sempre verticale la stadia.

Vediamo allora quale sarà la modificazione da farsi alla distanza letta sulla stadia, onde ottenere la distanza orizzontale D compresa tra le verticali passanti pel centro dello strumento e pel piede della mira.

Sia OC l'asse inclinato del cannocchiale (fig. 11); A e B i due punti che comprendono la parte d'asta intercetta fra i due fili micrometrici; α l'angolo AOB; ϕ, ϕ', ϕ'' gli angoli fatti dall'asse ottico e dai due raggi A O e B O colla verticale; si avrà

$$\phi'=\phi+\frac{1}{2}\alpha;\qquad \phi''=\phi-\frac{1}{2}\alpha$$

e dal triangolo A O B $\overline{OB}=S\frac{\operatorname{sen}\phi''}{\operatorname{sen}\alpha}$;

ma $D=\overline{OB}\operatorname{sen}\phi'$; ossia mettendo per $\overline{OB}$ il valore trovato,

$$D=S\frac{\operatorname{sen}\phi'\operatorname{sen}\phi''}{\operatorname{sen}\alpha}D=S\frac{\operatorname{sen}\left(\phi-\frac{1}{2}\alpha\right)\operatorname{sen}\left(\phi+\frac{1}{2}\alpha\right)}{\operatorname{sen}\alpha};$$

riducendo

$$D=\frac{S}{\operatorname{sen}\alpha}\left(\operatorname{sen}^2\phi-\operatorname{sen}^2\frac{1}{2}\alpha\right)$$

Ma l'angolo α è molto piccolo, per cui il secondo termine $\operatorname{sen}^2\frac{1}{2}\alpha$ è trascurabile; risulta quindi $D=\frac{S}{\operatorname{sen}\alpha}\operatorname{sen}^2\phi$.

Se ora si rammenta che si è presa per unità di graduazione della stadia la lunghezza stessa $1^m\times 2\tang\frac{1}{2}\alpha$, e si osserva che:

$$\operatorname{sen}\alpha=\frac{2\tang\frac{1}{2}\alpha}{1+\tang^2\frac{1}{2}\alpha}\text{ e prossimamente }=2\tang\frac{1}{2}\alpha$$

si avrà $D=S\,sen^2\,\phi$, essendo S valutata colle nuove unità.

II.

6. — Scopo della *celerimensura* è quello di rilevare sul terreno in modo esatto e spedito tutti gli elementi necessari alla determinazione altimetrica e planimetrica dei principali suoi punti; i quali perciò si riferiscono a tre assi coordinati perpendicolari l'uno all'altro. Essendo poi importante che in ogni caso questi assi risultino ben definiti, scelta l'origine in un punto medio della zona da rilevarsi, si assumono per assi orizzontali la linea meridiana e la sua perpendicolare e per terzo asse la verticale passante pel loro punto d'incontro.

Ma per l'impossibilità di poter rilevare direttamente le tre coordinate di ciascun punto riferito a questi tre assi, è necessario procedere alla misura di altri elementi, dai quali assai facilmente si possa in seguito dedurre le volute coordinate. E questi elementi fondamentali si riducono per ciascun punto alla misura d'un angolo azimutale θ, d'una distanza zenitale ϕ; al numero S di divisioni intercette sulla stadia nell'angolo micrometrico; alla lunghezza d'asta H compresa fra il suo piede ed il punto in cui essa viene incontrata dall'asse ottico del cannocchiale.

Le quantità θ, ϕ, S ed H vengono chiamate *numeri generatori.*

Con ciò riesce facile calcolare precisamente la posizione d'un punto del terreno rispetto a tre assi ausiliari paralleli a quelli principali. Supponendo poi, che nel rilevamento d'un'estesa zona di terreno siansi fatte molte stazioni debitamente collegate l'una coll'altra e determinate inoltre le coordinate dei singoli punti del terreno rispetto ai corrispondenti assi secondari, ben si comprende in qual modo si potrà pervenire alla determinazione delle definitive coordinate per rapporto agli assi principali.

A tal genere di operazioni potranno adunque adattarsi tutti quegli strumenti, che muniti di circolo azimutale e zenitale, di cannocchiale atto alla misura delle distanze colla stadia e di ago magnetico, si presteranno ad una più esatta e spedita misura degli accennati elementi. E fra questi strumenti annoveriamo in primo luogo il tacheometro o clepsiclo di Porro, il tacheometro Richer ed il tacheometro inglese, dal quale appunto intendiamo cominciare, dandone alcuni brevi ragguagli.

7. — Il tacheometro inglese presenta nella sua struttura molta analogia cogli ordinari teodoliti concentrici. Si compone d'un cerchio azimutale P (vedi tav. XIV, fig. 13) formato da due dischi sovrapposti, in modo che il pernio del disco superiore passa entro quello cavo del disco inferiore. Quest'ultimo porta sulla sua superficie conica esterna una graduazione in argento, mentre il primo, il quale può rotare concentrico al precedente, termina alla sua periferia in un lembo ripiegato, che tutta ricopre la sottostante graduazione, eccetto in due tratti, ove stanno incisi, anche in argento, e sovra porzioni di superficie conica in continuazione del lembo graduato, due nonii posti agli estremi d'un medesimo diametro. In corrispondenza dei medesimi e con essi girevoli stanno due microscopi *m*, *m*, i quali, come negli altri più delicati strumenti topografici, servono alla lettura precisa degli angoli azimutali.

La periferia graduata è divisa in gradi e mezzi gradi; cosicchè, la graduazione essendo centesimale, la circonferenza è divisa in 800 parti uguali. I nonii abbracciano ciascuno 24 di queste parti e sono divisi in 25 parti uguali; quindi la loro approssimazione è di $^1/_{25}$ di mezzo grado ossia di $^2/_{100}$ di grado.

I due dischi si rendono l'uno all'altro solidari mediante la vite d'arresto n; mentre la vite q serve a fermare il movimento generale di rotazione dello strumento intorno il proprio asse. Supposto adunque chiusa la vite q, si potranno dare i piccoli movimenti a tutto lo strumento colla corrispondente vite q' di richiamo; come pure, mercè la vite di richiamo n', si potranno imprimere piccoli movimenti al disco superiore portante i nonii e con esso a tutta la parte superiore dello strumento.

Sopra il cerchio azimutale è collocata una cassetta circolare a lembo graduato, diviso in 400 parti uguali, nel centro della quale havvi un perno che sostiene un ago calamitato. La vite r è destinata a far variare la posizione della bussola, ossia la direzione del suo diametro 0° 200° e colla s si ferma l'ago calamitato spingendolo mercè una leva contro il vetro che serve di coperchio alla bussola.

Sul disco superiore si elevano due robusti sostegni destinati a sorreggere l'asse di rotazione d'un cannocchiale A girevole entro due cuscinetti tagliati ad angolo, in guisa da permettere solo secondo due rette il contatto di ciascun perno del cannocchiale colle faccie oblique del cuscinetto.

Parallelamente all'asse di rotazione H del cannocchiale e sul medesimo appoggiata col mezzo di due sostegni a piè forcuto esiste una livelletta $a\, b$ destinata ad orizzontarlo. Le viti c valgono a disporre l'asse della livelletta e quello di rotazione del cannocchiale in un medesimo piano ed in b si hanno le ordinarie viti di rettifica della livelletta.

Un circolo graduato di 100 in 100 gradi e diviso pure in gradi e mezzi gradi è calettato normalmente all'asse del cannocchiale con cui esso ruota e serve alla determinazione delle distanze zenitali, ossia degli angoli fatti dalle visuali colla verticale passante pel centro dello strumento.

Anche qui le indicazioni vengono date da due nonii fissi coll'approssimazione di 0,02 di grado, situati alle estremità di due braccia orizzontali imperniate all'asse di rotazione mediante un anello fisso. A questo anello è pure invariabilmente congiunta una piastra, la quale porta superiormente una livelletta e munita delle convenienti viti di rettifica; lo stesso anello si prolunga inferiormente in guisa tale da abbracciare un'appendice saliente annessa ad un sostegno del cannocchiale, contro cui essa si ferma mediante due viti v e v'. La vite d'arresto F e quella di richiamo F' servono l'una a fermare il movimento del cerchio zenitale e quindi del cannocchiale, e l'altra ad imprimergli i piccoli movimenti.

Una livelletta posta sul cerchio azimutale ed un'altra t solidaria ad un sostegno del cannocchiale ed in direzione perpendicolare alla prima servono ad accertare ad ogni istante l'orizzontalità del cerchio azimutale e quindi la verticalità dell'asse dello strumento.

Inferiormente poi lo strumento si appoggia sovra un robusto collare, che si dirama in tre braccia, i cui estremi sono attraversati da tre viti situate ai vertici d'un triangolo equilatero, dette perciò *viti del triangolo o di sostegno*.

