



L'INGEGNERIA CIVILE

B

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

STABILIMENTI INDUSTRIALI

LE NUOVE OFFICINE DELLE STRADE FERRATE (RETE MEDITERRANEA)

IN TORINO

(Veggasi la Tav. V)

PARTE I.

Cenni generali.

Introduzione. — Le officine ferroviarie di Torino, stabilite nelle stazioni di Porta Nuova e Porta Susa, erano delle più antiche d'Italia, essendo stato iniziato l'impianto delle medesime nel 1848 e nel 1855 rispettivamente. Entrambe queste officine furono nella loro origine proporzionate ai bisogni del materiale mobile occorrente per l'esercizio di poche centinaia di chilometri di strada ferrata, aventi traffico assai limitato, ed anche i successivi ampliamenti erano ben lungi dal provvedere alle esigenze delle linee convergenti su Torino.

Preoccupato da questo stato di cose, fino dal 1880, il cesato Consiglio d'Amministrazione delle Ferrovie dell'Alta Italia presentava al Ministero dei Lavori Pubblici una Relazione, nella quale proponeva di riunire le due officine esistenti in Torino in un solo gruppo di edifici più vasti e più adatti, al duplice scopo di liberare gli scali delle due stazioni dall'ingombro e dalla soggezione delle officine esistenti e di assegnare alla nuova da erigersi quell'importanza che il crescente sviluppo del traffico sulle linee liguri-piemontesi imperiosamente richiedeva.

In conformità ai criteri esposti nella Relazione venne allestito un progetto di massima; indi si studiò d'accordo cogli enti interessati l'ubicazione da darsi al nuovo stabilimento ed in seguito ad accurate ricerche venne prescelta la località compresa fra il carcere cellulare, il prolungamento del Corso Principi d'Acaja, la cinta daziaria e la ferrovia Torino-Milano. Il Municipio di Torino, sempre sollecito degli interessi locali, stipulò allora una Convenzione, mediante la quale la Ferrovia retrocedette gratuitamente una zona di terreno presso la stazione di Porta Nuova, ed ebbe in compenso l'area sulla quale sorsero le nuove officine.

Prima di concretare nelle sue linee generali il progetto definitivo, la Società dell'Alta Italia inviò all'estero una Commissione di tecnici, incaricata di raccogliere dati, informazioni, tipi e quanto altro potesse concorrere a fare sì che il nuovo stabilimento avesse a raggiungere quel grado di perfezionamento al quale sono pervenuti all'estero gli impianti congeneri.

La Commissione presentava nel giugno 1882 le sue conclusioni, ed in seguito si addiveniva alla compilazione del progetto generale di massima, che formò la base del progetto definitivo di esecuzione, ad illustrare il quale è destinato questo breve studio.

Condizioni speciali dell'area prescelta. — Prima di passare alla descrizione dei singoli fabbricati, non sarà inutile esaminare nelle sue linee generali il progetto raccogliendone i dati principali più utili a dare un concetto sommario dell'importanza e della disposizione del grandioso impianto di cui ci occupiamo.

La località scelta per le nuove officine soddisfa abbastanza bene alle esigenze ed all'economia d'impianto d'un opificio importante. La forma dell'area è un trapezio, la base principale del quale, lunga m. 918,70, è parallela alla ferrovia di Milano e la minore, lunga m. 487,30, fronteggia il Corso Principi d'Acaja; l'altezza nel senso est-ovest è di m. 275. Quest'area presenta un'appendice a nord in forma di rettangolo, coll'aggiunta del quale la superficie totale delle officine ammonta a m. q. 189,400.

La speciale configurazione dell'area permise di disporre i vari edifici in una posizione conveniente l'uno rispetto all'altro, e di raggruppare i riparti affini in modo da conseguire quella semplificazione e quella rapidità delle manovre che, congiunte alla comodità ed economia di servizio, sono indispensabili per un grande stabilimento. A raggiungere tale scopo concorse anche l'ubicazione fra due grandi stazioni ferroviarie che facilitano l'inoltro in officina e la riconsegna del materiale alle linee.

Se la distanza delle officine dal centro della città potè essere oggetto di rimarco all'epoca della scelta della località, tale osservazione cade oggidì davanti all'evidenza dei fatti, poichè sia nell'attiguo borgo della Crocetta, sia nelle attinenze della Piazza d'Armi e del Corso Vittorio Emanuele si sviluppò, in questi ultimi anni, siffattamente la fabbricazione da far temere piuttosto il difetto contrario, che cioè le officine vengano ad essere comprese nell'abitato.

Senonchè a tale proposito giova osservare che su tre lati le nuove officine non saranno mai di incomodo alle abitazioni civili, e l'unico tratto in cui saranno divise dalle case soltanto per mezzo d'una strada pubblica, il Corso Principi d'Acaja, non contiene riparti nei quali le emanazioni ed i rumori valgano a fare deprezzare gli stabili fronteggianti.

Al sin qui detto si aggiunga che il terreno presentava poche accidentalità, in modo che occorsero movimenti di terra di poco rilievo, cioè meno di m. c. 60,000, per ottenere lo spianamento. Anzi, quei movimenti combinati con un opportuno rimaneggiamento ebbero per effetto di mettere a disposizione della ferrovia una rilevantissima quantità di ghiaia naturale che potè impiegarsi per le massicciate dei piazzali ed il ballast dei binari.

Le fondazioni furono assai facili non richiedendo l'uso nè di palificate, nè di altri sistemi dispendiosi; la presenza poi della ghiaia negli escavi di fondazione fu una vera risorsa per le Imprese, che trovarono sul posto la materia prima per la fabbricazione del calcestruzzo di fondazione, e di ciò tennero conto nel fare i ribassi sui prezzi d'asta.

Conchiudendo, la località prescelta per le nuove officine venne giudicata comoda ed adatta allo scopo, e certo preferibile ad altre che si potevano scegliere alla periferia della città.

Criteri di massima seguiti nel dare il progetto generale degli edifici. — L'intera officina si volle progettata e costrutta con grandi dimensioni, tali non solo da assicurare la produzione di lavoro attualmente necessaria, ma ancora da rendere possibile una maggiore attività nella previsione di un aumento nel traffico e quindi nelle riparazioni occorrenti al materiale rotabile.

Nella compilazione ed esecuzione dei progetti non venne trascurato nessun accorgimento, nessuna disposizione, che si reputasse atta a garantire le migliori condizioni di salubrità, d'illuminazione e di sicurezza, ben importanti fattori d'una buona e soddisfacente produzione di lavoro.

Così vennero costrutte ampie aperture, munite di serramenti in ferro, allo scopo di rendere la chiusura più solida e intercettare la minima quantità di luce: e dappertutto, dove fu possibile, vennero disposti ampi lucernari volti a nord, dai quali abbondanti penetrano la luce e l'aria senza dare molestia agli operai.

L'orditura dei coperti si è fatta esclusivamente in ferro per tutti gli edifici in cui si hanno focolari; si è fatta invece con sistema misto, ossia impiegando legno e ferro per tutti gli altri. Le incavallature di sostegno sono però tutte metalliche, ad eccezione che per il magazzino legnami, per l'edificio di Direzione e per le tettoie di deposito dei materiali.

La pavimentazione di certi locali speciali fu eseguita con lastre di Luserna, con battuto di cemento, con argilla plastica, con tavole di legno, ma la maggior parte dei pavimenti sono fatti con dadi o tacchi di legno con leggiere varianti nell'esecuzione e nelle dimensioni dei pezzi.

Nella struttura dei muri si impiegò il mattone per ragioni di convenienza e di consuetudine locale; non mancano però esempi di struttura mista con pietra ad opera incerta e cinture di mattoni in vista. Le decorazioni sono molto sobrie, come si conviene ad edifici industriali e sono ottenute con mattoni visti all'ingiro delle porte e finestre, con lesene sporgenti, con fascie e cornici di coronamento nelle quali la pietra da taglio è limitata al puro indispensabile, ed il resto è fatto con mattoni sagomati.

Tutti gli edifici sono muniti di zoccolo in pietra, sia per dare carattere di robustezza agli edifici, sia perchè il maggior costo della pietra in confronto del cemento o del semplice rinzafo di calce è ampiamente compensato dalle minori spese di manutenzione.

Tutta l'officina è circondata e protetta da un muro di cinta, cieco, dal quale tutti i fabbricati vennero tenuti distanti almeno m. 12 sia per difesa contro i furti, sia per togliere ogni possibilità di disturbo per parte degli estranei. Il muro ha l'altezza di m. 4,25 sul piano generale delle officine (m. 249 sul livello del mare), è spesso m. 0,50, è coperto con lastre di Luserna o con tegole a doppio dislivello, e presenta la struttura mista di assise di pietrame con corsi di mattoni. In questo muro si aprono due porte sul Corso Principi d'Acaja e due alle estremità dei lati esposti a sud ed a nord; si le une che le altre sono munite di cancello in ferro, e servono le prime all'ingresso dei carri dalla città, le altre all'inoltro ed all'uscita del materiale da riparare.

Per tutta la tratta, che prospetta la Piazza d'Armi, il muro venne costruito a pilastri, collegati da un parapetto cieco alto metri 1,50 sul quale sta una cancellata; così fu fatto sia per annuire alle giuste esigenze estetiche del Municipio, sia per la considerazione che in detta parte l'officina confina colla ferrovia di Milano, sulla quale è interdetto l'accesso al pubblico dalla steconata già esistente.

Area fabbricata. — L'area occupata dagli edifici è approssimativamente di m. q. 88,000, la restante superficie

è destinata a piazzali di deposito, binari di servizio, binari morti, piattaforme, carrelli trasbordatori, caprie, piccoli chioschi per cessi e per deposito di materie incendiabili, serbatoi d'acqua per la condensazione del vapore nelle motrici, condotte d'acqua per usi diversi, e strade carreggiabili. Davanti alla palazzina di Direzione all'ingresso verso il Corso Principi d'Acaja venne lasciato libero un piazzale di oltre m. q. 3500 nel quale si formò un'aiuola di giardino con piccolo getto d'acqua.

Indicazione dei fabbricati e loro dimensioni principali.

— Le dimensioni e la disposizione degli edifici quali risultano dall'annessa planimetria (tav. V) furono stabilite in base all'importanza dei riparti a cui gli edifici sono destinati, ed ai legami che reciprocamente li uniscono, tenuto naturalmente conto della necessità di una razionale divisione e successione di lavoro. In omaggio a tale criterio direttivo fu stabilita una certa separazione fra i riparti che attendono alla riparazione delle locomotive e quelli dei veicoli, concentrando nella parte mediana quei riparti che, come la torneria, la sala delle fuine, il parco ruote ed i magazzini generali, servono indifferentemente le due sezioni locomotive e veicoli, in cui si divide l'officina.

Potenzialità delle nuove officine. — Il numero degli operai adibiti alle officine è di circa 2000.

La forza motrice, senza tener conto di quella destinata esclusivamente per l'illuminazione elettrica, è di 350 cavalli-vapore, somministrata da parecchie macchine a vapore di potenza variabile fra i 15 ed i 100 cavalli. Il consumo d'acqua giornaliero è di 300 m. c. di acqua potabile, oltre 1000 m. c. di acqua di pozzo o di canale per la condensazione del vapore nelle motrici.

Il lavoro che può essere eseguito nelle officine di Torino rappresenta la metà delle riparazioni occorrenti alle locomotive, ed i $\frac{2}{5}$ di quelle occorrenti nei veicoli (carri e carrozze) in servizio presso la Rete Mediterranea che comprende oltre a 5000 chilometri di ferrovia in esercizio.

L'importanza, anzi il primato delle officine di Torino in confronto di quelle congeneri del nostro paese emerge chiaramente dal prospetto comparativo che qui sotto si riporta:

**Prospetto riassuntivo
della potenzialità delle Officine ferroviarie in Italia.**

Località	Rete	Numero di		Osservazioni
		locomotive riparati in 1 anno	veicoli	
Torino, Off. nuove	Rete Mediterranea	165	15500	Aperte all'esercizio il 1 ^o 1890.
Milano		66	—	
Rivarolo Ligure		—	2800	
Siena		22	3450	In corso di ampliamento e riordino.
Roma		36	5000	
Napoli, Pietrarsa		60	—	
» Granili		—	6000	Ampliate di recente.
Taranto	Rete Adriatica	24	3900	
Verona		135	11000	
Bologna		—	9000	In corso di ampliamento.
Firenze		36	6000	
Lucca		—	3600	
Rimini		10	300	
Foggia		60	2100	
Napoli	Sicula	24	1400	
Palermo		10	540	
Messina		16	1200	

Modo graduale di esecuzione e costo di costruzione dei fabbricati. — Prima di addivenire ad uno studio partico-

lareggiato d'ogni edificio, crediamo opportuno aggiungere alcune cifre, fra le più importanti, che si riferiscono alle *spese di costruzione* dei vari riparti.

In quanto al costo del macchinario la cosa non sarebbe così facile, perchè in ogni fabbricato, anzi, si può dire in ogni impianto speciale di macchine, una parte è nuova ed una parte proviene dalle officine locali soppresses. Limitando quindi le notizie alla pura parte costruttiva degli edifici ed opere accessorie, occorre avvertire che i lavori vennero ripartiti in 5 gruppi.

Il PRIMO GRUPPO comprende tutti i lavori preparatori, e cioè spianamento del terreno, estrazione e composizione in cumuli della ghiaia, convogliamento delle acque d'irrigazione e costruzione del relativo acquedotto, ed erezione del muro di cinta.

A questi lavori si aggiunsero: la costruzione di tre tettoie nel Parco rialzo veicoli e l'impianto di un fascio binari per servizio dello stesso Parco.

Questi lavori furono preventivati dell'importo di circa L. 540,000 (eccettuati i materiali d'armamento del binario, forniti dai magazzini della Ferrovia), e furono divisi in 4 appalti, dei quali si resero deliberatarie le seguenti Ditte:

1° lotto. — Boggio Isidoro, per i lavori di spianamento, estrazione ghiaia, costruzione acquedotto e muro di cinta. — Importo del consuntivo » 277,576

2° e 3° lotto. — Boggio, suddetto, per i lavori di fondazione e tombinatura delle tettoie del Parco veicoli, e per l'impianto del fascio binari. — Importo del consuntivo . . . » 58,445

4° lotto. — Società ausiliare di strade ferrate, per la parte fuori terra delle tettoie del Parco veicoli. — Importo del consuntivo » 93,697

Il SECONDO GRUPPO comprende la costruzione del Riparto calderai, dell'annesso fabbricato, detto Dipendenze, del Magazzino legnami, della palazzina di Direzione ed annessi cassotti per porterie, ecc.

L'importo del preventivo venne stabilito in L. 1,579,000 incluso in questo importo il costo dei materiali d'armamento da fornirsi dai Magazzini sociali, e l'impianto del riscaldamento.