Più vantaggioso degli ordinari sistemi e degno di nota parmi il modo col quale lo strumento si collega alla parte superiore del trepiede; inquantochè alla facilità di adattamento ed alla necessaria solidità s'aggiunge pur anco il pregio di una considerevole leggerezza.

Ciascun gambo del trepiede è costituito da una coppia d'aste di legno X X, di due a tre centimetri di lato, che si riuniscono alla parte inferiore in un sol pezzo munito di puntazza; e superiormente si collegano col mezzo d'una chiavarda ad una piastra metallica R. Entro questa piattaforma sono praticati tre cavi a foggia di coni rovesciati, entro cui penetrano gli estremi inferiori delle tre viti di sostegno; i quali, oltre all'essere formati nella stessa guisa dei vani, hanno, come questi, il diametro alla base maggiore del diametro della vite. E ad impedire il loro sollevamento dalla piattaforma, si fa scorrere circolarmente una sottil lastra Z che, munita di tre fori oblunghi maggiori ad un estremo che non all'altro, viene quasi a serrare i piedi delle tre viti di sostegno, per modo da impedirne qualunque distacco dalla piattaforma R. Oltre di ciò havvi ancora il vantaggio, quando siano tolte le chiavarde, di poter riunire i tre gambi in un sol fascio di piccolo volume e per conseguenza assai comodo nei trasporti.

Il cannocchiale è astronomico ed anallatico: cioè composto d'un obbiettivo acromatico, d'una lente anallatica e d'un oculare positivo di Ramsden con micrometro costituito da due fili in croce, orizzontale l'uno e verticale l'altro e da due altri pure orizzontali ed equidistanti da quello di mezzo (1).

Più opportuna forse di tale disposizione, quantunque più complicata, è quella che si vede applicata in alcuni teodoliti inglesi, nei quali sono conservati i tre fili orizzontali, che servono alla lettura sulla stadia; ma in luogo del filo verticale di mezzo sonvene altri due equidistanti dal centro e verticali, che servono ad accusare la verticalità della stadia; mentre il centro del micrometro è determinato dall'intersezione di altri due fili egualmente inclinati. In tal modo vien tolto l'inconveniente del ricoprimento della stadia per parte del filo verticale di mezzo e si rende più facile la lettura.

L'oculare di Ramsden è costituito generalmente da due semplici lenti piano-convesse di egual curvatura e distanti fra loro di una quantità uguale ai 2|3 della distanza focale di ciascuna lente. In tal modo all'immagine focale $a\, b$ dell'obbiettivo vengono successivamente a sostituirsi (fig. 12) le altre due $a'\, b'$ ed $a''\, b''$, l'ultima delle quali è percepita dall'occhio.

Questa disposizione ha con sè il vantaggio di rendere *acromatico* (2) l'oculare, ed avvicinando maggiormente i raggi all'asse della lente diminuisce anche il difetto causato dall'*aberrazione di sfericità*.

Di fianco al cannocchiale e presso l'oculare è posto un contrappeso Q, il quale serve ad equilibrare il cannocchiale in qualunque sua posizione.

8. — Vediamo ora quali siano le verifiche e rettifiche, a cui devesi sottoporre questo strumento; affinchè tanto nella misura degli angoli azimutali, quanto in quella delle distanze zenitali possa dare buoni risultati.

a) Si renda orizzontale l'asse di rotazione del cannocchiale.

Si disponga la livelletta $a\, b$ in modo che il suo asse risulti parallelo alla direzione di due viti di sostegno; si centri la bolla d'aria girando queste due viti in senso contrario; si capovolga in seguito la livelletta sui suoi appoggi e lo spostamento che avrà subìto la bolla si corregga, metà colle stesse due viti del triangolo e metà colle viti b e d annesse alla livelletta. Quando in due posizioni contrarie la bolla sia compresa fra gli indici fiduciali, la livelletta sarà rettificata e l'asse di rotazione, sul quale essa appoggia, sarà orizzontale.

b) Si renda orizzontale il cerchio azimutale.

Supposto sempre la livelletta collocata in direzione parallela a quella di due viti del triangolo e centrata la bolla d'aria, si legga sul cerchio azimutale ciò che segna lo zero d'un nonio; quindi fermata la vite d'arresto q del movimento generale e schiusa quella n del movimento parziale, s'inverta la posizione della livelletta facendo rotare di 200° lo zero del nonio.

Lo spostamento che avrà subìto la bolla d'aria si corregga

(1) In alcuni tacheometri il micrometro è costituito da un filo verticale e da un altro orizzontale, ed ancora da quattro altri fili orizzontali, due a due equidistanti da quello di mezzo; cosicchè le grandi distanze si possono valutare coi fili più prossimi al centro e le meno grandi col mezzo dei fili estremi.

L'oculare poi (vedi tavola annessa), mediante l'azione d'un rocchetto sovra una piccola dentiera, può trasportarsi dall'alto in basso e viceversa; per modo che l'osservatore distingue successivamente e con molta chiarezza le divisioni della stadia corrispondenti ai fili estremi del micrometro.

Nei tacheometri recentemente costrutti questa modificazione venne però tralasciata.

(2) Si chiamano in fisica *lenti acromatiche* quelle così formate da non produrre immagini colorate ai loro contorni; esenti cioè dalla così detta *aberrazione di rifrangibilità*, la quale ha origine dalla parziale decomposizione che subiscono i raggi luminosi nell'attraversare la lente.

L'*aberrazione di sfericità* è dovuta a che i raggi emanati da un punto luminoso situato sovra un asse della lente non concorrono esattamente in un sol fuoco, la qual cosa maggiormente si verifica per que' raggi che attraversano la lente presso il loro contorno.

metà colla vite u che serve a variare l'inclinazione dell'asse di rotazione del cannocchiale e l'altra metà colle stesse viti del triangolo facendole girare in senso contrario. Colla prima delle correzioni tanto l'asse di rotazione quanto quello della livelletta, resi paralleli colla precedente rettifica, saranno ancora divenuti paralleli alla traccia del piano verticale da essi determinato sul cerchio azimutale; e colla seconda tutte e tre queste rette risulteranno orizzontali. In seguito si faccia ancor rotare lo zero del nonio di circa 100°, cioè sino a tanto che la livelletta si trovi prossimamente disposta secondo l'altezza del triangolo equilatero, determinato dai centri delle tre viti del triangolo, e colla terza vite si centri la bolla d'aria. In questo modo il cerchio azimutale sarà orizzontale.

Ciò fatto si proceda alla rettifica delle due livellette ausiliarie o di fiducia disposte perpendicolarmente l'una all'altra e cogli assi paralleli al cerchio azimutale, centrando in ambedue colle annesse viti la bolla d'aria; e così si avrà mezzo di verificare ad ogni momento l'orizzontalità del cerchio azimutale senza il soccorso della livelletta principale a b.

c) L'asse ottico del cannocchiale nella sua rotazione deve descrivere un piano verticale; od in altri termini *l'asse ottico del cannocchiale dev'essere perpendicolare al suo asse di rotazione.*

Perchè la superficie descritta dall'asse ottico d'un cannocchiale intorno al suo asse di rotazione sia un piano verticale, è necessario che siano soddisfatte queste due condizioni; che cioè l'asse ottico risulti perpendicolare all'asse di rotazione; per la qual cosa l'asse ottico non descriverà più una superficie conica, sibbene un piano; e secondariamente che l'asse di rotazione sia orizzontale, dopo di che il piano di collimazione sarà verticale.

Ma colla prima rettifica abbiamo già ridotto orizzontale l'asse di rotazione; per cui non ci rimarrà che a verificare la perpendicolarità dell'asse ottico rispetto a quello di rotazione.

A tale scopo potrà servire un lungo filo a piombo sospeso, pel quale si verificherà se passa sempre, durante la rotazione del cannocchiale, l'incrocicchio dei fili del micrometro; o meglio si procederà nel seguente modo. Col cannocchiale orizzontale od inclinato si collimi ad un punto qualunque del terreno situato a considerevole distanza dallo strumento e si legga sul cerchio azimutale quanto segna lo zero d'un nonio. Tolta la livelletta a b e schiusa la vite del movimento parziale, si faccia l'inversione del cannocchiale intorno al suo asse di rotazione, lo si giri orizzontalmente fino a collimare di nuovo allo stesso punto. Se l'asse ottico è perpendicolare all'asse di rotazione, devesi leggere col verniero opposto lo stesso angolo di prima; nel caso invece in cui si legga un angolo diverso si sposterà coll'opportuna vite di richiamo il verniero fino a segnare l'angolo semisomma e colle viti laterali del micrometro si trasporterà l'incrocicchio dei fili fino a colpire nuovamente il punto dapprima osservato; così se collimando ad un punto leggevasi con un verniero 50°, e dopo l'inversione del cannocchiale il verniero opposto indicava l'angolo di 50°,40, si dovrà far segnare da questo nonio l'angolo di 50°,20; e l'incrocicchio dei fili si ricondurrà sul primitivo punto spostando lateralmente il micrometro.

d) Rettificare la livelletta annessa al cerchio zenitale.

A far sì che le distanze zenitali ottenute con una semplice lettura siano esatte, convien procedere in questo modo:

Si collimi ad un punto piuttosto elevato o depresso rispetto all'orizzonte e si legga l'angolo verticale segnato da un verniero. Condotto il disco zenitale dalla parte opposta e collimato allo stesso punto, si dovrebbe trovare, quando lo strumento fosse rettificato, lo stesso angolo di prima; se si ottenesse invece un angolo diverso, si dovrebbe col mezzo delle viti v v' trasportare i nonii della metà della differenza dei due angoli e centrare in seguito la bolla d'aria colla vite annessa alla livelletta.

e) Il cannocchiale deve essere anallatico rispetto al centro dello strumento.

Per verificare se questa condizione è soddisfatta, si collimi alla stadia portata a varie distanze dallo strumento e si legga ciascuna volta il numero delle divisioni comprese tra i due fili orizzontali del micrometro. Il rapporto fra questi numeri e le rispettive distanze dovrà avere valore costante.

Ovvero si collimi successivamente ad un medesimo punto del terreno coll'uno e coll'altro dei fili orizzontali equidistanti dal micrometro; dalla differenza delle due letture fatte sul cerchio zenitale si dedurrà l'ampiezza dell'angolo micrometrico. Si ripeta quest'operazione per altri punti posti a distanza diversa dallo strumento e si osservi il valore di ognuno di quegli angoli così misurati.

Quando fosse possibile girare l'anello micrometrico in modo che i due fili orizzontali del micrometro diventassero verticali, si potrebbe più esattamente ottenere sul cerchio azimutale l'ampiezza dell'angolo micrometrico; inquantochè vi si potrebbe allora applicare il metodo della ripetizione degli angoli.

Nel caso in cui occorra di rettificare la posizione della lente anallatica, si dovrà mediante apposita chiavetta far scorrere longitudinalmente il piccolo tubo, che la racchiude, sino a tanto che le sovra indicate condizioni risultino soddisfatte.

9. — Volendosi riferire alla meridiana gli angoli misurati sul cerchio azimutale, devesi così disporre lo strumento che, coincidendo lo zero del nonio collo zero della graduazione e la punta nord dell'ago calamitato collo zero della graduazione della bussola, l'asse ottico del cannocchiale si trovi contenuto nel piano meridiano. Per la qual cosa egli è anzitutto necessario conoscere sul terreno la direzione meridiana, ovvero sia l'angolo azimutale esatto d'un certo allineamento; dopo di che stabilendo in quelle direzioni l'asse ottico del cannocchiale, devesi poi colla vite r spostare il lembo graduato della bussola fino al perfetto orientamento. Ma oltrecchè non è operazione così facile e spedita quella del tracciamento d'una meridiana; nè sempre avviene di conoscere esattamente l'azimuto d'un lato, bene spesso si tralascia questa verifica; e si ritiene soltanto l'orientamento arbitrario dello strumento, come semplice mezzo di collegare l'una coll'altra le successive stazioni. Quando però si procedesse al rilievo d'un terreno coll'impiego di due strumenti, se ne dovrebbe accordare l'orientamento mettendoli prima in istato d'azione agli estremi d'uno stesso allineamento, e dopo aver collimato da una stazione all'altra, verificando se la differenza dei due angoli letti risulta uguale a 200. Nel caso in cui vi esista alcun errore, lo si dovrà correggere in uno degli strumenti colla debita vite r.

Rimane ad accennare a quale uffizio servano le viti c annesse ad uno dei sostegni della livelletta. Quando l'asse di rotazione del cannocchiale e l'asse della livelletta fossero tutti e due in un medesimo piano e per di più orizzontali, egli è chiaro che facendo ruotare i piedi della livelletta attorno il loro asse di sostegno, la bolla dovrebbe sempre mantenersi compresa fra gli indici fiduciali. Se tal fatto non si verifica, potranno valere le viti c a rettificare la posizione dei sostegni della livelletta, in modo da ottenere il voluto parallelismo.

La stessa formola $\frac{1}{F}=\frac{1}{\delta - F'}-\frac{1}{p}$ la quale ci ha servito a determinare la distanza focale principale F' della lente anallatica, risolta rispetto a δ, che rappresenta la distanza fra le due lenti anallatica ed obbiettiva, ci dà: $\delta = F' + \frac{p+F}{pF}$; essendo F la distanza focale dell'obbiettivo, F' quella della lente anallatica, e p la distanza del centro anallatico del cannocchiale dall'obbiettivo. Ora pel nostro tacheometro si può ritenere $F = 0^m,30$; $F' = 0^m,16$; $p = 0^m,20$; per cui sostituendo questi valori nella precedente equazione si ottiene $\delta = 0^m,28$.

L'ingrandimento assoluto del cannocchiale, ovvero sia il rapporto fra l'angolo sotto cui si vede l'immagine d'un oggetto e quello col quale lo si potrebbe scorgere ad occhio nudo, è all'incirca compreso tra 20 e 25.

10. — Ci rimane ancora a dire alcuna cosa sovra alcune altre parti accessorie, le quali formano per così dire cor-

redo speciale del nostro strumento. Esse sono un secondo oculare di maggior ingrandimento del primo; un altro oculare ancor adatto alle osservazioni dei punti molto alti rispetto all'orizzonte ed in generale vantaggiosissimo ognora quando, per le circostanze naturali del terreno sul quale si opera, non può l'osservatore collocarsi in quella solita posizione che si confà per gli ordinari cannocchiali. Si compone quest'oculare di un tubo chiuso da una parte e munito dall'altra di una lente piano-convessa colla sua convessità rivolta verso l'interno. Lateralmente si connette con un secondo tubetto minore del primo, pur esso munito di lente piano-convessa. Entro il tubo maggiore è disposto uno specchietto inclinato a 50° rispetto alla direzione dell'asse ottico sia dell'una come dell'altra lente; cosicchè i raggi luminosi, i quali attraversano la prima lente, si riflettono sullo specchio in modo da passare per la seconda lente dell'oculare e riprodurre all'occhio l'immagine dell'oggetto.

Esiste poi ancora un vetro affumicato, che assorbendo una parte dei raggi luminosi e diminuendone l'intensità, permette di eseguire delle operazioni solari; ed infine una lanterna L, ad occhio di bue, destinata ad illuminare la crociera dei fili. A tale uffizio la lanterna viene collocata sopra un piattello di legno a bordo rilevato, sostenuto da un braccio orizzontale, che s'infigge, quando ne occorre il bisogno, entro uno dei sostegni dell'asse di rotazione del cannocchiale. Quest'asse porta un foro longitudinale, che comunica coll'interno del cannocchiale ed è chiuso esternamente da un vetro. I raggi luminosi che emanano dall'occhio di bue, si riflettono nell'interno del cannocchiale sopra uno specchietto disposto nell'intersezione dell'asse ottico coll'asse di rotazione ed a 50° rispetto il medesimo e vanno così ad illuminare il micrometro. Il gambo finissimo, che sostiene lo specchietto, è terminato superiormente da una testa lavorata a vite; affinchè possa chiudere perfettamente il foro d'ingresso praticato entro la parete del cannocchiale. Da ciò ben si vede, come illuminando convenientemente gli oggetti, ai quali vuolsi collimare, si possano con tutta facilità eseguire anche delle operazioni notturne e sotterranee; caso che assai di frequente si presenta all'ingegnere nell'esecuzione de' suoi lavori.

In conclusione lo strumento, che abbiamo esaminato, quantunque non immune ancora da alcuni piccoli difetti, ai quali indubbiamente si porrà riparo negli strumenti di nuova fabbricazione, presenta nondimeno alcuni notevoli vantaggi rispetto ad altri dello stesso genere, che ci proponiamo altra volta di esaminare allo scopo di mettere a confronto i pregi ed i difetti di questi varii goniometri. Diremo solo, che nel tacheometro inglese è facile e chiara la lettura degli angoli azimutali, grazie alla conicità del lembo graduato; meno soggetto questo a degradazione, per cagione del bordo, che pressochè tutto lo ricopre; convenientissima la posizione centrale della bussola, adatta ancora ad un diretto e più speditivo rilievo di alcuni punti secondarii; meno vantaggiose forse le viti destinate alla rettifica del circolo zenitale.

S. Carena.

MACCHINE DI TRAZIONE E FERROVIE

IL LOCOMOTORE FUNICOLARE AGUDIO
sul piano inclinato di Lanslebourg

Giudizi della Commissione governativa italiana.

1. — Il *Giornale del Genio Civile*, nel fascicolo di luglio ed agosto, ha pubblicato la relazione della Commissione governativa italiana sugli esperimenti da essa eseguiti nell'agosto dell'anno 1875.

La relazione è ben condotta, porta la data del 17 maggio 1876, ed è divisa in cinque parti.