Anche questo gruppo venne diviso in quattro appalti deliberati alle seguenti Ditte:

1° lotto. — Costruzione delle opere murarie e metalliche — Ditta Meregaglia e Buzzetti. — Importo del consuntivo . . . » 1,334,876

2° lotto. — Fornitura e posa in opera serramenti in legno per la Direzione e le porterie — Ditta Confalonieri. — Importo del consuntivo » 26,701

3° lotto. — Fornitura e posa in opera serramenti in ferro — Ditta Colla. — Importo del consuntivo » 45,821

4° lotto. — Impianto caloriferi nella Direzione — Ditta Besana. — Contratto *à forfait*. Importo » 7,300

Il TERZO GRUPPO riflette la costruzione del Riparto per il montaggio locomotive ed annessi e di due tettoie nel Parco veicoli per l'importo preventivato di . L. 1,000,000 (1) compreso il costo dell'impianto per l'illuminazione elettrica.

(1) In questi importi è compresa la quota del 7,50 0/0 che lo Stato, per conto del quale sono state costruite le officine, corrisponde alla Società delle Ferrovie per spese di studio, dirigenza e sorveglianza.

Per quanto riflette la parte costruttiva, l'appalto venne diviso in due lotti:

1° lotto. — Costruzioni murarie affidate alla Ditta Meregaglia. — Importo consuntivo L. 443,896

2° lotto. — Costruzioni metalliche affidate alla Ditta Colla. — Importo consuntivo » 324,229
L'impianto elettrico costò circa . . . » 75,000

Il QUARTO GRUPPO comprende la Torneria, il Riparto ruote, il fabbricato serbatoi e bagni, il Carrozzaggio, il fabbricato per le caldaie ed annessi, e comprende altresì le opere relative di armamento, di illuminazione, ecc., per un importo preavvisato di L. 3,314,000 (1)

Vennero fatti due appalti per le opere di costruzione, deliberati alle Ditte Piatti e Rosazza ed ing. Trémant. Gli importi dei consuntivi raggiunsero le seguenti cifre:

Ditta Piatti e Rosazza. — Opere murarie, metalliche e servizio d'acqua . . . » 1,896,352

Ditta Trémant. — Pavimentazione in legno » 272,544

A queste opere principali sono da aggiungere: l'impianto elettrico per circa . . » 85,000

e quello del riscaldamento della torneria, affidato alla Ditta Defranceschi, per l'importo a corpo di » 23,000

Il QUINTO GRUPPO abbraccia tutte le opere non contemplate nei gruppi precedenti, per l'importo preventivato all'incirca di L. 4,300,000 (1)

Questo gruppo non venne ancora appaltato.

Sommando le cifre dei preventivi, si ricava che il costo delle officine, secondo le risultanze dei preventivi stessi, supera i 10 milioni, e si noti che in questa cifra non sono compresi: il costo del terreno che venne regalato dal Municipio, ed importò circa L. 900,000 (cioè L. 4,50 al m²), il costo delle motrici, delle macchine utensili, delle grues, dei carrelli trasbordatori, ecc., nonché le spese di trasporto dalle vecchie officine soppresses.

Tenendo conto di ognuna delle spese suesposte, non è temerario aggiungere che le officine nuove di Torino, a conti fatti, non verranno a costare meno di dodici milioni di lire.

Facciamo seguire tre tabelle: nella prima sono registrati i quantitativi delle opere principali eseguite, distinte per appalto e gruppo di edifici; nella seconda sono raccolti i prezzi più importanti fissati dai capitolati per ogni appalto; nella terza, infine, sono iscritte le spese totali di costruzione per ognuno dei fabbricati più importanti, l'area del fabbricato ed il costo per metro quadrato.

Riguardo alla 2^a tabella, si avverta che i ribassi massimi ottenuti nei singoli appalti sui prezzi ivi registrati risultarono i seguenti:

Costruzione muro cinta, ecc. — Ditta Boggio. — Ribasso 25.03 0/0.

Costruzione opere murarie, tettoie, Parco veicoli. — Società ausiliare. — Ribasso 15 0/0.

Serramenti in legno per la Direzione e le Porterie. — Ditta Confalonieri. — Ribasso 24,56 0/0.

Serramenti in ferro per gli edifici del 2° gruppo. — Ditta Colla. — Ribasso 42 0/0.

Costruzione opere in genere, 2° gruppo. — Ditta Meregaglia e Buzzetti. — Ribasso 22,75 0/0.

Costruzioni murarie, 3° gruppo. — Ditta Meregaglia. — Ribasso 12,85 0/0.

Costruzioni metalliche, 3° gruppo. — Ditta Colla. — Ribasso 22,55 0/0.

Costruzioni in genere del 4° gruppo. — Ditta Piatti e Rosazza. — Ribasso 20 0/0.

Pavimentazione edifici, 4° gruppo. — Impresa ing. Trémant. — Ribasso 0 0/0.

TABELLA I. — Quantitativi delle opere nei sottoindicati lavori.

Gruppo	Indicazione del lavoro	Escavi m ³	Calcestruzzo m ³	Muratura mattoni m ³	Muratura pietrame m ³	Muratura mista m ³	Pietra da taglio m ³	Legnami m ³	Tavolati m ²	Pavimenti diversi m ²	Copertura tegole piane m ²	Lastre vetro		Ferro Chg.	Ghisa Chg.	Lamierino ferro zincato Chg.	Piombo Chg.	Serramenti in ferro Chg.	Serramenti in legno m ²	Estrazione ghiaia m ³
												per lucernari m ²	per serramenti m ²							
1°	Spianamento, muro cinta, ecc. (Ditta Boggio)	4722	1030	504	3216	3765	57	—	—	—	—	—	—	25415	—	—	—	—	—	58222
»	Tettoie Parco veicoli (Ditta Boggio e Società Ausiliare)	527	195	130	—	—	24	134	324	—	3953	—	—	70121	47976	3399	727	—	—	—
2°	Edificii in genere (Ditta Meregaglia e Buzzetti, Confalonieri e Colla)	18673	3360	6119	3339	5763	1045	1436	16	14784	15645	2401	2454	542423	334754	28172	19377	89329	1695	—
3°	Opere murarie (Ditta Meregaglia)	8100	2331	1479	1502	3027	495	716	173	6757	10023	1580	—	14526	2564	8040	1587	—	—	—
»	Opere metalliche (Ditta Colla)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2058	544479	362554	8220	7500	58962	—	—
4°	Opere in genere (Ditta Piatti e Rosazza e Trémant)	21872	5502	12783	4346	—	911	2859	27462	24273	32794	—	8032	1811709	470411	64388	20619	152036	—	—

AVVERTENZA. — Nella tabella surriportata vennero raggruppati i lavori che presentano analogia fra loro. Così nella categoria « murature mattoni » figurano murature assai diverse, benchè tutte laterizie, e cioè muri ordinarii, tramezzi, volte, sian rinziati che lavorati a paramento visto. Nella colonna « murature miste » vennero registrati i muri di cinta ed i muri perimetrali degli edificii Calderai, Montaggio e dipendenze. La pietra da taglio venne valutata tutta a m³, anche quella, come marciapiedi, gradini e copertine che è pagata ordinariamente a m². Infine nella categoria « pavimenti » furono classificati tutti indistintamente i pavimenti di qualunque genere, e cioè accottellati, pavimenti in legno, in pietra, in cemento. Le quantità che figurano nella tabella si riferiscono a tutte le opere comprese nell'appalto o negli appalti indicati nella prima colonna, e non solo agli edificii principali componenti il gruppo.

TABELLA II. — Elenco dei prezzi delle prestazioni ed opere principali.

	Metalli in opera					Giornate da					Pietrame di Borgone	Sabbia silicea	Ghiaia naturale	Calce idraulica in rocche	Calce idr. spenta e colata	Mattoni ordinari, al mille	Calcestruzzo	Malta di calce idraulica	Muro di mattoni intonacato	Muro di pietrame fondazione	Muro misto a cores di mattoni compreso il rifinello con listelli e tavol. interposto, vernic.	Copertura tegole piano			Pavimento dadi legno (1)	Tavolato larice di 0.03 in opera	Legnami in opera verniciati			Pietra da taglio di Borgone lavorata a punta fina	Lastre vetro in opera		
	Serramenti in ferro	Ferro	Lamierino ferro zincato	Ghisa	Piombo	Muratore	Manovale	Garzone	Carpentiere e Scalpellino	Falegname e Fabbro												senza tavolato	senza orditura	Abete			Larice	Rovere	di 1,5-2 mm.		di 5 a 6 mm. rigate	di 9 a 10 mm. rigate	
Lavori spianamento, muro cinta e fondazione tettoie Parco veicoli (Ditta Boggio)	—	0,70	—	—	—	3,30	2,50	1,50	4,50	4,00	—	2,30	—	32	30	—	13,00	14,50	21,60	17,30	—	—	—	—	—	—	—	—	180	—	—	—	
Costruzione tettoie Parco veicoli (Ausiliare di Str. Ferr.)	—	0,60	0,95	0,40	0,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Opere 2° gruppo affidate alla Ditta Meregaglia e Buzzetti	1,00	0,60	0,95	0,45	0,60	3,30	2,50	1,50	4,00	4,00	5,80	2,50	2,50	35	32	30	14,00	18,00	22,00	19,00	23,00	5,50	2,90	—	21,50	—	130	160	—	—	—	—	
Serramenti in ferro per gli edifici 2° gruppo (Ditta Colla)	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,50	14,00	20,00	
Edificii 3° gruppo: Opere murarie (Ditta Meregaglia) . .	—	0,45	0,70	0,30	0,40	3,30	2,50	1,50	4,00	3,50	5,00	2,50	1,60	30	21	25	10,75	13,50	18,50	16,80	18,20	4,60	2,20	1,85	19,50	—	115	125	133	125	—	—	15,00
Opere metalliche (Ditta Colla)	0,65	0,45	0,70	0,30	0,40	—	2,00	1,50	3,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,00	10,50	15,50	
Edificii 4° gruppo: Opere generali	0,65	0,45	0,70	0,30	0,40	3,50	2,50	1,50	4,00	4,00	5,40	3,00	2,00	30	21	25	10,00	13,50	19,00	15,50	—	4,60	2,20	1,85	—	4,50	115	125	133	125	6,50	10,00	15,00
Pavimentazione Trémant. —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,75	—	—	—	—	—	—	—	
Torneria e Carrozzaggio . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

(1) Riguardo ai pavimenti veggasi la descrizione dei Calderai, del Montaggio e della Torneria. Il tipo non è lo stesso per i tre edificii; nei primi due l'essenza del legno è il rovere, mentre nella Torneria è pino ed abete. Questi legnami sono iniettati d'olio di creosoto negli edificii del 4° gruppo e non negli altri; inoltre si hanno differenze notevoli nel sottosuolo. Per queste ragioni i prezzi del pavimento a dadi non sono raffrontabili fra loro.

AVVERTENZA GENERALE. — Per i lavori precedenti al 3° gruppo (Montaggio locomotive) la Società ferroviaria non ha fatto concessioni sui trasporti, mentre per i lavori successivi accordò agli Assuntori la tariffa di favore di L. 0,02 per tonnellata-chilometro imposta dalle Convenzioni; in seguito a ciò, e più ancora per effetto delle condizioni del mercato, i prezzi per gli ultimi gruppi sono inferiori ai primi.

TABELLA III.

	Costo comple- sivo	Area fra i viviesterni dei muri	Costo per m ²
Tettoie Parco veicoli, costrutte dalla Società Ausiliare e dal- l'Impresa Boggio	106874	3213	L. 33,27
Officina Calderai e dipendenze, esclusi i serramenti in ferro per le finestre	848353	10629	» 79,82
Magazzino legnami, esclusi c. s. Palazzina di Direzione e casotti ad uso porterie, inclusi i ser- ramenti in legno	153090	3225	» 47,46
Officina montatura locomotive	275564	1185	» 232,54
Tettoie Parco veicoli, costrutte dalle ditte Meregaglia e Colla	682583	9069	» 79,26
Torneria generale e Riparto ruote	41215	1377	» 29,93
Sala montatura veicoli	701278	10057	» 69,73
Fabbricato caldaie	1001817	18670	» 53,66
Fabbricato serbatoi e bagni . .	43529	466	» 93,41
	20357	78	» 260,90

(Continua)

Ing. ALESSIO RAGAZZONI.

GEOMETRIA PRATICA

L'ALTERAZIONE DELLA CARTA
NELLE SUE CONSEGUENZE SUI PIANI TOPOGRAFICI

Studio critico sul modo di valutarne gli effetti e di tenerne conto nelle operazioni planimetriche; con applicazione alla compensazione meccanica nella misura delle aree coi planimetri.

Nell'offrire a' miei colleghi questo studio, che è frutto di lunga osservazione e di accurate ricerche, non mi propongo altro scopo se non quello di mostrare, sotto forma ordinata e completa, come si possa, colle risorse riunite della geometria e della meccanica, risolvere praticamente, e con lieve dispendio di tempo, uno tra i più importanti problemi di planimetria che si presentano nel campo della geometria pratica, nelle sue applicazioni al catasto.

Non ho la pretesa di esporre nuove teoriche, nè d'illustrare cosa comunque nuova; confido soltanto d'essere tra i primi a trattare diffusamente di un argomento su cui tacciono in generale gli autori, specialmente italiani, e del quale solo qualche straniero, ch'io mi sappia, fa cenno in via affatto incidentale.

Il rapido estendersi delle operazioni catastali nel Regno mi fa credere alla opportunità dello studio medesimo, che ebbi cura di rendere, per quanto mi fu possibile, dettagliato e chiaro, affinché sia così accessibile a tutti, non esclusi coloro che, pur non avendo percorso studi speciali, hanno oggi qualche parte nella costruzione delle nuove mappe e particolarmente nella misura delle aree sulle medesime.

Generalità. — Qualsiasi rappresentazione grafica del rilevamento planimetrico di un terreno ad una determinata scala, deve in ogni momento prestarsi alla risoluzione facile e speditiva dei due seguenti problemi:

1° Determinazione della distanza tra due punti, comunque situati nel disegno;

2° Valutazione della superficie d'una figura chiusa, comunque contornata.

Non è qui mio compito di trattare dei metodi e mezzi pratici che la geometria c'insegna su questo doppio argomento, ma piuttosto del modo d'impiegare qualunque mezzo prescelto, nel caso particolare delle mappe catastali, che, per essere disegnate in scala molto grande, risentono molto delle alterazioni cui va soggetta la carta per effetto dello stato igroscopico dell'atmosfera e della temperatura.

Le mappe del catasto furono e sono tuttora disegnate su fogli speciali, preparati in guisa da presentare sempre *almeno un campione di misura*. Tali campioni sono d'ordinario costituiti da scale grafiche di forma diversa, destinate ad offrire, quando che sia, il valore grafico dell'unità di misura o di un suo multiplo. Nei catasti moderni, alle scale grafiche fu sostituita una quadrettatura in colore, estesa a tutta la superficie del foglio. Il lato del quadrato varia in valore da paese a paese, secondo la misura adottata. Nei paesi che hanno accettato il sistema metrico decimale, esso ha in generale il valore di un decimetro.

L'alterarsi della carta per le cause anzidette porta di conseguenza un'alterazione nella scala grafica o nella quadrettatura, che, valutata coi mezzi ordinari di misurazione sperimentale, può servire a determinare il valore numerico dell'alterazione subita dall'unità di misura, così per le quantità lineari come per le aree.

L'alterazione della carta può essere di due specie, cioè: *dilatazione* e *restringimento*; talvolta in uno stesso foglio si constata entrambi questi fenomeni contemporaneamente sulle due dimensioni; questo caso però è meno frequente.

Nella trattazione dei problemi enunciati ragioneremo sempre sopra il caso generale, qualunque sia l'alterazione, sia essa o no uniforme; abbia essa, oppur no, lo stesso significato sulle due dimensioni del foglio. Se in qualche caso ci allontaneremo da questa regola generale, ne faremo speciale menzione.

E siccome scopo principale di questo studio si è quello di preparare delle regole semplici da servire specialmente ai geometri del catasto, così ragioneremo sempre sulle mappe quadrettate a decimetri e ammetteremo sin d'ora che le dimensioni normali del foglio, lungo il contorno esterno della rete, siano di 6 decimetri per 9 (dimensioni assegnate ai fogli di mappa del nuovo catasto italiano).

Chiameremo sempre:

lunghezza reale la lunghezza in metri che corrisponde sul terreno ad una data lunghezza grafica della mappa;

lunghezza o dimensione normale il valore in metri o sub-multipli di metro d'una data lunghezza grafica all'atto del tracciamento della rete;

lunghezza o dimensione effettiva il valore in metri o sub-multipli di metro della medesima lunghezza dopo l'alterazione della carta.

PARTE PRIMA. — Alterazioni lineari.

1. *Ricerca della scala.* — *Primo metodo.* — Se chiamiamo L la lunghezza normale considerata ed L' quella effettiva che vi corrisponde, entrambe valutate in funzione della stessa unità di misura, N ed N' rispettivamente, i denominatori delle scale normale ed effettiva, sussiste la proporzione:

$$L : L' = \frac{1}{N} : \frac{1}{N'},$$

donde si ricava:

$$N' = \frac{L}{L'} N, \quad (1)$$

formola che ci permette di determinare, in funzione di L e di L' il denominatore della scala effettiva.

Esempi. — 1. Si sono misurati cinque intervalli normali di un decimetro; la scala normale del disegno essendo di 1 : 1000 e si è ottenuto per L' il valore 5,003. Avremo:

$$N' = \frac{5}{5,003} \times 1000 = 999,4;$$

dunque la scala cercata è di 1 : 999,4.

2. Si sono misurati 6 spazi normali di un decimetro; la scala normale essendo di 1 : 2000 e si è ottenuto per L' il valore di 6,008. Avremo:

$$N' = \frac{6}{6,008} \times 2000 = 1998,7;$$

dunque la scala cercata è di 1 : 1998,7.

Così procedendo si ottiene la scala secondo la quale deve essere valutata la lunghezza che si considera. Questa sarà anche la scala del foglio soltanto se l'alterazione della carta fu uniforme. In caso diverso conviene ripetere l'operazione più volte e secondo le due dimensioni del foglio; la media aritmetica dei risultati, che generalmente non discorderanno troppo fra loro, potrà accettarsi come *scala media* del foglio.

È cosa facile assicurarsi se l'alterazione della carta è uniforme o no; il confronto delle misure normali considerate nei due sensi, colle alterazioni corrispondenti, mostra, senza calcolo alcuno, se esista o no fra le alterazioni lo stesso rapporto, o quasi, che esiste fra le lunghezze normali, come deve essere nel caso d'alterazione uniforme. In questo caso la ricerca della scala effettiva resta, come si è detto, semplificata.

2. *Secondo metodo.* — Senza risolvere la (1), il denominatore della scala effettiva si può anche ricavare in altro modo, praticamente più spedito. Infatti dalla (1) abbiamo:

$$N L = N' L'.$$

Se si conviene di prendere per termine di confronto la lunghezza normale di un metro, potremo scrivere:

$$N = N' (1 + a),$$

a essendo una quantità, positiva o negativa, espressa in funzione del metro.

Da quest'equazione si ricava:

$$N' = N - a N'.$$

In pratica i valori di a sono sempre piccolissimi, così quelli di $N - N'$; quindi, senza errore sensibile, possiamo sostituire N ad N' nel secondo membro dell'equazione e ritenere:

$$N' = N (1 - a). \quad (2)$$

Espressione molto semplice che si riduce alla moltiplicazione di una quantità rappresentata, al massimo, da una cifra intera seguita da tre cifre decimali, per un multiplo di 10.

L'errore che si commette colla sostituzione di N ad N' è evidentemente:

$$\varepsilon = (N - N') a,$$

ossia per la (1):

$$\varepsilon = \left(N - \frac{L}{L'} N \right) a = \frac{N a}{L'} (L' - L),$$

e facendo come prima:

$$L = 1, \quad L' = 1 + a$$

$$\varepsilon = \frac{N a^2}{1 + a}.$$

Quando la scala della mappa sia di 1:4000 (la più piccola ammessa pel catasto italiano), per $a = \pm 0,005$, valore che probabilmente non si raggiungerà mai, si ha:

$$\varepsilon = \pm 0,1,$$

quantità affatto trascurabile in pratica (*).

3. *Terzo metodo.* — La (2) si può anche scrivere:

$$N' = N (1 + 1 - 1 - a) = 2N - N (1 + a), \quad (3)$$

donde la semplicissima *Regola pratica*: Il denominatore della scala effettiva è uguale al doppio del denominatore della scala normale, meno la lunghezza reale in metri corrispondente alla lunghezza effettiva considerata, valutata però alla scala normale.

La formola (2) posta sotto la forma:

$$N' = N - a N$$

ci permette di concludere che: « ad ogni millimetro di alterazione sopra la lunghezza normale di un metro corrisponde nel denominatore della scala normale una variazione di tante unità per quanti metri rappresenta il millimetro alla stessa scala ».

(*) Siccome in pratica non si può misurare la lunghezza grafica di un metro, per comodità di calcolo se ne misura la metà (cinque spazi d'un decimetro) raddoppiando il valore dell'alterazione per ottenere a .

Quindi nella scala di 1:1000 per ogni millim. d'alterazione per metro, il denominatore della scala varia di un'unità, nella scala di 1:2000 di due unità, in più o in meno, a seconda che si tratta di restringimento o di dilatazione.

4. *Riassunto.* — Tutti questi metodi per la deduzione della scala effettiva obbligano però a ripetere l'operazione nei due sensi delle x e delle y . La pratica ha dimostrato che si può, con sufficiente approssimazione, dedurre la scala in una volta sola, sommando le misure fatte nei due sensi e trattandole come una misura unica. L'errore che si commette, nei limiti delle scale normali usate e delle alterazioni cui va soggetta d'ordinario la carta delle mappe, è quantità del tutto trascurabile.

Un mezzo per procedere con sollecitudine a questa deduzione consiste nel misurare completamente i due lati del foglio e nel trattare la somma delle due misure, come si è detto ora, come una misura unica, introducendo però il fattore $\frac{2}{3}$ perchè la somma dei due lati del foglio è appunto

uguale a $\frac{3}{2}$ di un metro. Colla introduzione del fattore

$\frac{2}{3}$ nella seconda parte della (3), quando ad $1 + a$ si so-

stituisca contemporaneamente $\frac{3}{2} (1 + a)$, evidentemente la formola rimane inalterata.

Chiamando dunque L_x ed L_y le lunghezze grafiche effettivamente corrispondenti alle dimensioni normali del foglio nei due sensi, abbiamo l'espressione:

$$N' = 2N - 2N \frac{L_x + L_y}{3} = 2N \left\{ 1 - \frac{L_x + L_y}{3} \right\} \quad (4)$$

donde la *Regola pratica*: Il denominatore della scala effettiva è uguale al doppio del denominatore della scala normale, meno i due terzi della lunghezza effettiva del semiperimetro del foglio, valutata in metri alla scala normale.

PARTE SECONDA. — Alterazioni in superficie.

5. *Ricerca del coefficiente di correzione.* — L'unità di misura per le aree catastali in Italia essendo l'ettaro, conviene determinare, per la scala effettiva, il coefficiente di correzione per ettaro, per ottenere la correzione totale da farsi alle aree approssimate che si ottengono col planimetro o con altro mezzo meccanico o geometrico qualunque.

Tale determinazione si può fare in diversi modi, e noi li esporremo successivamente.

6. *Primo metodo.* — Nella scala normale di 1:N, il millimetro lineare rappresenta $\frac{N}{1000}$ metri, ed il millimetro

quadrato $\left(\frac{N}{1000} \right)^2$ metri quadrati. Se chiamiamo γ la variazione subita dal denominatore della scala (positiva o negativa secondochè la scala effettiva è minore o maggiore della normale, ed espressa in unità dell'ultimo ordine del denominatore suddetto) il millimetro lineare rappresenterà nella scala effettiva $\frac{N + \gamma}{1000}$ metri e il millim. quadrato $\left(\frac{N + \gamma}{1000} \right)^2$ metri quadrati.

L'alterazione subita dal quadrato d'un millimetro di lato sarà dunque:

$$p = \frac{N^2 - (N + \gamma)^2}{1000^2} = - \frac{\gamma^2 + 2\gamma N}{1000^2}$$

trascurando il termine in γ^2 perchè estremamente piccolo, potremo ritenere:

$$p = - \frac{2\gamma N}{1000^2}.$$

Ciò premesso, chiamando s la superficie reale in metri quadrati rappresentata dal millimetro quadrato alla scala

normale e δ il coefficiente di correzione per ettaro che si cerca, avremo evidentemente la proporzione:

$$s : -\frac{2\gamma N}{1000^2} = 10000 : \delta,$$

da cui:

$$\delta = -\frac{2\gamma N}{100s}. \quad (5)$$

Per ogni scala normale il coefficiente $\frac{2N}{100s}$ è costante; possiamo dunque scrivere:

$$\delta = -k\gamma.$$

La tabella seguente contiene i valori di k per le diverse scale da $\frac{1}{1000}$ a $\frac{1}{9000}$.

Scala	k
1 : 1000	20,00
1 : 2000	10,00
1 : 3000	6,66
1 : 4000	5,00
1 : 5000	4,00
1 : 6000	3,33
1 : 7000	2,86
1 : 8000	2,50
1 : 9000	2,22

Volendosi i valori di k per scale 10 volte maggiori o minori, basterà dividere o moltiplicare rispettivamente per 10 il valore di k dato dalla tavola.

Nel caso delle mappe catastali, la cui scala normale è di regola l'1 : 2000, k essendo uguale a 10, la deduzione del coefficiente di correzione è semplicissima. *Conosciuto il denominatore della scala effettiva, se ne fa il complemento a 2000; questo complemento, moltiplicato per 10, è il coefficiente di correzione, espresso in metri quadrati.*

7. Secondo metodo, indipendente dalla ricerca della scala. — Se l ed L rappresentano rispettivamente le dimensioni reali in x ed y del rettangolo che si considera, valutate sulle lunghezze normali in metri per la scala normale, ed l' , L' le stesse dimensioni, ma valutate sulle lunghezze effettive e in metri per la stessa scala normale, si possono presentare i quattro casi seguenti:

- 1° l' ed L' rispettivamente $> l$ ed L ;
- 2° l' ed L' » $< l$ ed L ;
- 3° $l' > l$, $L' < L$;
- 4° $l' < l$, $L' > L$.

Questi casi danno luogo a diverse alterazioni del rettangolo, rappresentate nella figura 47, nelle quali la linea piena rappresenta il contorno del rettangolo a lati normali, e quella a tratti, quello del rettangolo alterato.

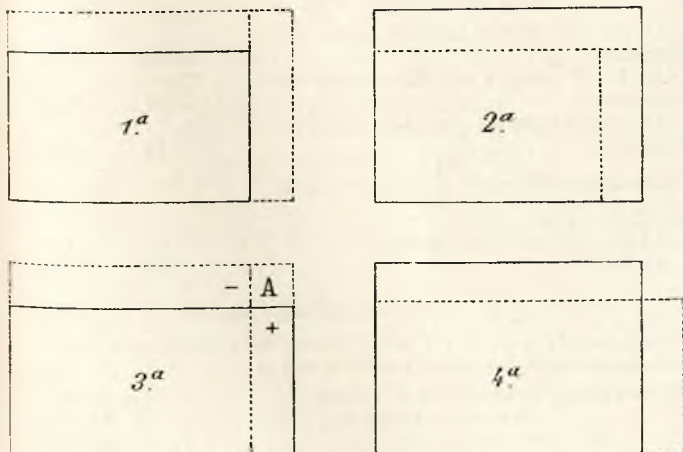


Fig. 47.

Se S rappresenta la superficie reale in ettari, il coefficiente di correzione per ettaro è dato dalla formola generale:

$$\delta = \frac{L(l - l') + l'(L - L')}{S}.$$

Nel 1° caso la correzione δ risulta evidentemente sottrattiva perchè la misura effettiva è maggiore della normale, nel 2° caso risulta additiva e negli altri due risulterà sottrattiva o additiva a seconda del segno che prenderà il numeratore della formola.

Ponendo $l - l' = x$, $L - L' = y$, e convenendo di chiamare *alterazione lineare* la differenza tra la misura normale e la effettiva, che potrà quindi essere positiva o negativa, la formola diventa:

$$\delta = \frac{Lx + l'y}{S}. \quad (6)$$

Si può quindi enunciare la seguente semplicissima *Regola pratica*: *Il coefficiente di correzione per ettaro si ottiene dividendo per la superficie reale in ettari del rettangolo che si considera, la somma dei prodotti dell'alterazione lineare in x per la dimensione reale corrispondente alla normale in y e dell'alterazione lineare in y per la dimensione reale corrispondente alla effettiva in x .*

Questa formola è soltanto approssimata, perchè nella valutazione di l' in metri si è usata la scala normale e non la effettiva (*).

Tutte queste formole, in apparenza complicate e lunghe, si riducono nei casi normali ad operazioni semplicissime che possono essere facilmente eseguite anche a memoria, o col sussidio del regolo calcolatore o del circolo logaritmico.