Ma dappoichè i nostri lettori già conoscono le condizioni del piano inclinato di Lanslebourg colle più essenziali particolarità dei meccanismi impiegati, non meno che la natura ed i risultati dei singoli esperimenti eseguiti dalla sullodata Commissione (dietro quanto se ne disse a pagina 40 e seguenti di questo volume, coll'aiuto della tavola IV), così è che passeremo senz'altro a far conoscere di quella relazione gli apprezzamenti e le conclusioni.

2. — La relazione fa anzitutto osservare che il ragguardevole dispendio passivo di forza motrice, verificatosi alle prove e cagionato dal meccanismo di trasmissione funicolare, non troverebbe sufficiente spiegazione nel sistema in sè, inquantochè lo scopo essenziale del sistema è quello appunto di attenuare grandemente le resistenze passive proprie degli ordinari sistemi funicolari a trazione diretta, ed *in teoria il sistema Agudio* (indipendentemente dal motore) *è suscettibile di un effetto utile del 55 per cento*, epperò ben superiore al 38 per cento ricavato sperimentalmente.

La Commissione attribuisce la cagione della trovata differenza all'impianto di natura provvisoria e sommamente imperfetto del piano inclinato di Lanslebourg. Ed in proposito osserva che le funi motrici avevano un diametro ed un peso eccedenti lo stretto necessario, donde una maggiore rigidezza, una maggiore pressione sui punti d'appoggio, e, in definitiva, un maggior consumo di lavoro motore. Vi sono pure altri fatti che hanno in qualche misura contribuito a rendere tanto intense le resistense passive: così, per esempio, alcune difficoltà locali che non furono vinte per ragioni economiche, obbligarono le trasmissioni telodinamiche esterne a diversi cambiamenti di direzione, anche in senso planimetrico, laddove appunto le funi debbono risentire le più forti tensioni. L'eccessivo numero (più che 30) di puleggie orizzontali a ciò adoperate e il loro piccolo diametro, peggiorano le già sfavorevoli condizioni dell'impianto per rispetto all'economia del lavoro motore.

3. — È noto che in generale tutti i sistemi di trazione funicolare sono solo applicabili a piani inclinati di limitata lunghezza. La relazione afferma che sarebbe stato molto interessante di poter stabilire, dietro i dati dell'esperienza, il limite massimo di lunghezza possibile e conveniente ad esercitarsi di ogni piano inclinato. Ma dovevasi perciò conoscere in che modo si accrescono le resistenze passive coll'aumentare della lunghezza di un piano inclinato. Or bene, la relazione conchiude a questo proposito che dagli esperimenti di Lanslebourg e dalle formole instituite *nulla si può in modo certo desumere* per la soluzione di questa questione di natura molto complessa; essendochè colla lunghezza del piano a tutto rigore dovrebbe pure variare un altro importante elemento, che è il diametro delle funi. Alcuna conseguenza in via d'approssimazione è però sempre possibile di trarre; ed è ovvio che rimanendo costante il peso del locomotore, e le resistenze passive della fune essendo risultate minori del quarto del lavoro occorrente a rimorchiare il convoglio, *l'effetto utile totale deve decrescere in ragione minore di quello con cui cresce la lunghezza del piano.*

E d'altronde l'ulteriore accrescimento delle resistenze passive potrà farsi vincere in generale con un maggior sviluppo di forza motrice, anzichè col diminuire il carico da trasportarsi. È indispensabile però di non oltrepassare il valore della tensione massima che la fune può sostenere.

4. — Altra questione che desideravasi pure di vedere praticamente risolta in modo ben definitivo era quella gravissima della regolarità della discesa. Ulteriori prove prolungate per l'intervallo di circa un mese, provarono che la maggiore regolarità dipende essenzialmente dalla pratica abilità contratta a forza di esercizio del personale destinato alla manovra dei freni.

La manovra dei freni che l'esperienza avrebbe dimostrato più vantaggiosa sarebbe la seguente: supposta incominciata la discesa, il macchinista del locomotore chiude egli stesso di una certa quantità il freno a tenaglia, e poscia cerca di moderare la velocità del convoglio per mezzo del freno a ceppi, che il frenatore manovra sotto gli ordini del macchinista, onde non accada mai che le azioni dei due freni si contrariino a vicenda, massime se al macchinista occorre ancora di dover impiegare il terzo freno a morsa disponibile sul locomotore. I frenatori degli altri veicoli del convoglio possono aiutare l'opera del macchinista per mezzo dei freni applicati a questi veicoli; ai quali però si ebbe a ricorrere assai raramente, essendo quasi sempre bastati i freni del locomotore, specialmente col successivo migliorare del personale.

Per cui, anche in merito della discesa, la relazione conchiude essere abbastanza provato che *il sistema Agudio, malgrado che in apparenza sembri di natura complicata e delicata, oramai offre anche quelle guarentigie di sicurezza e regolarità che sono desiderabili in un sistema di trazione, per poterlo dichiarare meritevole d'essere annoverato tra quelli aventi un valore pratico.*

Rimane però la questione del logorìo degli apparecchi, la cui entità non potrebbe apprezzarsi se non dopo un esercizio assai più lungo di quello che si potè ottenere per le prove.

5. — Infine la relazione prende a considerare il sistema Agudio per rispetto agli altri sistemi di trazione. Essa parte dal fatto che anche nelle più eccezionali e non mai praticate condizioni di pendenze, l'effetto utile caratteristico del sistema deve ritenersi superiore al 38 per cento appenachè l'impianto venga fatto meno imperfettamente che non a Lanslebourg; che quest'effetto utile andrà bensì scemando un po' col crescere della lunghezza del piano inclinato, ma che per contro aumenterà di mano in mano che rispetto alle pendenze ed alle curve si starà più sotto ai limiti veramente eccezionali di Lanslebourg; e ciò perchè, ove non variino la lunghezza del piano inclinato, il peso e la velocità del convoglio scemerà di molto in valore un elemento importantissimo, quale è la componente parallela al piano del peso del locomotore e di quello delle funi.

Ciò premesso, osserva che di tutti i sistemi praticati di *trazione funicolare ad azione diretta*, nissuna applicazione fu fatta *con curve*, le quali nemmeno si avvicinino a quelle del piano inclinato che oramai è lecito dire aver fatto *meccanicamente* buona prova a Lanslebourg; e che, quanto al *sistema pneumatico*, l'esperienza si è fino al presente pronunciata in modo troppo sfavorevole, e non essere il caso di dovervisi fermare sopra. Rimane adunque il confronto del sistema Agudio colle locomotive, e tanto colla locomotiva ordinaria, che con quella ad aderenza artificiale. E qui sta appunto la parte più interessante di tutto il lavoro della Commissione. Dopo avere esaminati parecchi esempi di ferrovie a rotaia ausiliaria (sistema Fell), e particolarmente di locomotive a rotismo dentato (sistema Riggembach), non che il più bell'esempio di locomotiva ordinaria applicata a pendenze straordinarie, che i nostri lettori conoscono (V. pagina 150 del vol. I), la Commissione ha riportato in un quadro le pendenze limiti alle quali, *per date velocità*, è lecito estendere l'uso tanto della locomotiva comune quanto delle altre ad aderenza artificiale. « Questo quadro ad evidenza conferma (così la relazione) ciò che oramai è universalmente ammesso, vale a dire, che, *industrialmente parlando, la locomotiva non è guari applicabile a pendenze superiori al 35 per mille*, alle quali anzi non si ha un effetto utile se non a patto di abbandonare il tender separato; — che a questa massima non fa eccezione la nuova ferrovia dell'Uetliberg (di cui nell'*Ingegneria Civile* a pag. 150 del vol. I) ove la pendenza del 7 per cento è limitata a pochi ettometri, che la locomotiva supera diminuendo la velocità e coll'aiuto di un massimo coefficiente di aderenza ottenuto coi mezzi conosciuti; e che l'impiego della locomotiva Fell e dell'altra di Riggembach non sono più ammessibili per pendenze superiori *rispettivamente* al 10 e al 30 per cento, ove si voglia conservare un conveniente limite inferiore di velocità. *Al di là di questi limiti di pendenza* è FUORI DI DISCUSSIONE che, *nello stato attuale della meccanica applicata alla trazione ferroviaria, rimane interamente libero il campo al sistema Agudio*, ALLORCHÈ NON È DATO DIMINUIRE LA PENDENZA *con maggiori sviluppi, quando non si voglia scendere sotto il suddetto limite di velocità, e quando il tracciato riesca in curva* ».

6. — Per i casi poi ove l'altezza da superarsi potesse essere raggiunta con un conveniente sviluppo della strada, epperciò con pendenze compatibili con alcuna delle locomotive *ad aderenza artificiale* od anche colle locomotive *ordinarie*, risulterebbe alla Commissione, dietro i calcoli di confronto instituiti (calcoli naturalmente basati su dati ipotetici, ma svolti con molto criterio e pratico discernimento, epperò di risultati sufficientemente attendibili), che *le locomotive ordinarie finchè si applicano a pendenze inferiori al 25 per mille o poco più costituiscono il sistema di trazione decisamente preferibile.* — Che *il sistema Agudio, per pendenze superiori al detto limite, arriverebbe presto ad uguagliarlo.* — Che infine *la locomotiva Riggembach* PER PENDENZE SUPERIORI AL 25 PER CENTO *parrebbe inferiore in effetto utile caratteristico al sistema Agudio*, essendochè il peso del motore che viaggia col treno diventa troppo grande parte di questo.