8. Terzo metodo. — Sappiamo che le aree di due figure simili stanno fra loro nel rapporto inverso dei quadrati dei denominatori delle scale; se dunque S' rappresenta la superficie S uniformemente alterata per l'alterarsi della carta, avremo la relazione:

$$S : S' = N'^2 : N^2$$

dalla quale possiamo passare all'altra:

$$S - S' : S = N'^2 - N^2 : N^2;$$

ma $S - S'$ è la correzione totale che si dovrebbe portare alla superficie S' per avere S ; chiamandola Δ , avremo:

$$\Delta : S = N'^2 - N^2 : N^2$$

da cui:

$$\Delta = \frac{N'^2 - N^2}{N^2} S;$$

ma per la (1) abbiamo:

$$N'^2 = \left(\frac{L}{L'}\right)^2 N^2$$

quindi:

$$\Delta = \frac{\left(\frac{L}{L'}\right)^2 - 1}{\left(\frac{L}{L'}\right)^2} S$$

ossia:

$$\Delta = \left\{ 1 - \left(\frac{L'}{L}\right)^2 \right\} S.$$

Se S rappresenta un ettaro, cioè 10000 mq., avremo la correzione δ in metri quadrati per ettaro data dalla formola:

$$\delta = \left\{ 1 - \left(\frac{L'}{L}\right)^2 \right\} 10000 \quad (7)$$

Si può dunque enunciare la seguente *Regola pratica*: *Il coefficiente di correzione in mq. per ettaro è uguale al valore dell'ettaro in mq., moltiplicato per la differenza tra l'unità e il quadrato del rapporto fra la lunghezza effettiva misurata e la corrispondente lunghezza normale. Le lunghezze L*

(*) Nel caso 3° della figura, la formola considera anche il piccolo rettangolo A che si elimina però nell'interno della medesima, poichè vi figura due volte con segno contrario.

ed L' possono essere, come si vede, espresse come si vuole, purchè in funzione della stessa unità di misura.

Se nella (7) facciamo $L = 1$, $L' = 1 + a$, essendo a una quantità positiva o negativa secondochè il foglio si è dilatato o ristretto, ed espressa in funzione dell'unità, avremo:

$$\delta = \frac{1}{2} (1 - (1 + a)^2) \cdot 10000 \text{ mq.} = -(a^2 + 2a) 10000 \text{ mq.} \quad (8)$$

Convenendo sempre di riferire l'alterazione lineare a al metro, ossia ritenendo sempre $L = 1$ m., se si riflette che nella pratica è difficilissimo oltrepassare per a il valore di m. 0,005, la tavola seguente dà immediatamente il coefficiente di correzione in mq. per ettaro. S'abbia solo l'avvertenza di prendere quello dei due valori di δ che corrisponde al segno di a , secondo che questo è positivo o negativo.

a in millimetri	δ in mq. per Ea.
1 +	— 20,01
1 —	+ 19,99
2 +	— 40,04
2 —	+ 39,96
3 +	— 60,09
3 —	+ 59,91
4 +	— 80,16
4 —	+ 79,84
5 +	— 100,25
5 —	+ 99,75

I valori di δ , dati da questa tabella, si possono adoperare arrotondati alle unità, trascurando le frazioni decimali inferiori a mezzo metro quadrato.

Analizzando le formole (6) e (7) se ne deduce che *a parità di alterazione lineare*, il coefficiente di correzione in metri quadrati per ettaro è costante qualunque sia la scala (*).

9. *Riassunto.* — Dopo quanto abbiamo esposto, concluderemo che tutte queste regole, molto semplici, rispondono ugualmente bene ai bisogni della pratica. È però consigliabile, per ragione di speditezza, di far uso preferibilmente delle seguenti:

I. Per la deduzione della scala effettiva, riferire sempre l'alterazione osservata sopra una data lunghezza grafica normale, alla lunghezza grafica di un metro, operazione che si fa a memoria. Ricordando poi che ad ogni millimetro per

(*) Il geometra Bassi ha, molto ingegnosamente, pensato di tradurre la formola (8) in una tavola di conti fatti, la quale contenga il risultato della moltiplicazione di δ per le diverse superficie approssimate fino a 400 are di ara in ara. Per superficie maggiori, la correzione è data di ettaro in ettaro da 1 a 10.

Un saggio delle tavole Bassi fu pubblicato nella *Rivista di Topografia e Catasto* (volume IV, num. 2, agosto 1891). Nel numero successivo la stessa *Rivista* ne pubblicava una critica, intesa a dimostrare la inferiorità delle medesime di fronte al metodo aritmetico ed a quello meccanico del regolo calcolatore, tanto dal punto di vista della speditezza d'uso, come da quello della precisione.

Per ciò che riguarda la speditezza, conveniamo coll'autorevole critico della *Rivista* sul vantaggio che può offrire il regolo, se usato da chi lo ha familiare. Questa condizione però non è sempre soddisfatta nella pratica dei lavori catastali, nei quali, spesso, il calcolo delle aree è affidato a persone non tecniche e soltanto provviste di limitata cultura in materia di calcoli.

Per quanto riguarda la precisione, le conclusioni del citato periodico non sono esatte, perchè basate sopra un errore materiale, nascosto nel saggio delle tavole, ed evidentemente sfuggito all'osservazione del critico.

Questo errore consiste in ciò che, avendo considerato la scala di 1:1996,1, mentre la tavola era preparata per la scala di 1:1996; le

parti proporzionali per $\frac{1}{10}$ nel denominatore erano sottrattive anzichè additive.

Corretto questo errore materiale, la precisione della tavola Bassi appare evidentemente superiore a quella fornita dal regolo.

metro corrisponde nel denominatore della scala normale una alterazione di tante unità per quanti metri rappresenta il millimetro a quella scala, si troverà immediatamente il denominatore della scala effettiva. Bisogna però bene osservare se si tratta di dilatazione o di restringimento, perchè nel primo caso la scala effettiva sarà maggiore, mentre nel secondo sarà minore della normale.

II. Per la ricerca del coefficiente di correzione per ettaro, riferire sempre l'alterazione lineare al metro grafico normale e usare la tabella derivata dalla formola (8).

Si può per altro fare anche a meno di qualunque tabella, riflettendo che: *ad ogni millimetro di alterazione lineare per metro grafico corrisponde un'alterazione per ettaro di 20 metri quadrati qualunque sia la scala.*

Infatti supponiamo che l'alterazione subita dal foglio di carta sia avvenuta in uguali proporzioni sul terreno, e prendiamo a ragionare sull'ettaro, ossia sul quadrato di 100 m. di lato, immaginando che questa superficie sia diventata maggiore dell'ettaro per quanto dipende da un allungamento

del lato uguale a $\frac{1}{1000}$ del suo valore.

Prima dell'alterazione la superficie era:

$$100 \times 100 = 10000 \text{ mq.}$$

Dopo dell'alterazione la superficie diventa:

$$100,1 \times 100,1 = 10020,01 \text{ mq.}$$

Si vede dunque che l'alterazione in superficie, corrispondente ad un'alterazione lineare uguale ad $\frac{1}{1000}$ del lato è

di 20 mq., coll'approssimazione di 0,01 mq.

Qualunque sia quindi il lato del quadrato, si avranno sempre 20 mq. per ettaro per ogni millesimo d'alterazione nel valore del lato. Se questo lato che si considera è il metro grafico, si avranno 20 mq. per ogni millimetro di alterazione lineare.

Se si adotta il metodo di misurare cinque spazi di un decimetro su ciascun lato del foglio, la somma algebrica delle alterazioni, in millimetri, moltiplicata per 20, dà senz'altro in mq. il coefficiente di correzione per ettaro. Per ottenere una maggior precisione sarà bene ripetere più volte la misura lungo diverse linee della quadratura.

10. *Metodo di correzione dell'unità strumentale del planimetro.* — Colla determinazione del coefficiente di correzione per ettaro l'operazione del calcolo delle aree effettive è, non solo facile, ma rapida. Basta infatti moltiplicare per tale coefficiente l'area approssimata, ottenuta con un mezzo meccanico o geometrico qualunque e aggiungere algebricamente il risultato all'area medesima.

Infatti ecco la correzione da introdursi a pag. 25 del volume IV della *Rivista* citata:

	Errata	Corrige
Ad Ea. 100 trovo in alto della pagina corrispondere	Are 40,04	40,04
Ad Ea. 8 trovo in alto della pagina corrispondere	» 3,20	3,20
Ad Are 35 trovo nel corso della tavola corrispondere	» 0,14	0,14
Così in appendice per $\frac{1}{10}$ nel denominatore della scala:		
Ad Ea. 100 trovo corrispondere	» + 1,00	— 1,00
Ad Ea. 8	» + 0,08	— 0,08
Somma algebrica Are	44,06	42,30

Paragonando dunque i risultati esposti dalla *Rivista* con questo della tavola Bassi debitamente corretto, si ha:

Correzione totale colla tavola Bassi	Are 42,30
» col metodo aritmetico	» 42,2971
» col regolo	» 42,2581

Si vede dunque che il risultato ottenuto colla tavola Bassi è approssimato a meno di una centiar, mentre quello offerto dal regolo è soltanto approssimato a meno di quattro centiare.

Quando si faccia uso del planimetro polare Amsler, l'area corretta, in ettari, sarà data dalla formola:

$$S = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{10000 n} v + \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{10000 n} v \delta \quad (9)$$

in cui $a_1, a_2, \dots, a_n$ rappresentano le diverse letture fatte sulla rotella integrante, n il numero delle medesime, v il valore in mq. per la scala normale, dell'unità d'ultimo ordine della rotella, e δ il coefficiente di correzione per ettaro, parimenti in mq.

È chiaro che il primo termine della formola esprime l'area approssimata s ottenuta dal planimetro, e il secondo la correzione totale; essa può quindi scriversi:

$$S = s + s \delta = s (1 + \delta).$$

La quantità $s \delta$ è tale da potersi in molti casi ottenere con una semplice operazione mentale.

La (9) può mettersi anche sotto la forma:

$$S = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{10000 n} v (1 + \delta).$$

Se per la scala effettiva si calcola il valore di $v (1 + \delta)$, cioè il valore corretto dell'unità di planimetro, questa quantità, moltiplicata per la media aritmetica delle letture fatte sulla rotella integrante, percorrendo il perimetro d'una data figura, ci darà direttamente l'area vera.

Però nella pratica la quantità $v (1 + \delta)$ è sempre rappresentata da un numero composto di almeno una cifra intera, seguita da molte cifre decimali. Quando si adoperi il planimetro quotato a 40 mq., per esempio, si ha:

$$v (1 + \delta) = 39^{mq.} 997, 39^{mq.} 995, \text{ ecc.} \dots$$

a seconda della scala effettiva. L'uso di questo metodo obbliga ad eseguire operazioni aritmetiche non brevi; si possono bensì preparare delle tavole per facilitare le operazioni, ma queste, per ragioni di spazio e di semplicità, non possono costruirsi che per valori di s multipli di 10 e per valori di $v (1 + \delta)$ variabili solo secondo una certa ragione; il loro uso rende dunque inevitabili le interpolazioni, aumentando, anziché diminuendo, il lavoro, ed aumentando anche le probabilità d'errore, per il continuo trasporto della virgola cui si è obbligati per servirsi, ad ogni caso speciale, dei valori registrati soltanto secondo certi multipli di 10. Quest'ultimo metodo non è perciò consigliabile in pratica.

PARTE TERZA.

Compensazione meccanica degli effetti dell'alterazione della carta nella misurazione delle aree coi planimetri.

11. *Relazione tra l'unità istrumentale d'ultimo ordine e la lunghezza del braccio variabile.* — Sappiamo che l'area di una figura, misurata col planimetro polare Amsler-Laffon, quando lo si adoperi col polo esterno, è data dalla relazione:

$$S = 2 \pi a r n \quad (10)$$

in cui:

a è la lunghezza del braccio mobile dello strumento (*), dal nodo alla punta del calcoio;

r il raggio della rotella integrante;

n il numero di giri fatti dalla medesima mentre col calcoio si è percorso il perimetro della figura.

Se, come supporremo sempre, a ed r sono espressi in millimetri, S risulta espresso in millimetri quadrati e il suo valore reale (vedi definizioni premesse) dipende dalla scala del disegno.

Questa relazione ci permette di determinare il valore di a che corrisponde ad un dato valore dell'unità d'ultimo ordine dell'apparecchio integrante, unità che converremo di chiamare *istrumentale assoluta*, quando sia espressa in millimetri quadrati, per distinguerla dall'unità *relativa*, espressa in funzione della scala.

(*) Intendesi per braccio mobile quello che porta il calcoio e può scorrere entro la guaina, per distinguerlo così dal braccio polare, che è invariabile.

Infatti essa ci dice che:

$$a = \frac{S}{2 \pi r n}.$$

Se in questa formola diamo ad S il valore s che si vuole assegnare all'unità assoluta, ponendo contemporaneamente in luogo di n quella frazione di giro cui corrisponde lo spostamento d'un'unità del nonio, e che potremo rappresentare

in generale con $\frac{1}{m}$, avremo:

$$a = \frac{s}{2 \pi r \frac{1}{m}}.$$

Generalmente un'unità del nonio nei planimetri equivale ad un millesimo della circonferenza della rotella; sarà dunque

$$\frac{1}{m} = 0,001, \text{ e per conseguenza:}$$

$$a = \frac{s}{0,002 \pi r} \quad (11)$$

Il denominatore del secondo membro essendo costante per ogni planimetro, potremo scrivere:

$$\frac{a}{s} = k \quad (12)$$

il che ci mostra che *il rapporto della lunghezza del braccio mobile all'unità istrumentale assoluta è costante.*

Esempio. — Vogliasi la lunghezza a , che corrisponde ad $s = 10$ mmq., supposto $r =$ mmq. 9,4865 (*):

log. 1 = 0,0000000	log. $s = 1,0000000$
colog. 0,002 = 2,6989700	log. $k = 1,2247143$
colog. $\pi = 9,5028501$	
colog. $r = 9,0228942$	log. $a = 2,2247143$

$$\log. k = 1,2247143 \quad a = \text{mm. } 167,77.$$

Conoscendo il valore di a , che corrisponde ad una qualunque unità assoluta, in forza della (12) si può, con una semplice proporzione, conoscere il valore di a corrispondente a qualsiasi altro valore della medesima.

12. *Principio fondamentale della compensazione.* — Se nell'espressione generale dell'area (10) poniamo invece di a il suo valore dato dalla (1), avremo:

$$S = 1000 s \cdot n$$

formola che ci dà l'area in funzione dell'unità istrumentale e del numero dei giri della rotella integrante.

Dopo quanto abbiamo premesso risulta evidente che se nella misurazione delle aree S_1 ed S_2 di due diverse figure, si adottano rispettivamente due lunghezze a_1 ed a_2 del braccio mobile, tali che si abbia:

$$\frac{a_1}{S_1} = \frac{a_2}{S_2} = \text{costante}$$

il valore dell'unità istrumentale varierà secondo il rapporto $\frac{S_2}{S_1}$ e il numero di giri n rimarrà invariato.

Se dunque, per effetto dell'alterazione della carta, l'area S è diventata $S + \Delta S$ e noi diamo al braccio mobile una lunghezza $a + \Delta a$ tale che sia:

$$\frac{a + \Delta a}{S + \Delta S} = \frac{a}{S} \quad (13)$$

percorrendo col calcoio il perimetro della figura alterata, otterremo lo stesso numero di giri n che si sarebbe ottenuto nel percorrere quello della stessa figura, prima dell'alterazione, mantenendo al braccio la lunghezza a . E se nella espressione dell'area effettiva, che sarebbe:

$$S + \Delta S = 1000 (s + \Delta s) n$$

sostituiamo s ad $s + \Delta s$, avremo in luogo di $S + \Delta S$ l'area S , che è la vera cercata.

(*) Valore dedotto con una serie d'esperienze dirette sopra un planimetro Amsler-Laffon.

In altri termini: *variando la grandezza effettiva dell'unità istrumentale proporzionalmente alla variazione subita dalla carta, e considerandone invariata la grandezza nominale*, potremo ottenere l'area vera direttamente dalle indicazioni del planimetro.

La (13) ci mostra altresì che:

$$\Delta a = k \Delta S$$

che cioè la variazione del braccio che serve a mantenere costante n , è proporzionale alla variazione della superficie.

13. Determinazione della lunghezza del braccio in funzione della scala. — Riprendiamo l'equazione (13). Facendo per brevità $a + \Delta a = a'$, $S + \Delta S = S'$, possiamo anche scrivere:

$$\frac{a'}{a} = \frac{S'}{S}$$

Ma se N ed N' indicano rispettivamente i denominatori delle scale nominale ed effettiva, sappiamo che:

$$\frac{S'}{S} = \frac{N^2}{N'^2} \quad \text{quindi:} \quad \frac{a'}{a} = \frac{N^2}{N'^2}$$

da cui:

$$a' = a \frac{N^2}{N'^2}$$

formola che ci permette di determinare la lunghezza del braccio mobile quando si conosca la scala effettiva del disegno.

14. Medesima determinazione indipendente dalla scala. — Se indichiamo con L una lunghezza *normale* qualunque, come sarebbe, per esempio, quella fornita da un certo numero di intervalli d'un decimetro in una mappa catastale, e con L' la corrispondente lunghezza *effettiva*, sappiamo esistere la relazione:

$$N : N' = L' : L$$

potremo dunque scrivere:

$$a' = a \frac{L'^2}{L^2} \quad (14)$$

formola che ci permette di determinare a' indipendentemente dalla scala del disegno (*).

15. Applicazione pratica del principio della compensazione. — Da quanto è stato esposto sinora si comprende come si possa determinare la lunghezza che conviene dare al braccio mobile per compensare ogni diversa alterazione della carta da zero sino al limite che la pratica può consigliare. Sarà dunque facile formare, per diversi valori di s , specialmente utili nell'uso pratico (10 mmq., 15 mmq., ecc.), una tabella che registri i valori di a , sia per le diverse scale effettive, quali possono prevedersi nella pratica (nel caso speciale delle mappe catastali), sia per le diverse alterazioni lineari, riferite sempre ad una data unità di misura grafica normale, il metro, per esempio. Si conoscerà così senz'altro quale lunghezza convenga dare volta per volta al braccio mobile per compensare una qualunque alterazione della carta, affinché si possa ottenere, direttamente dal planimetro, l'area corretta.

L'esperienza ha sufficientemente dimostrato che le variazioni nello stato della carta non danno mai luogo ad alterazioni lineari maggiori di $\pm 2,5$ mm. per metro. Tuttavia, volendo largheggiare, potremo ritenere come massima alterazione lineare quella di ± 5 mm. per metro.

Facendo nella (14) $L = 1$ metro e chiamando α l'alterazione lineare per metro (espressa in funzione del metro, e positiva o negativa a seconda del caso), avremo:

$$a' = a (1 + \alpha)^2 \quad (15)$$

Facendo variare α da $-0,005$, $a + 0,005$ ne ricaveremo la seguente:

A) Tabella dei valori di a' in funzione di a .

α	a'	$\log (1 + \alpha)^2$
+ 0.005	1.010025 . a	0.0043392
.004	.008016 .	.0034674
.003	.006009 .	.0026019
.002	.004004 .	.0017354
.001	.002001 .	.0008681
.000	.000000 .	.0000000
— 0.001	0.998001 .	9.9991309
.002	.996004 .	.9982611
.003	.994009 .	.9973904
.004	.992016 .	.9965187
.005	.990025 .	.9956462

Se diamo ad a i diversi valori corrispondenti alle unità più utili in pratica, potremo ricavare i valori di a' per qualsivoglia alterazione della carta (*).

Esempio. — Vogliasi il valore di a' per $\alpha = -3$ mm. quando sia $a = 159,15$:

$$\log. a = 2,2018066$$

$$\log. (1 + \alpha)^2 = 9,9973904$$

$$\log. a' = 2,1991970$$

$$a = 158,197.$$

La tabella B) nella pagina seguente si è compilata per l'unità assoluta di 10 mmq. e per alterazioni lineari sino a ± 5 mm. per metro, supposto un planimetro in cui sia $r = m. 0,01$.

16. Caso del polo interno. — Se la misurazione dell'area si fa col polo interno, caso frequentissimo quando si considerano figure grandi, la superficie S è data dall'espressione:

$$S = 2 \pi a r n + \pi (a^2 + b^2 + 2 a d), \quad (**)$$

in cui

a, r, n hanno il significato già detto;

b è la lunghezza del braccio polare;

d la distanza dallo snodo al piano di contatto della rotella integrante.

La quantità $\pi (a^2 + b^2 + 2 a d)$ essendo indipendente da n , viene chiamata la *costante* e si suole esprimerla in unità dell'ultimo ordine dell'apparecchio integrante. Se quindi C e C' rappresentano due costanti numeriche, potremo scrivere:

$$S = C s n + C' s,$$

ossia:

$$S = s (C n + C').$$

Dopo una qualunque alterazione della carta e conseguente variazione del braccio mobile, si avrà invece:

$$S + \Delta S = (s + \Delta s) (C n + C').$$

Esaminando queste equazioni se ne deduce che: se si vuole che sostituendo s ad $s + \Delta s$ si abbia in luogo di $S + \Delta S$

(*) Conoscendo l'alterazione lineare α per metro, abbiamo già veduto che il coefficiente di correzione per ettaro è 20α mq.

Se dunque s rappresenta l'unità istrumentale relativa, espressa cioè in metri quadrati per la scala, possiamo stabilire la proporzione:

$$10000 : 10000 \pm 20 \alpha = s : x$$

donde:

$$x = \frac{10000 \pm 20 \alpha}{10000} s.$$

Ponendo quindi x in luogo di s nella (12) e ricavandone a , avremo:

$$a = k s \frac{10000 \pm 20 \alpha}{10000} = k s \left(1 \pm \frac{\alpha}{500} \right)$$

formola che può al caso servire per la determinazione della lunghezza ridotta del braccio variabile. Per comodità di calcolo è però preferibile servirsi della tabella A.

(**) Il doppio segno si riferisce ai diversi tipi di planimetri, secondo che la rotella integrante è posta fra il calcolio e lo snodo, oppure sul prolungamento del braccio mobile.

(*) Le formole (13) e (14) risolte rispettivamente rispetto ad N' ed L' , permettono di determinare quale alterazione di scala o lineare può essere compensata con una data variazione del braccio.

B) Tavola dei valori di α' per $r = 0^m.01$.

Unità istrumentale assoluta 10 mm. quad. Costante = 19800 unità.

1 : 4000	1 : 2000	Alter. lineare in mill. p. metro	Lunghezza del braccio mobile mill.	Diff. p. mm. 0.05	1 : 1000	1 : 500
1 : 4020	1 : 2010	— 5.0	157.56	0.016	1 : 1005	1 : 502.50
: 4018	: 2009	4.5	.72	»	: 1004.5	: 502.25
: 4016	: 2008	4.0	.88	»	: 1004	: 502
: 4014	: 2007	3.5	158.04	»	: 1003.5	: 501.7
: 4012	: 2006	3.0	.20	»	: 1003	: 501.50
: 4010	: 2005	2.5	.36	»	: 1002.5	: 501.25
: 4008	: 2004	2.0	.52	»	: 1002	: 501
: 4006	: 2003	1.5	.68	»	: 1001.5	: 500.75
: 4004	: 2002	1.0	.84	»	: 1001	: 500.50
: 4002	: 2001	0.5	159.00	»	: 1000.5	: 500.25
: 4000	: 2000	0	.15	»	: 1000	: 500
: 3998	: 1999	+ 0.5	.31	»	: 999.5	: 499.75
: 3996	: 1998	1.0	.47	»	: 999	: 499.50
: 3994	: 1997	1.5	.63	»	: 998.5	: 499.25
: 3992	: 1996	2.0	.79	»	: 998	: 499
: 3990	: 1995	2.5	.95	»	: 997.5	: 498.75
: 3988	: 1994	3.0	160.11	»	: 997	: 498.50
: 3986	: 1993	3.5	.27	»	: 996.5	: 498.25
: 3984	: 1992	4.0	.43	»	: 996	: 498
: 3982	: 1991	4.5	.58	»	: 995.5	: 497.75
: 3980	: 1990	5.0	.74	»	: 995	: 497.50

l'area S, il binomio $Cn + C'$ dovrà rimanere inalterato; dunque la costante istrumentale dovrà considerarsi inalterata, *malgrado che il suo vero valore sia soggetto a variare pel variare di a.*

Questa verità si può anche dimostrare in altro modo. Supponiamo di misurare col polo interno la superficie d'una figura equivalente alla costante; necessariamente dovrà essere $n = 0$, e l'area S sarà:

$$S = \pi (a^2 + b^2 - 2ad),$$

ossia in unità istrumentali:

$$S = C' s.$$

Se dunque, allorchè s per la variazione di a è diventato $s + \Delta s$ ed $S, S + \Delta S$, vogliamo da questa formula ottenere S , evidentemente C' dovrà considerarsi invariato.

17. *Grado di precisione.* — L'esperienza ha dimostrato che si può costruire un nonio rettilineo il quale dia chiaramente e facilmente l'approssimazione di $\frac{1}{100}$ di millimetro.

Basterà che abbracci una lunghezza di 99 millimetri e sia diviso in 100 parti (*).

Graduando il braccio mobile in millimetri ed applicando il nonio anzidetto, potremo, colla scorta della tabella sopra descritta, che dovrà accompagnare ogni singolo strumento, assegnare all'asta la lunghezza necessaria coll'approssimazione già detta, che è più che sufficiente in pratica.

Per meglio persuaderci del grado di precisione che si può così ottenere, ricorreremo alla formola (15), dalla quale si ha:

$$\alpha = \sqrt{\frac{a'}{a}} - 1.$$

Tenendo per a il valore 159,15 millimetri, che corrisponde all'unità assoluta di 10 millimetri quadrati in un planimetro in cui sia $r = 0,01$ m., sarà evidentemente:

$$a' = 159,15 \pm 0,01 = \begin{cases} 159,16 \\ 159,14 \end{cases}$$

(*) I planimetri sinora in uso offrono un'approssimazione spinta al massimo ad 1/20 di millimetro nell'aggiustamento del braccio mobile. Tale approssimazione, come si vede, è insufficiente, perchè non consente di tener conto delle variazioni di un decimo nella cifra significativa del denominatore della scala normale delle mappe; mentre il tenerne conto è, non solo possibile, ma eziandio necessario.

quindi avremo: $\alpha = \pm 0,0314$ mill.;

alterazione lineare che corrisponde ad una variazione di 0,06 nel denominatore della scala normale delle mappe catastali all'1 : 2000

Nella pratica del catasto è sufficiente il valutare le differenze di scala dipendenti da alterazioni di un decimo nella cifra significativa del denominatore, e sebbene questo limite di approssimazione si possa raggiungere di fatto e sia da considerarsi come massimo desiderabile, tuttavia esso non deve ritenersi come assoluto, ma soltanto come relativo ai mezzi di cui si dispone per valutare le alterazioni lineari.

Queste considerazioni potrebbero condurci a concludere che l'approssimazione al centesimo di millimetro sia eccessiva. Ma oltrechè sarà sempre meglio disporre, quando si possa, d'una precisione superiore al bisogno, in questo caso poi l'eccesso della medesima non può nuocere, ma tornerà utile come mezzo di limitazione degli inevitabili errori personali d'apprezzamento nella lettura del nonio.

D'altra parte nel valutare l'alterazione lineare, quando si usi una buona riga d'acciaio graduata a millimetri (non a mezzi millimetri, perchè una graduazione troppo frazionata nuoce alla precisione della stima delle parti aliquote), l'occhio sperimentato può leggere bene il decimo di mill. Se poi nella deduzione del valore di α si segue il metodo già altrove consigliato, di fare la somma algebrica delle alterazioni lineari misurate su mezzo metro lungo le due dimensioni del foglio, si avrà spesso l'alterazione lineare per metro espressa abbastanza sicuramente sino ai centesimi di millimetro. Se, per es., nel senso delle x abbiamo trovato un'alterazione di + 0,5 millimetri e su quello delle y — 0,75 (3/4 di millimetro si valutano bene ad occhio), avremo evidentemente:

$$\alpha = - 0,25.$$

18. *Planimetro pantografo.* — Per estendere il principio della compensazione meccanica al planimetro pantografo nei modi ora descritti pel planimetro semplice, si dovrebbe ricorrere a speciali modifiche dell'apparecchio pantografico, le quali riuscirebbero difficili e forse anche di dubbio risultato, o quanto meno all'applicazione di un secondo nonio al braccio pantografo, ciò che contribuirebbe ad aumentare il costo dello strumento, senza offrire in pratica vantaggio reale alcuno.

Giova, per altro, osservare che nella misurazione dell'area d'una figura piccola e dentro i limiti delle alterazioni ordi-

narie della carta, è quasi superfluo spingere la precisione sino a tener conto delle eventuali differenze di scala, poichè, nella maggior parte dei casi, l'errore dovuto a queste, paragonato agli altri inevitabili, proprii dello strumento e del metodo, è quantità affatto trascurabile.

Tuttavia è bene conoscere come si possa raggiungere lo stesso scopo ricorrendo ad un semplice artificio di metodo che offre un'approssimazione sufficiente.