7. — Le conclusioni della Commissione sono riassunte dalla relazione nei cinque punti che qui testualmente riportiamo:

1° Dal punto di vista meccanico il sistema Agudio, come venne provato a Lanslebourg, è praticamente applicabile, e può riguardarsi siccome suscettivo di entrare nell'esercizio corrente della trazione ferroviaria.

2° La sua applicazione torna tanto più vantaggiosa quanto minore è la pendenza, per rapporto a quella un po' eccessiva del piano inclinato di Lanslebourg, o per converso, il suo effetto utile diminuisce alquanto col crescere della pendenza, ma però in minor misura di quel che avvenga cogli altri sistemi nei quali il motore che cammina col treno forma parte maggiore del peso di questo.

3° In qualsiasi caso, affinchè il suo effetto utile si approssimi maggiormente all'effetto utile teorico, fa mestieri evitare colla massima cura le deviazioni nella disposizione della trasmissione funicolare, ed impiegare puleggie di grande diametro solidamente impiantate.

4° Relativamente alla sua applicazione a lunghezze maggiori di quella di Lanslebourg, mancano dati per apprezzare esattamente il valore delle maggiori resistenze che ne deriverebbero alla fune, e le quali pare che non cresceranno in ragione minore della lunghezza.

5° Il sistema Agudio con motore idraulico od a vapore è ognora da anteporsi per tracciati in curve al sistema funicolare a trazione diretta.

6° Il sistema Agudio, sia per gli incagli al servizio, quando esso venga intercalato fra linee esercite in altro modo, sia per la poca lunghezza in cui ogni sua tratta deve suddividersi, le quali circostanze influiranno molto sul traffico possibile, non può, anche esercito con motore idraulico, essere riguardato come mezzo definitivo di valicare le montagne, allorchè ostacoli insormontabili non siano per opporsi alla costruzione di una ferrovia a locomotiva ordinaria con pendenze continuate per lunghi tratti del 25 per mille o poco più.

7° Il sistema Agudio, con motore idraulico, è preferibile in linea economica alle locomotive Fell e Riggembach, in ogni caso laddove è disponibile una conveniente forza d'acqua; in generale però la convenienza economica comparativa di quel sistema, in ispecie quando dovesse applicarsi con motore a vapore, dipende anche molto dalle circostanze locali e speciali, e la si dovrà dedurre per ciascun caso con opportuni calcoli di confronto.

SAGGI DELL'INDUSTRIA NAZIONALE

Resistenza delle cinghie tessute con fili di canapa della fabbrica torinese di tessuti impermeabili

del signor MILANESE GIOVANNI.

Chiamiamo l'attenzione degli industriali sugli esperimenti eseguiti dal R. Museo Industriale Italiano sulle correggie di trasmissione, costituite non più di cuoio, ma tessute con fili di canapa con sistema speciale di preparazione impermeabile ed inessicabile e presentate dalla nota e rinomata fabbrica del signor Milanese Giovanni, sita in Torino (Piazzale della Barriera di Nizza).

Nello stabilimento del signor Milanese si fabbricano diversi generi di tessuti impermeabili, che sappiamo essere presi in molta considerazione, come copertoni per carri e veicoli ferroviarii, tele impermeabili per tende, padiglioni provvisorii, ecc., tessuti varii per calzature, ecc.

I buoni risultati che qui riportiamo dànno luogo a sperare che anche la nuova industria delle cinghie di canapa non mancherà di avere quel favorevole sviluppo che il Milanese si è proposto di ottenere nel sostituire le correggie di canapa o lino, a quelle di cuoio.

Ecco intanto la relazione del professore di meccanica cav. M. Elia.

1. — Nel giorno 17 luglio 1876, nella sala di esperienze meccaniche del R. Museo Industriale Italiano in Torino, si procedette alla prova della resistenza alla rottura per trazione di una cinghia tessuta con fili di canapa, dei quali quattro si disposero nella catena e due nel ripieno o trama, intrecciandoli fra loro in modo da produrre un tessuto incrociato e con una preparazione speciale.

La cinghia poi si componeva di tre nastri di tela con orlo esterno sovrapposti l'uno all'altro e cuciti insieme con tre cuciture longitudinali, di cui una intermedia e due laterali.

La larghezza di ciascun nastro era di 6 centimetri, corrispondente anche a quella della cinghia; la grossezza di ciascun nastro 2 mm., cosicchè la grossezza totale della cinghia era di millimetri 6.

La sua sezione trasversale risultò pertanto eguale a centimetri quadrati 3. 6.

2. — *Esperimenti sulla resistenza alla trazione.* — Presa una lunghezza della medesima di m. 1,50 fu stretta per le estremità in apposite morse e poscia assoggettata all'azione della macchina a tendere, sulla quale, prima di cominciare la prova, si misurò la lunghezza libera della cinghia fra le faccie interne delle morse pari a m. 0,921.

Indi si fece agire la macchina, nella quale la tensione minima prodotta fu di chilogr. 700, che si aumentò a poco pervolta, giusta le indicazioni risultanti dalla seguente tabella:

Ora dell'esperimento	Carichi o tensione in kg.	Durata dell'azione dei carichi successivi	Lunghezze fra i segni eseguiti sulla cinghia fra le morse	Lunghezza totale in seguito all'azione dei pesi successivi	Allungamento totale subito in metri
ant					
11.5′	700	13′	0.921	0.978	0.057
11.18′	875	5′	0.978	0.984	0.063
11.24′	1050	6′	—	—	—
11.30′	1225	6′	—	—	—
11.40′	1400	5′	—	—	—
11.47′	1575	5′	0.993	0.999	0.078.
11.53′	1750	Sotto questo carico successe la rottura della cinghia nel mezzo.			

Dalla precedente tabella risulta:

1° Allungamento per 0|0 = 8,46;

2° Carico producente la rottura per centimetro quadrato della sezione traversale = 4,86 kg.;

3° Il restringimento o diminuzione in larghezza della cinghia sotto i diversi carichi fu poco sensibile.

3. — *Prove sulla resistenza dei giunti.* — Nel giorno successivo, 18 luglio 1876, nella medesima sala di esperienze meccaniche si procedette alla prova della resistenza alla tensione della stessa cinghia, di cui si presero due pezzi nuovi, si unirono insieme con un'allacciatura somigliante a quella per le cinghie ordinarie con stringhe di cuoio, e, afferratene le estremità libere fra le morse, si sottopose a carichi successivamente crescenti, come è in seguito indicato:

Ora dell'esperimento	Carichi o tensione in kg.	Durata dell'azione dei carichi successivi	Lunghezza fra i segni eseguiti sulla cinghia fra le morse	Lunghezza totale in seguito all'azione dei pesi successivi	Allungamento totale subìto dalla cinghia in metri
ant.					
10.30′	700	10′	0.727	0.781	0.054
10.55′	875	15′	0.781	0.793	0.066

La lunghezza del giunto era di 20 centimetri; dopo aver lasciato la cinghia sottoposta pel tempo indicato all'azione di 875 kil., si levò la tensione, che era uguale alla metà di quella producente la rottura della cinghia.

4. — *Determinazione del carico producente lo scorrimento lento della cinghia di canapa sulle puleggie di ghisa liscie.* — A questo fine, preso un tratto di cinghia di lunghezza sufficiente e della medesima qualità della cinghia provata, si avvolse ad una puleggia liscia e fissa di ghisa ad asse orizzontale del diametro di m. 0,572, che abbracciò per la 1|2 circonferenza superiore, e lasciati sporgere al disotto del diametro orizzontale due pezzi di eguale lunghezza, si attaccò a ciascuna estremità un peso di 100 chilogrammi.

La cinghia rimase in tal modo equilibrata: quindi si aumentò a poco per volta il peso ad una delle estremità, finchè, giunto a chilogrammi 200, si osservò lo scorrimento lento della cinghia dalla parte del peso più grande. Ripetuta la prova con un peso di 66 chilogrammi per ogni capo della cinghia, si trovò che lo scorrimento cominciò a manifestarsi quando il peso ad una delle estremità fu portato a chilogrammi 132.

Tenuto conto dell'arco abbracciato e della differenza di peso necessaria per ottenere uno scorrimento lento uniforme, si trovò un coefficiente d'attrito corrispondente a 0,3333.

5. — *Confronti colle cinghie di cuoio.* — Per confrontare la resistenza alla rottura per tensione della cinghia di canapa con una di cuoio, si scelse un pezzo di cinghia, avente la larghezza di centimetri 6 e millimetri 5 di spessore, di scelta qualità e manifestante in tutta la sua lunghezza una grossezza uniforme, in buono stato di servizio, la quale fu stretta da morse alle due estremità, distanti fra di loro m. 0,315, e quindi fu tesa con una forza gradatamente crescente, finchè si ruppe sotto la tensione di chilogr. 4,66 per centimetro quadrato. L'allungamento verificatosi fino a pochi istanti prima della rottura era di millimetri 26, cioè 8,25 per cento. Da questo esperimento risulterebbe che *la resistenza del cuoio è alquanto minore di quella del campione di canapa, e l'allungamento proporzionale prima della rottura è pressochè eguale, sebbene leggermente inferiore.*

Per riconoscere infine quale valore avesse nelle identiche circostanze l'attrito tra una cinghia di cuoio della larghezza di 6 centimetri e la puleggia di ghisa, si eseguirono due prove, che diedero l'una per coefficiente 0,3208 e l'altra 0,3332: così *il valore del coefficiente d'attrito della cinghia di canapa sulle puleggie di ghisa, può assumersi eguale a quello della cinghia di cuoio di eguale larghezza sulla stessa puleggia.*

Torino, 20 agosto 1876.

Prof. M. ELIA.

NOTIZIE

Ponti militari istantanei dell'ingegnere Alfredo Cottrau. — Abbiamo avuto occasione di esaminare in questi giorni i singoli tipi non meno che i più ingegnosi particolari dei ponti così detti *militari istantanei*, che l'egregio ing. A. Cottrau, l'abile e solerte direttore dell'Impresa industriale italiana di costruzioni metalliche a Castellamare, ideò e propose allo scopo di prontamente provvedere, nei casi d'urgenza, al passaggio di un corso d'acqua, collo stabilire un ponte non esistente o distrutto.

Fin qui erasi sempre ricorso ai ponti di barche od al sistema di travate e cavalletti di legno, sistemi tutti difettosi, poco duraturi, non sempre applicabili in ogni circostanza, di poca resistenza, i quali richieggono molto tempo e lavoro per la loro montatura, e non sono punto applicabili al servizio di una ferrovia anche provvisoria.

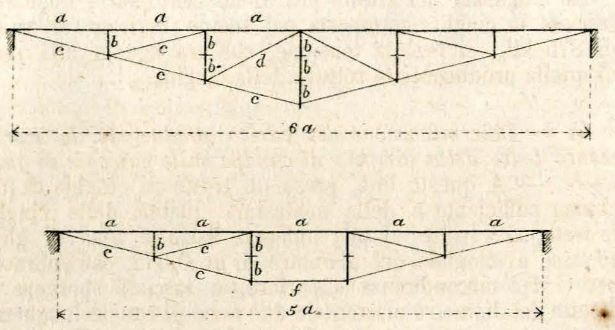

Fig. 75.

Considerando i vantaggi immensi che produrrebbe un sistema di ponti metallici di rapida montatura e smontatura, che potesse servire egualmente bene sia al passaggio di un binario, sia al servizio di strada ordinaria, e che potesse prestarsi a qualsivoglia luce — ed appoggiandosi all'idea madre delle travi rinforzate in più punti di loro lunghezza da saette verticali e collegate a sistema triangolare con tiranti obliqui — il Cottrau ha trovato che con soli 7 pezzi principali, ripetuti un certo numero di volte, raddoppiati, triplicati, ecc., e col solito corredo di pezzi accessorii quali caviglie, chiavarde, ecc., si riusciva perfettamente nell'intento di improvvisare qualsiasi travata di 6, 12, 18, 24, 30 e 48 metri di luce.

I varii tronchi costituenti le travi longitudinali sono tutti eguali fra loro, e la loro lunghezza *a* sarebbesi assunta di 6 m.; lo stesso dicasi per la lunghezza *b* dei pezzi verticali per le saette che è di metri 1,50. Il sistema è rigido per quanto si riferisce alle travi longitudinali ed ai pezzi verticali; ed è perfettamente articolato per i tiranti *c*, *d*, ecc., i quali completano l'armatura. Le travi propriamente dette portano superiormente collegate, e come facenti parte della trave stessa, le rotaie d'armamento. Ponendo traversalmente alle rotaie i lungoni di legno, e su questi i tavoloni, può pure formarsi l'impalcatura di una strada rotabile; e potendosi moltiplicare il numero delle travi armate, e controventarle mediante tiranti incrocicchiati, ben si vede potersi dare a questi ponti qualsivoglia larghezza e resistenza.

Importante è l'argomento, inquantochè direttamente si collega cogli interessi del Genio militare, delle società ferroviarie e del paese in generale; e noi facciamo voti che il governo italiano apprezzi tutta l'importanza, e sia primo a ritrarre vantaggio di così pronto ed efficace sistema di improvvisare i ponti in servizio delle armate.

La Strada Ferrata dei marmi di Carrara. — 1. — Le cave di Carrara hanno oggimai troppa fama e tanto grande si è fatta la scavazione e la lavorazione del marmo fino dai primi anni di questo secolo, che il comune di Carrara ed i proprietari delle cave si preoccuparono seriamente, a più riprese, di agevolare questa industria con una strada ferrata marmifera percorsa dalla locomotiva che trasporti il marmo fino al mare, ed all'incontro della rete ferroviaria nazionale.

Prima della strada ferrata marmifera gli abituali mezzi di trasporto consistevano in pesantissimi carri a due e quattro ruote, percorrenti una lunga, pessima, ed unica strada, tirati da molte paia di buoi. Questi mezzi enormemente dispendiosi, pericolosi quasi sempre, sono oggi riconosciuti assolutamente insufficienti a soddisfare ai bisogni di codesta industria che può essere di molto aumentata mediante la economia e la celerità dei mezzi di trasporto.

Dallo spoglio fatto di parecchie relazioni d'ingegneri, e da notizie attinte all'ufficio comunale di Carrara risulta che una tonnellata trasportata con i bovi dalle cave alla marina costa di trasporto più del doppio che con la marmifera. La concorrenza è dunque stabilita con una prevalenza insuperabile.

2. — Le difficoltà per la costruzione di detta strada al disopra della città di Carrara erano grandi, e per lungo volger di anni queste difficoltà si reputarono impossibili a superare. Gli ingegneri Villy e Ganzoni, dopo lunghi e laboriosi studi, compilarono una proposta di massima la quale fu poi diligentemente svolta e migliorata dal lato tecnico-economico per opera dell'egregio ingegnere Giuseppe Turchi, preposto alla direzione dei lavori della società concessionaria.

Ed ora ecco particolarmente notate le belle opere della strada ferrata marmifera:

1. Stazione di San Martino; congiungimento alla strada ferrata Carrara-Avenza; opere di gran rilievo al disopra del fiume Carrione e alla strada principale del paese, cioè un ponte sul Carrione di 20 metri di luce, un viadotto di 4 arcate, un sottopassaggio sulla strada; opera mista di laterizii e di marmo, con vòlta ardita di metri 20.

2. Stazione della strada ferrata marmifera al disopra di Carrara; gran piazzale costruito artificialmente nella gola del monte con i detriti delle cave trasportati dai carri della stessa strada ferrata, corredati di 6 binari per i servizi di corsa e per le manovre. Ivi è il deposito, il peso dei marmi, il rifornitore dell'acqua, ecc., con rimessa delle locomotive, con magazzini ed officine.

3. A mezzo chilometro sopra la detta stazione si ammira un'opera imponente dell'altezza di oltre metri 20 e della lunghezza di 130 con una trave di ferro di più che 30 metri di luce per il passaggio dalla sinistra alla destra del torrente Carrione e della valle, attraversando il torrente medesimo, la strada dei marmi ed altre strade di accesso alle segherie lungo il fiume.

4. Stazione di Miseglia; essa è coordinata al servizio del tronco per i Rovaccioni e quello per le vallate di Fantiscritti e di Colonnata, artificialmente costruita nella gola del monte e corredata di binari di sicurezza per i treni che discendono tanto dalla vallata di Ravaccione, quanto dalle altre vallate di Fantiscritti e di Colonnata. Da Miseglia al Bivio dei Bardi è un tratto eccezionale con la salita del 5,5 per cento; quivi è un lavoro importantissimo nel passaggio sulla strada Carriona e sul torrente Carrione, eseguito mediante opere murarie sormontate da due travate di ferro provenienti, come le altre, dalla impresa industriale italiana di Napoli del cav. Alfredo Cottrau.

5. A questo punto si entra nel secondo tronco dove sono gallerie diverse scavate nel calcare cavernoso, altre artificiali a sostegno del monte e muraglioni di sostegno che vanno ad altezze straordinarie. Una di queste gallerie artificiali, della lunghezza di 70 metri, fu eseguita per frenare gli scoscendimenti del monte ed è sostenuta a valle da frequenti e grandiosi contrafforti di muratura appoggiati sul terreno solido, che potè solo rinvenirsi a 12 metri al disotto del piano stradale. Quivi è un magnifico panorama di tutta la sottoposta città di Carrara che trovasi al disotto di queste gallerie di 109 metri.