Supponiamo che si voglia adoperare il pantografo col braccio alla lunghezza DB (fig. 48), affinchè l'unità del nonio

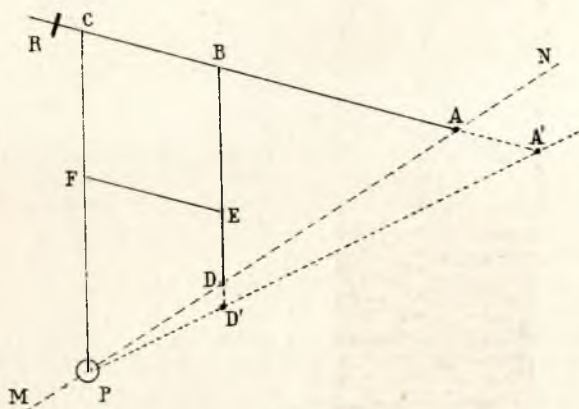


Fig. 48.

prenda quel valore che conviene al caso che si considera. Disponiamo il polo P, il calcatoio A e il calcatoio del pantografo D sopra una linea retta MN. Sia a la lunghezza dell'asta maggiore (che si leggerà direttamente per mezzo del nonio già descritto); mediante la tabella (A) troveremo facilmente la lunghezza a' che corrisponde ad a per una data alterazione della carta. Modificata così la lunghezza dell'asta maggiore, e tracciata la retta $A'P$, portiamo il calcatoio D in D' sulla medesima retta.

Se indichiamo rispettivamente con U ed u i valori dell'unità d'ultimo ordine dell'apparecchio registratore nel sistema semplice e nel pantografo, corrispondenti alle posizioni A e D dei calcatoi, e con $U + \Delta U$, $u + \Delta u$, gli stessi valori corrispondenti alle nuove posizioni A' e D' , si hanno le proporzioni:

$$U : u = \overline{CA}^2 : \overline{CB}^2,$$

$$U + \Delta U : u + \Delta u = \overline{CA'}^2 : \overline{CB'}^2.$$

Ponendo, per brevità: $CB = c$, $CA = 1$, $AA' = \gamma$, avremo:

$$u = c^2 U,$$

$$u + \Delta u = (U + \Delta U) \frac{c^2}{(1 + \gamma)^2}, \quad (16)$$

donde si vede che il valore di $u + \Delta u$ è inferiore a quello che dovrebbe essere, affinchè la compensazione fosse rigorosa.

Abbiamo supposto sinora che γ fosse una quantità positiva; però la (16) può essere accettata come espressione del caso generale, giacchè le quantità Δu e ΔU seguono il segno di γ .

L'espressione del valore di $u + \Delta u$ ci mostra che il procedimento non è rigoroso; e che tenendo, nel sistema pantografico, la lunghezza BD' , la compensazione sarà soltanto approssimata. Tuttavia, per le considerazioni già fatte da principio e per la piccolezza del valore assoluto di γ , il metodo può ritenersi abbastanza approssimato. È importante il notare che l'errore che si commette modificando la lunghezza del braccio del pantografo della quantità $D D'$, è sempre dello stesso segno di quello che si sarebbe commesso mantenendo la lunghezza iniziale BD , mentre ne è minore in valore assoluto. Ciò significa che il procedimento descritto ci permette bensì di avvicinarci alla compensazione rigorosa, ma non di raggiungerla.

19. *Disposizione meccanica dell'apparecchio.* — Per applicare il nonio descritto al planimetro si potranno adottare disposizioni diverse a seconda del tipo dello strumento che si considera e dei suoi dettagli di costruzione. Trattandosi d'un planimetro Amsler, basterà allungare alquanto l'astuccio entro cui scorre il braccio mobile, in modo da potere nella sua parte anteriore aprire una feritoia di un decimetro, munita della lamina a piano inclinato su cui sia incisa la graduazione del nonio. L'asta mobile dovrà essere graduata a millimetri collo zero dalla parte del calcatoio, spostato, bene inteso, di quel tanto di cui, per necessità di costruzione, lo zero del nonio dovrà essere spostato dalla verticale dello snodo. Le solite viti di pressione e di richiamo serviranno ai piccoli movimenti d'aggiustamento.

Affinchè l'istrumento raggiunga il massimo grado di precisione possibile, sarà bene che la graduazione dell'asta e quella del nonio vengano incise su lamine d'argento, riportate poi sul corpo dell'asta e dell'astuccio. Quando l'istrumento sia provvisto d'una vite di richiamo abbastanza precisa, usando una lente di mediocre ingrandimento, l'aggiustare il nonio sarà operazione semplicissima e facile, soggetta soltanto alle incertezze derivanti dalla diversità di potenza visiva tra individuo ed individuo, incertezza che è comune a tutti i sistemi micrometrici e le cui conseguenze entrano nella categoria degli errori d'osservazione (*).

Udine, febbraio 1893.

G. RONCAGLI.

CHIMICA APPLICATA ALL'IGIENE

ESAME DELLA STUFA MOBILE

DEL TIPO A. NIESKE DI DRESDA.

Ricerca del CO nell'aria di ambienti riscaldati

pel dottore CAMILLO TERNI

Assistente nell'Istituto d'igiene della R. Università di Pisa (1).

Per incarico del prof. Pagliani, ebbi la opportunità di intraprendere nei Laboratori scientifici della Direzione di Sanità pubblica in Roma, uno studio su di una stufa mobile della fabbrica di Alwin Nieske di Dresda, nota in commercio col nome di stufa *Carbon-Natron* (N. 00-1-2): studio che ultimai poi nel Laboratorio d'Igiene della Università di Pisa, sotto la direzione del prof. Di Vestea.

Questa stufa è frequentemente usata in Germania e in Italia per la sua grande comodità, essendo costruita nell'intento di escludere la necessità del camino in ogni camera, e di avere una temperatura uniforme e costante più di quanto si possa ottenere con le comuni stufe di metallo o coi braceri.

Per la qualità del combustibile usato, che è uno speciale impasto di carbone e di polveri minerali, ed anche per il modo di funzionare, essa differisce da tutte le stufe mobili a tipo Choubersky (2); le quali richiedono un camino di tiraggio in ogni ambiente e presentano dal punto di vista igienico migliori garanzie.

La stufa di Nieske è una comune stufa a cannone di lamiera di ferro (vedi fig. 49), chiusa in alto da un recipiente (B) per l'acqua e munita di uno stretto tubo di tiraggio (G), che secondo le prescrizioni del fabbricante dovrebbe usarsi soltanto nelle camere chiuse destinate ad ammalati o per dormire.

L'aria di combustione penetra dall'apertura (E) situata al di sotto della griglia, sale in una cassetta di lamiera appli-

(*) Poichè il principio della compensazione meccanica riposa tutto sulla determinazione della lunghezza ridotta del braccio mobile, e poichè questa determinazione può farsi nello stesso modo, qualunque sia lo strumento usato, ne concluderemo che disposizioni analoghe a quella ora descritta potranno applicarsi anche ai planimetri d'ogni altro tipo.

(1) Dalla *Rivista d'igiene e sanità pubblica*. — Roma, 1892.

(2) Stufe: Viville, Besson, Cadé, la Russa, l'Universale, la Sanitaria, la Salamandra, la Francese, la Parigina, l'Americana, la Milanese.

cata alla parete interna della stufa, ed esce in alto da due aperture lunghe e strette poste ai lati del tubo di tiraggio. In principio la combustione viene anche attivata dalla corrente d'aria che si stabilisce attraverso la griglia fra i meati dei cilindri di carbone; ma in seguito l'ingombro delle ceneri che si depositano negli interstizi limita la quantità di aria a quella che viene liberamente dalla cassetta, la quale non basta ad alimentare sufficientemente la combustione.

Il tubo di tiraggio (G) applicato esternamente è chiuso in basso da una valvola a paletta (H). Un altro tubo mobile di metallo (I) applicabile in questo punto, serve quando si vuol mettere la stufa in comunicazione coll'esterno, nel qual caso si può anche aggiungere in continuazione un grosso tubo di gomma.

La stufa è munita inoltre di un disco metallico (A) ermeticamente chiuso, contenente un preparato chimico che riscaldato mantiene per lungo tempo il calore, e può servire da scaldaletto, scaldamani, ecc.

Il combustibile preparato e messo in vendita dallo stesso fabbricante è un composto chimico (*Carbon-Natron*), foggato a piccoli cilindri; brucia lentamente in modo uguale senza fumo nè fuliggine.

La combustione procede d'alto in basso, graduale e continua. La portata della stufa è di 3 kilogr. di carbone riempita fino alla apertura di carico (C). Questa quantità di combustibile bastò a mantenere fra 15°-18° c. per 36 ore due ambienti contigui della capacità di mc. 107 circa, mentre la temperatura esterna era di 0°-3° c. Tenendo calcolo che il carbone costa L. 0,36 il kg. si ha una media di centesimi 3 per ora di combustibile.

La stufa di Nieske riesce dunque dal lato della comodità e della economia domestica assai vantaggiosa; e perciò, ad onta del prezzo superiore a quello delle stufe Choubersky, venne accolta dal pubblico con grande favore, specialmente nelle regioni dove il riscaldamento nei lunghi inverni diventa un problema assai dispendioso, difficile a risolversi per le classi meno agiate.

*

Ma di fronte a veri e reali vantaggi essa offre degli inconvenienti altrettanto gravi, che il sanitario deve rilevare a tutela e garanzia della pubblica salute.

Il fabbricante signor Nieske nel proporre l'uso di un composto chimico come combustibile, ebbe in mira di eliminare i prodotti della combustione che danno noia più che altro — il fumo e il cattivo odore — senza preoccuparsi dei prodotti veramente nocivi che nel suo modello di stufa sono direttamente versati nell'ambiente.

Il prof. Petri e il dott. Proskauer dell'Istituto d'igiene di Berlino hanno dato un giudizio sfavorevole su questa stufa (modello n. 00). Essi per altro si limitarono a rilevare col processo di Vogel, la presenza del CO nell'aria raccolta in vicinanza alla stufa.

Un altro esame presentava una maggiore difficoltà perchè era presumibile che il fabbricante signor Nieske, il quale assisteva agli esperimenti eseguiti a Berlino, avesse introdotto tali modificazioni nella stufa o nel combustibile da riparare agli inconvenienti lamentati.

La mia attenzione fu dunque rivolta prima di tutto alla qualità del combustibile per indagare se il composto contenesse principii ossidanti che coadiuvassero la combustione, adatti a supplire al difetto di tiraggio della stufa; se contenesse sostanze capaci di fissare i prodotti nocivi della combustione, e ancora se le sostanze aggiunte nell'uno o nell'altro scopo, potevano dar luogo a prodotti dannosi alla salute.

I risultati dell'analisi chimica del carbone e delle ceneri sono registrati nel seguente quadro (1).

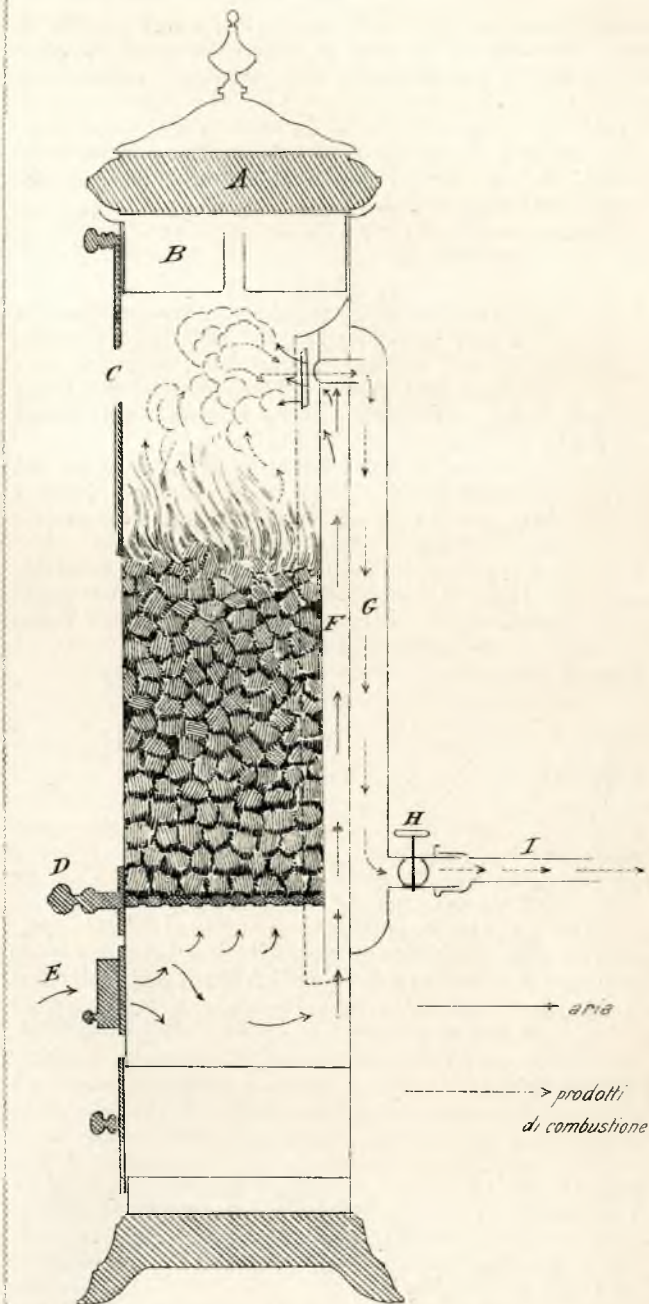


Fig. 49.

Carbone		O ₁₀
H ₂ O a + 100°		9.2
Sostanze solubili in H ₂ O (determinate sopra 30 gr.)		1
Ceneri.		13.4
Ceneri (gr. 2.5490).		
Parte solubile in HCl		1.1060
Silice e sabbia		1.4430
Parte solubile in HCl	1.1060	O ₁₀
Ca.	0.3430	31.10
Mg	0.0285	2.57
Fe	0.1968	17.79
Co	tracce	—
So ₄	0.0501	4.52
Ph O ₄	0.3296	29.8
Cl	0.0491	3.78
KNa determinati in cloruri	0.0760	—

(1) L'analisi venne eseguita nell'Istituto di chimica della Regia Università, diretto dal chiarissimo prof. E. Tassinari. Colgo l'occasione per ringraziare il prof. Tassinari della cortese ospitalità e dei consigli di cui mi fu largo durante le mie ricerche. Sento pure l'obbligo di ringraziare i dottori Antoni e Lucchesi per l'aiuto intelligente che mi hanno prestato.

Dalla analisi chimica del combustibile non risulta nulla che possa giustificare il nome commerciale di *Carbon-Natron*. Esso ha la composizione comune dei carboni naturali e contiene soltanto una rilevante quantità di ceneri; non è

un composto chimico speciale, ma piuttosto una miscela di polvere di carbone di legna e di polveri minerali, le quali furono aggiunte probabilmente come materiale coibente del calore.

La presenza di queste sostanze, mentre rende più uniforme la distribuzione del calore nell'ambiente, non riesce certo indifferente nella chimica della combustione; ostacola nell'interno della stufa la circolazione dell'aria già in quantità insufficiente, facilitando la produzione del CO.