6. Viadotto al disopra di Torano, popolosa villa di Carrara e patria di Pietro Tenerani, con sette grandi arcate di oltre 20 metri d'altezza; opera rilevantissima per la sua giacitura a più che 100 metri sopra la strada Carriona.

7. Di faccia al monte Crestola e precisamente alla tagliata di Sponda, operata sotto Nerone, ove si forma come un ingresso alla soprastante valle, si osservano a destra e a sinistra due masse marmoree uguali in formazione. In quella di destra fu fatta la galleria senza muratura che meraviglia e stupisce l'osservatore per la magnificenza del marmo, ed è il più bell'ornamento naturale di tutto il tracciato.

8. All'ingresso delle cave, dove si gode lo spettacolo dei molti e rapidissimi ravaneti, uno stupendo ponte di marmo, degno di Roma antica (che deve essere di statuario perchè è bianchissimo ed ha prossima la cava), di un solo arco di 20 metri di luce, desta la meraviglia dell'osservatore.

9. Scalo dei marmi alla Piastra, limite della strada ferrata, egregiamente coordinata all'ufficio di carico, mediante piazzali, piani caricatori e binari relativi.

10. Scalo della marina. Il tratto dalla stazione di Carrara al mare è di 8 chilometri e, benchè il terreno sia irregolare nelle sue giaciture, pure non si scosta di troppo dalle condizioni normali; lo scalo è coordinato con tre binari al carico ed allo scarico e mette sopra i due grandi moli o ponti di legno che si spingono in mare fino a 380 metri.

3. — I diversi tratti di strada ferrata al disopra della città di Carrara vanno a 12 chilom. che, sommati con gli 8 da Carrara

al mare, fanno la percorrenza di 20 chilometri, compresi i 5 chilometri di strada ferrata pubblica da Carrara all'Avenza, che il commercio carrarese vorrebbe che passassero dall'esercizio dell'Alta Italia a quello della Marmifera.

Relativamente al materiale mobile e fisso della Marmifera diremo che le due macchine uscite dalle officine della casa Krauss di Monaco di Baviera, furono preventivamente studiate e costruite in relazione alle curve e alle pendenze della linea che sono del 25, del 32, del 37, del 40 ed in un piccolo tratto del 55 per mille; codeste macchine sono specialmente munite di potentissimi freni, a contrappeso, oltre quello a contro vapore. I carri son tutti di forma piatta e della portata di 20 tonnellate, costruiti nelle famose officine di Bristol, con potentissimi freni, pari al servizio che devono fare, ad otto ceppi per ogni carro.

L'armamento è del sistema Vignolle, costruito eccezionalmente, con traverse di quercia a distanze minori di quanto viene usato nelle altre strade ferrate in servizio del pubblico.

Questa impresa arditissima non poteva essere meglio affidata per le sue difficoltà, che alle cure assidue, indefesse ed intelligenti dell'ingegnere Giuseppe Turchi da Savignago di Romagna, il quale dimostrò di essere uomo di serii propositi e munito di tutto il sapere per giungere al bel risultato cui è pervenuta la Società della strada ferrata marmifera.

BIBLIOGRAFIA

I.

Sul viriale. — Memoria dell'ing. Cerruti Valentino, estratta dal rendiconto della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche (*L'opuscolo non dice nè quale nè dove*).

In questa interessante memoria il chiarissimo autore prende ad introdurre metodicamente la funzione

$$f\,\mathrm{F}\cos(f\,\mathrm{F})$$

il così detto *viriale* di Clausius, in tutti i problemi di meccanica generale, e ne deduce altrettanti teoremi destinati a facilitarne la soluzione, e a rendere più possibili e più feconde le applicazioni ai casi pratici.

Non sono che 12 pagine; eppure il Cerruti vi ha condensato tutto un trattato di buona meccanica moderna dandoci rigorosamente enunciati e dimostrati più teoremi e deduzioni che non sianvi formole e parole.

Dopo alcuni teoremi sul viriale dei sistemi di forze rispetto ad un punto, quando si fanno equilibrio, o quando le forze si riducono ad una coppia, l'A. passa a studiare le relazioni tra due sistemi aventi la stessa risultante e lo stesso viriale, facendone applicazione al caso di un corpo terminato da faccie piane, o da una superficie curva qualunque, e sollecitato da forze a questa normali.

Prende in seguito a considerare il caso in cui le forze sono applicate ad un sistema di forma invariabile, interamente libero di muoversi nello spazio, e dimostra che se il sistema è astatico (se cioè si trova in equilibrio in qualunque posizione sotto la loro azione), il viriale delle forze stesse sarà costantemente nullo, e viceversa.

Quando poi debbansi considerare forze operanti su tutti gli elementi di un corpo, mezza pagina di integrali bastano ad introdurre nell'espressione del viriale le più utili trasformazioni, in vista di nuove applicazioni. Così quella di un corpo che si muove sollecitato da forze esterne e tra le cui particelle si esercitano azioni scambievoli di attrazione o di ripulsione conduce a diversi teoremi utilissimi, e ne citeremo un solo, che vorremmo vedere sviluppato dai professori che attendono a far progredire la meccanica delle costruzioni: « *Se in un dato istante la somma algebrica dei viriali delle forze interne ed esterne è nulla rispetto a qualsivoglia punto, per quell'istante la forza viva totale del corpo è uguale al valore della metà della derivata seconda rispetto al tempo del momento d'inerzia del corpo rispetto a qualsivoglia punto dello spazio* ».

Ecco infine un'altra applicazione molto interessante di questa memoria. Il Cerruti concepisce ed esamina il caso di un corpo scomposto in tanti elementi, nell'interno dei quali può essere pur contenuto un numero grandissimo di molecole, dotate di movimenti vibratorii rapidi quanto si vuole, ma le cui escursioni sieno piccolissime rispetto alle dimensioni dell'elemento, e per di più suppone che il corpo non sia dotato di movimenti di massa. È questo il caso che avrebbe luogo quando i fenomeni calorifici si riferissero a fenomeni di movimenti molecolari; restava a vedersi se, ammesse le idee precedenti sulla natura del calore possano ancora ritenersi legittimi i procedimenti usati fino al giorno d'oggi nel trattare le questioni relative alla teoria matematica dell'equilibrio dei corpi elastici; se possano ancora dirsi rigorose le equazioni fondamentali e le conseguenze che ne derivano. Le equazioni finali ed un breve ragionamento rispondono affermativamente alla domanda; — e noi diciamo un bravo di cuore al prof. Valentino Cerruti, ringraziandolo per averci fatto omaggio del suo prezioso lavoro.

II.

Sulla misura delle altezze mediante il barometro. — Saggio del dottor Guido Grassi, Professore nella R. Università di Pavia. (Ulrico Hoepli, Milano, 1876).

Ecco un buon lavoro di 180 pagine, nel quale l'egregio autore compendia quanto in materia di altimetria barometrica trovasi sparso qua e là nei diversi trattati, e segnatamente nel mare immenso degli atti e memorie accademiche delle tante associazioni scientifiche d'Europa. La monografia è ben condotta, ed ha particolarmente il merito di non aver tralasciato quanto in proposito s'è fatto anche in Italia. Da questo punto di vista l'operetta condurrà allo scopo, che non è sempre raggiunto con brevi memorie isolate, di richiamare l'attenzione degli scienziati stranieri su certe questioni progredite tra noi a loro insaputa, e che alcuna volta rimangono dimenticate.

La parte storica di questo problema la cui origine data dal 1647 è brevemente trattata in un ultimo capitolo, avendo l'A. saggiamente preferito di entrare subito in materia, ed esporre la trattazione dell'argomento allo stato attuale delle nostre cognizioni, e come se chi legge dovesse, senz'ulteriore perdita di tempo, apprendere il metodo e poi servirsene. Tale è appunto il sistema pratico che si adotta nelle pubbliche scuole per isvolgere ogni argomento di un lungo programma, lasciando per ristrettezza di tempo, alla cura dello studente, di fare studi e indagini retrospettive per quello degli argomenti nel quale preferisce di maggiormente approfondirsi.

Così nel primo capitolo sono esposte le formole barometriche di Laplace colle modificazioni introdottevi da altri autori, e segnatamente la più completa di tutte, che diede finora i migliori risultati, dovuta al torinese Conte Paolo di Saint-Robert; la quale si sa differire essenzialmente da quella di Laplace, per essere basata sovra una legge particolare della densità dell'aria nei vari strati d'una colonna verticale. Partendo dalla formola del Saint-Robert, il prof. Grassi deduce col sussidio di alcune ipotesi e in via di approssimazione la formola del prof. Dorna, l'astronomo della specola di Torino, e intende dimostrare come alcune ipotesi o leggi le quali appaiono escluse, siano invece implicitamente ammesse.