*

Per la ricerca dei gaz della combustione, anzichè chiudere la stufa in un ambiente ristretto, ho preferito di metterla nelle condizioni più comuni e favorevoli; in una camera dove fosse possibile un ricambio naturale di aria, allo scopo di diluire questi prodotti nocivi come avviene comunemente nelle nostre abitazioni.

Nelle mie ricerche mi sono occupato principalmente del CO e CO₂, dell'ammoniaca e degli acidi solfidrico (H₂S) e solforoso (SO₂), trascurando gli altri gaz più specialmente prodotti dalla combustione dei carboni mineralizzati.

L'aria veniva esaminata in diversi tempi successivamente, riscaldando prima la stufa a debole calore, poi fino al punto in cui le pareti non si potevano toccare; così come venne prescritto dal fabbricante signor Nieske.

Riassumerò in brevi note la serie delle esperienze.

*

Stufa senza comunicazione coll'esterno — riscaldata a debole calore.

25 litri di aria raccolta dopo 3 h di combustione.

t della camera 15° c.

CO = 50 cmc. della soluzione 0.25 0/0 di cloruro di Pd — riduzione rapida del Pd allo stato di metallo.

50 cmc. di sangue defibrinato e diluito al 10 0/0. Spettro della carbossiemoglobina persistente a trattamento con S(NH₄)₂, ferrocianuro di K (FeCy₂K₄) e col reattivo di Stokes.

CO₂ = 200 cmc. della soluzione di barite — forte intorbidamento.

NH₃ = tracce.

H₂S, SO₂ — assenza.

10 litri di aria dopo 6 h di combustione.

t della camera 17° c.

CO = 50 cmc. di sangue defibrinato e diluito 10 0/0 — spettro della carbossiemoglobina.

50 cmc. della soluzione di PdCl₂ — riduzione completa allo stato di metallo.

CO₂ = 200 cm. della soluzione di barite — forte intorbidamento.

NH₃ — H₂S — SO₂ — assenza.

5 litri di aria raccolta dopo 10 h.

t della camera 18° c.

CO = 50 cmc. della soluzione di PdCl₂ = riduzione completa allo stato di metallo.

*

Stufa riscaldata a forte calore.

25 litri di aria raccolta dopo 3 h di combustione.

t della camera 18° c.

CO = 50 cmc. di sangue defibrinato e diluito al 10 0/0 — persiste lo spettro della ossiemoglobina. Trattando il sangue col S(NH₄)₂ e col reattivo di Stokes si ha lo spettro caratteristico della ossiemoglobina ridotta.

50 cmc. di sangue diluito al 5 0/0 danno un eguale risultato.

50 cmc. della soluzione di Cl₂Pd — lievissimo intorbidamento.

CO₂ = 200 cmc. di acqua di barite — precipitazione totale del Ba in carbonato.

NH₃ — H₂S — SO₂ = assenza.

10 litri di aria raccolta dopo 6 h.

t della camera 19° c.

CO = 50 cmc. di sangue diluito al 10 0/0 = spettro della carbossiemoglobina.

50 cmc. della soluzione di Cl₂Pd = forte riduzione del Pd allo stato di metallo.

CO₂ = 200 cmc. di acqua di barite = precipitazione completa di Ba CO₃.

NH₃ — H₂S — SO₂ = assenza.

5 litri di aria dopo 10 h.

t della camera 18° 4.

CO = 50 cmc. di sangue diluito al 5 0/0 — spettro della carbossiemoglobina.

50 cmc. della soluzione di Pd Cl₂ = riduzione completa del sale in metallo.

Mettendo la stufa in comunicazione coll'esterno mediante un grosso tubo in continuazione col tubo di tiraggio, i dati di queste esperienze rimangono pressochè invariati. E soltanto si ha una leggera diminuzione di CO nell'aria dell'ambiente quando è più forte il riscaldamento.

L'esame quantitativo eseguito con 100 litri di aria raccolta nella camera durante 8 ore di combustione contando dall'istante in cui si accendeva la stufa, ha dato i seguenti risultati:

Temperatura dell'ambiente durante l'esperienza da 4° a 18° c.

Media per ora	
0/100 cmc. di aria a 0° e a 760	
Ossido di carbonio (CO)	7.63
Anidride carbonica (CO ₂)	4.22
Acido solfidrico (H ₂ S)	—
Id. solforoso (SO ₂)	—
Ammoniaca (NH ₃)	tracce

Quando la stufa incomincia a funzionare, si avverte nella stanza un odore sgradevole: in seguito aumentando la temperatura si provano disturbi gravi, senso di oppressione e di stanchezza per poco che l'individuo rimanga nella camera. Non sono rari i casi di inconvenienti seri occorsi nelle famiglie che usano questa stufa, e ne fanno fede gli stessi rivenditori. Essa funziona come un braciere, e riesce assai pericolosa quando venga usata per riscaldare gli ambienti chiusi destinati ad abituale dimora.

II.

Nella pratica di questi esperimenti ho potuto constatare la utilità di alcune modificazioni di metodo che credo opportuno di accennare.

Per la ricerca del CO è preferibile di usare sempre l'aspiratore, facendo gorgogliare l'aria lentamente (5-10 litri per ora) nei reattivi (vedi fig. 50). Così si ha il vantaggio di raccogliere l'aria nei diversi tempi dell'esperienza in modo continuo e uniforme; mentre col soffietto si stabilisce un rimescolamento anormale.

Bisogna tener presente che in vicinanza dei camini e delle stufe si trovano sempre tracce di CO, talvolta in notevole quantità, per rapidi abbassamenti di pressione nell'interno degli ambienti. Non è dunque esatto il sistema di raccogliere l'aria da esaminare direttamente in vicinanza della stufa. Per calcolare con maggiore sicurezza la diluizione dei gas nocivi, l'aria deve essere raccolta nei diversi momenti durante la osservazione, a diverse altezze, e preferibilmente verso le pareti della camera, dove si stabiliscono le correnti discendenti di aria raffreddata.

Il metodo di Vogel, basato sull'esame spettroscopico del sangue, non è così facile, come a prima vista si può credere. E l'esperienza, che riesce immancabile nel laboratorio dove si varia a piacere la quantità di CO nelle miscele di prova, appare subito difettosa nella pratica.

Il metodo indicato nei più comuni trattati d'igiene per la ricerca del CO non sempre riesce, perchè difficilmente in 10 litri di aria raccolta nei nostri ambienti riscaldati fra 10°-25° c., anche con stufe difettose o con bracieri, si può

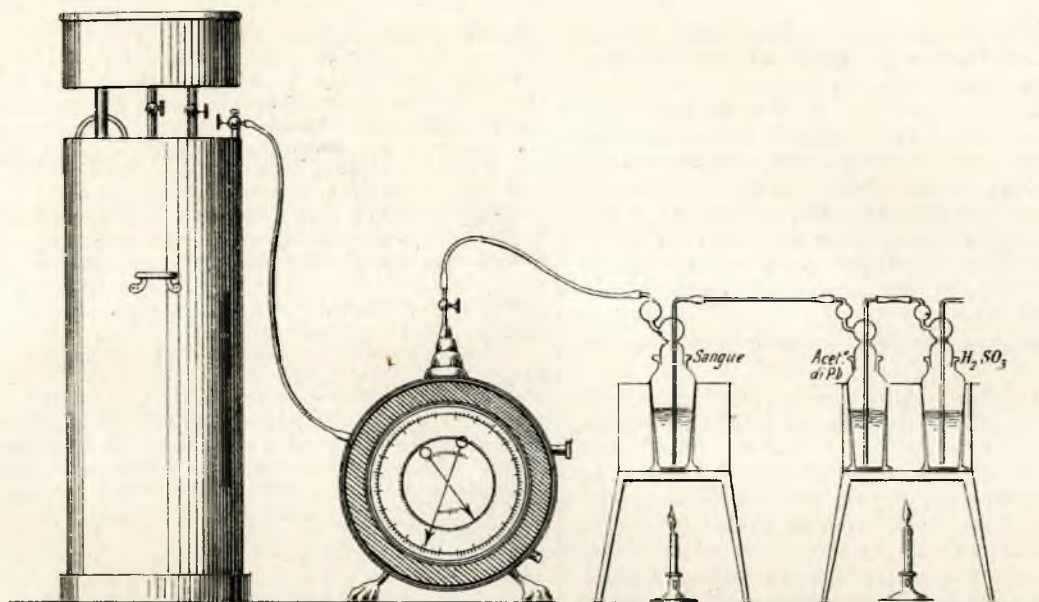


Fig. 50.

avere tale quantità di CO da saturare l'ossiemoglobina di 30 cmc. di sangue diluito al 20 0/0. E in seguito al trattamento con sostanze riduttrici, lo spettro della carbossiemoglobina viene mascherato dalla fascia oscura della restante ossiemoglobina ridotta.

Il metodo di Vogel con queste proporzioni di sangue serve bene, quando la quantità di CO nell'aria raggiunga almeno il 5 0/00, limite massimo, oltre il quale, secondo Vogel, l'aria incominciarebbe a spiegare un'azione tossica. Ma Gruber e Hempel ritengono che il limite di tossicità dell'ossido di carbonio nell'aria deve ridursi a 0,2-0,5 0/00, considerando che esso esercita un'azione distruttiva dei globuli rossi anche in diluizioni leggerissime, come venne dimostrato dal Gréhant. Così il soggiorno abituale in ambienti mal aereati, e colla presenza del CO anche in piccole proporzioni, riesce dannoso e dà luogo a casi di anemia per distruzione diretta del plasma sanguigno. Secondo Gréhant, il CO uccide la metà dei globuli rossi in mezz'ora nella dose di 1/799, e il quarto alla dose di 1/1449.

Perché il sangue diventi un reattivo molto sensibile per la ricerca del CO, deve essere diluito fino a color rosso-chiaro, o meglio finché si può avere ancora un buon spettro con uno strato liquido di 1 cm. di spessore.

Il sangue dei diversi animali non reagisce sempre con eguale sensibilità. Nelle mie esperienze ho adoperato il sangue di ratto bianco, di piccione, di pollo, di cavia e di coniglio, ed ho preferito quest'ultimo, perché permette una maggiore diluizione (fino al 2 0/0), sebbene sia meno pronto nella reazione.

Per meglio favorire la reazione, si scalda a bagno-maria la diluizione di sangue fra 30°-35°, e per evitare la formazione della schiuma si aggiungono alcune gocce di olio d'oliva purissimo, riconosciuto privo di sostanze riducenti. Al quale scopo si agita fortemente l'olio con una diluizione di sangue, esaminandola allo spettroscopio.

Si fa passare l'aria aspirata lentamente attraverso una soluzione acida di acetato di Pb per fissare l' H_2S nell' H_2SO_4 diluito per l' NH_3 , e quindi nel sangue. Se la quantità di CO è considerevole, si avverte subito dalla tinta rosea del sangue, la quale non cambia coll'aggiunta delle sostanze riducenti: mentre il sangue normale di colore rosso-mattone trattato cogli stessi reattivi prende una tinta marrone.

Fra i diversi reattivi consigliati per caratterizzare lo spettro della carbossiemoglobina: $S(NH_4)_2$ — Ferrocianuro di K ($Fe Cy_6 K$) — reattivi di Preyer e di Stokes (1), i due ultimi sono da preferirsi.

(1) Reattivo di Preyer = Soluzione di cianuro di K 1:2.

Reattivo di Stokes = Ad una soluzione di solfato ferroso in acqua

Col solfuro di NH_4 si ha facilmente intorbidato il liquido da precipitazione dello zolfo così da disturbare la visione dello spettro.

Nella pratica, bisogna prima filtrare la diluizione del sangue da esaminare, e si aggiunge il reattivo goccia a goccia, finché la diluizione del sangue normale di confronto prende il colore vinoso, caratteristico della ossiemoglobina ridotta. Si scalda a bagno-maria a 4° circa per pochi minuti, si filtra ancora e si procede all'esame spettroscopico.

Le reazioni basate sulla diversa colorazione del sangue col trattamento di reattivi speciali, e quelle proposte dal Welzel e Kunkel (1) non danno sempre risultati sicuri: e certamente tutti questi metodi di ricerca del CO sono nella pratica molto meno attendibili dell'esame spettroscopico.

Nella ricerca del CO insieme coll'esame spettroscopico si deve sempre unire la reazione col cloruro di Palladio, che è molto più sensibile. Queste due prove si completano insieme: la prima serve anzi di controllo all'altra per stabilire se la riduzione del sale di Pd è dovuta tutta, od una parte soltanto, alla presenza del CO [$CO + PdCl_2 = COCl_2 + Pd$].

I diversi idrocarburi, che si sviluppano specialmente nella combustione dei carboni mineralizzati, riducono il cloruro di Palladio, mentre non manifestano alcuna reazione nel sangue.

Per rendere più pronta la reazione, è meglio riscaldare a bagno-maria la boccetta contenente la soluzione di $PdCl_2$, e s'intende che l'aria da esaminare deve essere prima passata attraverso l' H_2SO_4 e nell'acetato di Pb.

Le carte reattive al cloruro di Palladio, recentemente preparate, servono solo in presenza di forti quantità di CO: un abbrunimento sensibile si avverte appena quando il CO nell'aria raggiunga almeno la proporzione del 4-5 0/00.

si aggiunge dell'acido tartarico fino a formazione di abbondante precipitato: si scioglie questo, aggiungendo rapidamente dell' NH_3 fino a che la soluzione assuma un colore verde-scuro. Si conserva in una boccetta colorata.

(1) 5 cmc. della soluzione di sangue con 15 cmc. della soluzione di acido tannico (1 0/0). Si ha un precipitato bruno nel sangue contenente carbossiemoglobina. La differenza di tinta col precipitato del sangue normale si rende più sensibile dopo 1-2 ore e perdura fino a 24-48 ore.

10 cmc. della soluzione di sangue, 5 cmc. della soluzione di ferrocianuro di K (20 0/0) e 1 cmc. della soluzione di acido acetico (1:3). Si ha un precipitato rosso-bruno nel sangue con carbossiemoglobina. La differenza di colore col precipitato del sangue normale si manifesta dopo mezz'ora e persiste per 2-6 giorni.

Welzel con questo metodo asserisce di avere svelato la presenza del CO in 11 litri di aria nella proporzione di 0,023 0/00.

La soluzione del PdCl_2 deve essere diluitissima fino ad avere il colore del vino bianco, il che si ottiene colla proporzione di 0,25 0/0 circa.

Un altro metodo per riconoscere la presenza dell'ossido di C in un'atmosfera gassosa, venne scoperto ultimamente dal Berthelot, ed è basato sulla proprietà che ha questo gas di ridurre l'azotato di Ag ammoniacale. Il reattivo si prepara aggiungendo ad una soluzione allungata di AgNO_3 (5 0/0) dell' NH_3 diluita goccia a goccia fino al punto in cui il precipitato è interamente disciolto. Questo reattivo è meno sensibile del cloruro di Palladio, ma resiste assai più a lungo all'azione riducente dell'idrogeno; ed è preferibile, quando si esamina l'aria contenente gas provenienti dalla combustione della legna.