Nel capitolo secondo è indicato, e chiarito con esempi numerici, il modo di calcolare, e tradurre in tavole le formole anzidette per la facilità e speditezza delle operazioni, e sono stampate 10 tavole ipsometriche, occorrenti a seconda dei casi alle suaccennate calcolazioni.

Il capitolo terzo è destinato alla descrizione dei diversi strumenti in uso per le livellazioni barometriche, ed al modo di servirsene; ma qui noi avremmo desiderato buon numero di figure particolareggiate per ogni strumento, le quali avrebbero assai facilitato lo studio.

Nel capitolo quarto, che è riservato alla discussione dei risultati dei calcoli altimetrici finora eseguiti, è tratta in questione molto opportunamente l'influenza dell'ora e della stagione, ossia dell'epoca, sulle livellazioni barometriche, facendo notare come molti abbiano trascurato affatto in coteste ricerche un elemento così essenziale, come il tempo. Questo nuovo elemento ha un'influenza non trascurabile, e certamente superiore a quella delle variazioni di gravità; e *si commette un errore grossolano quando si considerano come equivalenti due livellazioni eseguite in tempi diversi.*

Il capitolo quinto espone diverse regole o metodi particolari raccomandabili nei diversi casi per eseguire una misura d'altitudine.

Dopo il capitolo sesto di notizie storiche, siccome s'è detto più sopra, l'opera si chiude con alcune Note di ordine meno elementare sui medesimi argomenti.

Raccomandiamo quest'opera a tutti gli ingegneri ai quali può occorrere di fare livellazioni barometriche, tanto servendosi dei barometri a mercurio che degli aneroidi, di cui il migliore è per ora quello a vite micrometrica del signor Goldschmid di Zurigo. (Veggasi in proposito la Memoria del prof. Dorna sulle differenze di livello della ferrovia Torino-Modane negli Atti della Società degli Ingegneri di Torino, anno VII, 1873).

GIOVANNI SACHERI, *Direttore*. Tip. e Lit. CAMILLA e BERTOLERO, Editori. L. F. CAMILLA, *Gerente*.

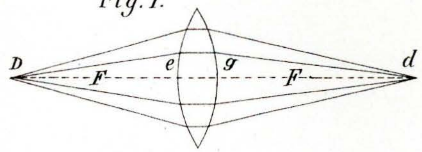

Fig. 1.

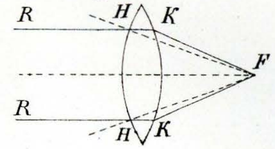

Fig. 2.

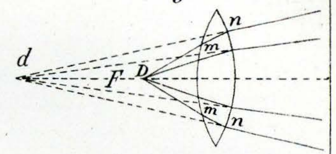

Fig. 3.

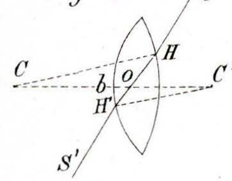

Fig. 4.

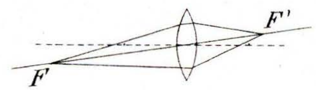

Fig. 5.

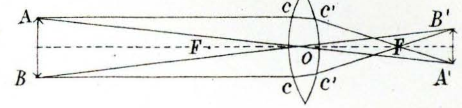

Fig. 6.

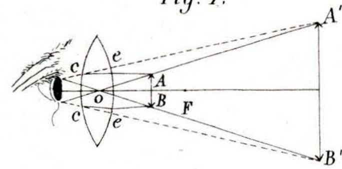

Fig. 7.

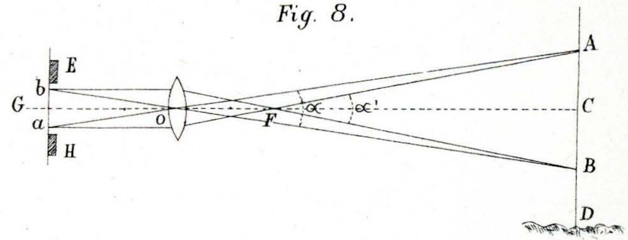

Fig. 8.

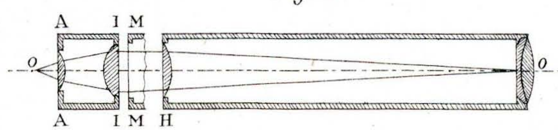

Fig. 9.

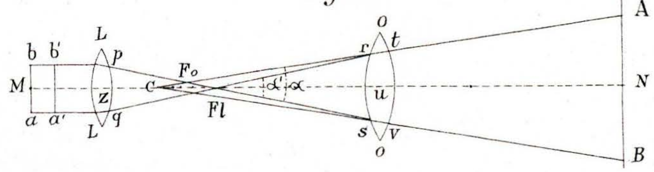

Fig. 10

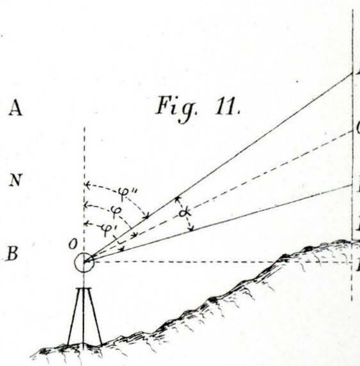

Fig. 11.

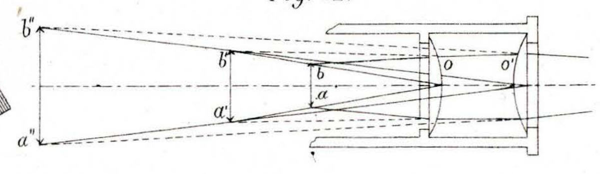

Fig. 12.

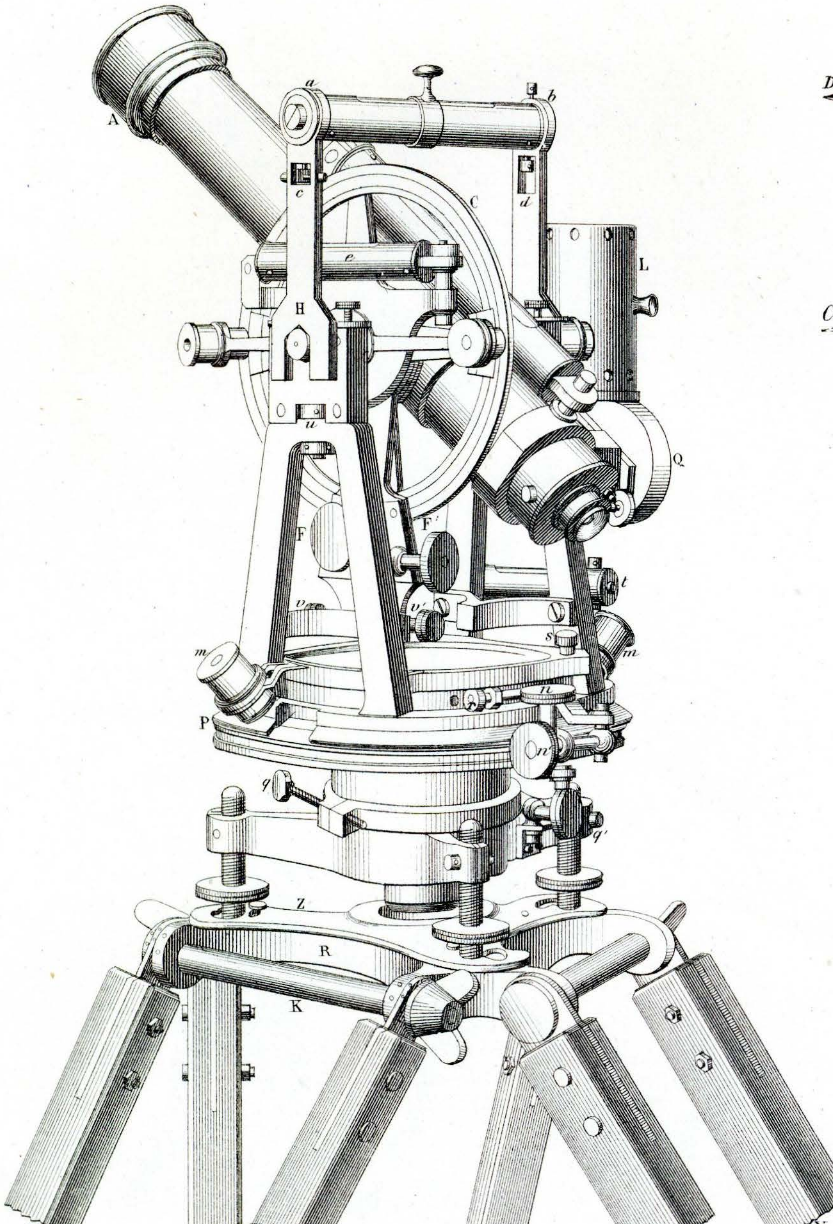

Fig. 13.

Torino, Tip. e Lit. Camilla e Bertolero

TACHEOMETRO INGLESE