Nella ricerca quantitativa del CO ho seguito il metodo di Fodor. I risultati rappresentano la media di quattro esperimenti eseguiti con 25 litri di aria per ciascuno, raccolti dopo 2, 4, 6, 8 ore dall'accensione della stufa. L'aria, dopo il lavaggio in H_2SO_4 e nell'acetato di Pb, gorgogliava attraverso due bottiglie di Wolf contenenti ciascuna 50 cmc. di sangue defibrinato e diluito al 50 0/0. In seguito la diluzione del sangue carico di CO veniva distribuita in quattro grandi tubi Peligot, tenuti a bagno-maria fra 50° - 55° . In questi tubi gorgogliava fortemente per 6 ore continue l'aria destinata a spostare il CO, lavata prima in una soluzione di PdCl_2 a caldo. Dopo passata nel sangue, veniva rilavata nell' H_2SO_4 , e nell'acetato di Pb e quindi gorgogliava nella soluzione di Cl_2 Pd destinata a fissare il CO esportato dal sangue. Tutti i reattivi erano tenuti a bagno-maria a $+38^\circ$ circa. Non giova di aumentare la temperatura delle bolle contenenti il sangue oltre i 55° , come viene da alcuni autori indicato; il coagulo che si forma a temperature superiori disturba l'andamento della esperienza, e si hanno forti perdite.

Il precipitato ottenuto, raccolto su filtro e ridisciolto con acqua regia, fu titolato con la soluzione di IK (1,486 0/0), di cui 1 cmc. corrisponde a 0,1 di CO.

BIBLIOGRAFIA

I.

Della vita e delle opere di Sebastiano Grandis. — Discorso letto al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici il 10 gennaio 1893, anniversario della morte, da ANTONIO FERRUCCI, Ispettore del Genio civile. — Op. in-8° grande di pag. 37. — Roma, 1893.

L'autore esordisce accennando al generale compianto appena fu noto che il Grandis era morto, ed abbenchè da molti anni egli vivesse ritirato e quasi solitario (1). Prende quindi a discorrere di Sebastiano Grandis dal giorno della sua nascita, avvenuta in Tenda il 6 aprile 1817 (e non in Borgo S. Dalmazzo, ove per altro dimorava la sua famiglia, e il padre suo fu per molti anni sindaco) al giorno in cui ottenne la laurea di Ingegnere idraulico (21 luglio 1841) ed il diploma di Architetto civile (16 giugno 1842).

Amnesso, il 25 maggio 1843 in qualità di *aspirante allievo ingegnere* nel corpo del Genio civile, fu nel 1846 prescelto con Sommeiller per andare all'estero a farvi studi speciali di meccanica pratica ferroviaria.

Ritornato in patria, nel 1848, gli venne affidato l'incarico di dirigere l'esercizio del primo tronco Torino-Moncalieri, il primo che fosse stato aperto quasi a titolo di curiosità e di prova, della grande linea Torino-Genova. Ed ebbe poi ad occuparsi del più difficile problema di trazione ferroviaria che a quei tempi si presentasse. Essendochè, mentre in Belgio per il piano inclinato di Liegi s'era ricorso al sistema funicolare (dopo non molti anni abbandonato), mentre la Germania tutta studiava il mezzo di superare il Semmering, che pure non ha che una pendenza del 25 0/00, mentre Stephenson stesso, chiamato dal Governo Subalpino si arrestava dinanzi alle difficoltà della salita dei Giovi, dichiarando apertamente non volere assumere la responsabilità del problema, che gli si domandava di sciogliere, Sebastiano Grandis esprimeva la propria persuasione che per l'esercizio del piano inclinato dei Giovi fosse da darsi la preferenza all'impiego di locomotive, ed in sua celebre memoria determinava le dimensioni ed il tipo di una locomotiva-tender, capace di rimorchiare un treno di 80 tonn. sulla pendenza del 35 0/00. In queste ricerche il Grandis era associato tanto al

Sommeiller, quanto al Ruva, e frutto dei loro studi fu la costruzione di locomotive accoppiate prima a quattro, e poi a sei ruote ciascuna.

Fu allora che il Grandis ed il Sommeiller ai quali ebbe ad associarsi il Grattoni, pensarono pure ad una pratica applicazione dell'aria compressa, studiando al modo di produrla in grande quantità e sotto forte pressione e alla possibilità di condurla a grandi distanze entro tubi di diametro limitato. Ed inventarono il loro sistema di *propulsione idropneumatica* che doveva sostituire occorrendo le locomotive sul piano inclinato dei Giovi. Senonchè, come bene aveva preveduto il Grandis, le locomotive dei Giovi riceverono nuovi ed importanti miglioramenti che ne accrebbero la potenza, e ridussero le spese d'esercizio. Ma quella invenzione non tardò, come tutti sanno, ad avere applicazione molto più importante ed estesa nella esecuzione della grande opera del primo traforo delle Alpi.

L'Autore prosegue la storia interessantissima dei primordi del grande traforo, e pone giustamente in bella luce come il Grandis tenesse sempre ad altissimo onore il servire lo Stato, ed a questo posponesse in varie occasioni ogni veduta di particolare interesse.

La capacità e la patriottica abnegazione del Grandis segnarono la loro più bella pagina nella storia della guerra per la redenzione d'Italia, quando il Grandis, recatosi alla stazione di Casale, per tre giorni e tre notti, senza tregua o riposo, diresse il grande movimento ferroviario che portando rapidamente dalla destra alla sinistra del Po il grosso degli eserciti alleati e tutto il materiale da guerra, preparò le vittorie di Palestro e di Magenta e la liberazione della Lombardia. Ma per lo sforzo intellettuale troppo prolungato e troppo intenso il Grandis veniva poco dopo assalito da violenta malattia cerebrale.

Sebbene le conseguenze di quella malattia obbligassero il Grandis a speciali riguardi, pure lo vediamo chiamato nel 1860 a studiare la questione dei diversi passi Alpini; e lo vediamo delegato a Napoli a prendervi la consegna delle ferrovie dell'ex-reame delle due Sicilie.

A 44 anni appena e dopo 18 anni soltanto di servizio, fu promosso Ispettore nel Genio civile. Egli tenne questa promozione ad altissimo onore; e quando per la cessione delle ferrovie dello Stato alla Società dell'Alta Italia, gli si presentava l'occasione di ricevere in quella Società un posto elevato e largamente retribuito, egli declinò l'offerta.

E così pure, quando i lavori del primo traforo delle Alpi, eseguiti per diversi anni in economia, erano così incamminati da potersi far proseguire per mezzo di appalti, il Grandis dichiarò che non intendeva lasciare la sua qualità di funzionario dello Stato per prender parte a quell'appalto. Le condizioni della sua salute facendosi cogli anni più precarie, chiese nel 1872 e finì per ottenere nel 1874 di potersi ridurre a vita interamente privata. Grazie all'assoluto riposo, e mercè le assidue, intelligenti ed affettuose cure della consorte, egli videseramente avanzarsi la vecchiaia, conservando lucidezza di mente, dolcezza di modi e fermezza di propositi.

E della rettitudine del suo animo diede il Grandis un'altra prova nell'atto di ultima volontà che egli scrisse di propria mano fin dal 1885. Dopo di avere assicurata alla degna sua consorte quell'agiatezza ch'egli le aveva procurata, dispose che le sostanze avute dall'eredità paterna ritornassero ai fratelli ed ai nipoti; ma i beni da lui acquistati coi frutti del proprio lavoro, volle assegnati in proprietà al comune di Borgo S. Dalmazzo, coll'obbligo di consacrarne i prodotti a mantenere alle scuole, dal ginnasio fino ad anni due dopo la laurea, giovani bisognosi e meritevoli di quel Comune.

Nel gennaio 1892 il morbo infettivo, che sotto il nome di *influenza* ha mietuto tante vittime, sparse pure quella nobile esistenza.

L'egregio ispettore Ferrucci termina la splendida sua commemorazione ponendo in bel rilievo la parte che il Grandis ha specialmente avuto nello studiare l'uso dell'aria compressa come forza motrice e nel farne la pratica applicazione. Questa parte risulta chiaramente tracciata in un manoscritto autografo del Grandis, stato pubblicato per cura della vedova, e di cui è appunto oggetto il cenno bibliografico che segue.

II.

Considerazioni tecniche ed economiche sul traforo delle Alpi. — Memoria inedita di Sebastiano Grandis, scritta nel 1858 in nome della Direzione tecnica del traforo. — Opera in-8° grande di pag. 58. — Tiratura di 400 copie. — Torino, 1893.

La signora Antonina Imberti, vedova Grandis, ha voluto rendere novella testimonianza di riverenza e d'affetto verso l'illustre suo marito dando alle stampe questa memoria, che trascritta tutta di mano del Grandis e pronta per la stampa, perfino colla data « Torino 1858 », era stata da lui, a differenza di tanti altri studi, diligentemente conservata. In questo scritto è riprodotta la relazione presentata al Governo nel 1856 per dimostrare la possibilità e la convenienza del traforo delle Alpi, ricorrendo all'aria compressa, coll'aggiunta dei risultati delle esperienze fatte e colla teoria del compressore a colonna d'acqua.

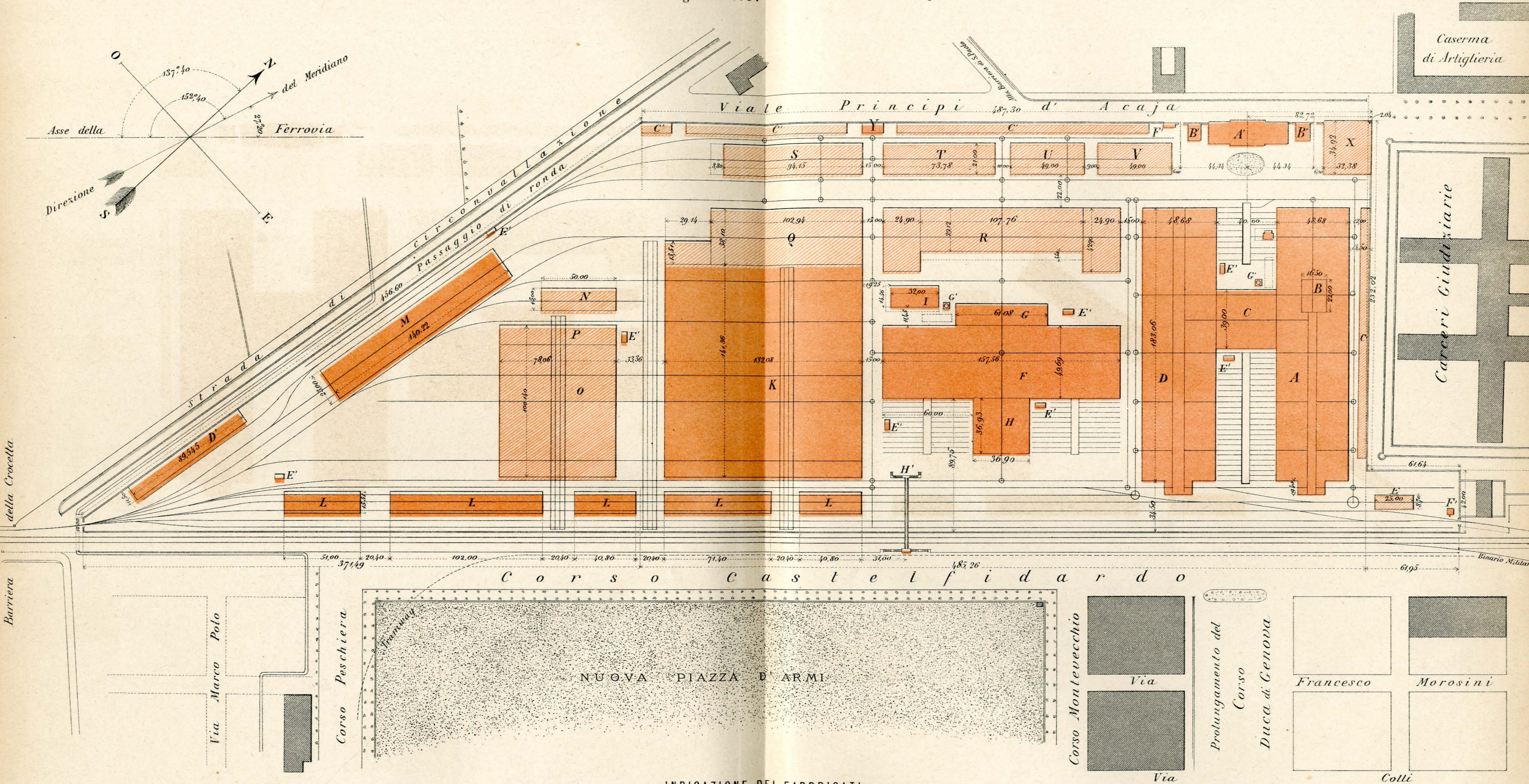
Ma non meno notevole in questa memoria è la parte polemica in cui il Grandis combatte e distrugge i dubbi e le obiezioni, che erano stati mossi, specialmente da alcuni scienziati francesi.

Ringraziamo in particolar modo la distintissima signora Grandis-Imberti di averci favorito copia di così prezioso documento.

G. SACHERI.

(1) Vedi: *Ingegneria Civile*, gennaio 1892, la necrologia di Sebastiano Grandis, pag. 15-16.

Planimetria generale. - Scala di 1 a 2500.



INDICAZIONE DEI FABBRICATI.

Nota - Le aree segnate con tinta rossa sono fabbricate; quelle tratteggiate in rosso sono da fabbricarsi.

- A Fabbricato calderai.
- B Chiodatrice idraulica.
- C Dipendenze officina calderai.
- D Fabbricato montaggio locomotive.
- E Pesa locomotive.
- F Torneria generale.
- G Annessi torneria.
- H Riparto ruote.

- I Fabbricato caldaie pei motori della torneria.
- K Grande sala per montatura veicoli.
- L Tettoie per piccole riparazioni veicoli.
- M Magazzino legnami.
- N Annesso al magazzino legnami.
- O-P Sala verniciatori e tappezzieri.
- Q Fabbricato segheria e falegnami.

- R Fucine, forni e magli.
- S Magazzino generale.
- T Annesso al magazzino.
- U Fonderia bronzi e sala prova materiali.
- V Deposito modelli e refettorio.
- X Sala lavorazione tubi rame.
- Y Fabbricato serbatoi d'acqua e bagni.

- A' Palazzina di Direzione.
- B' Casotti d'ingresso e portieria.
- C' Tettoie per deposito materiali.
- D' Tettoia materiali fuori d'uso.
- E' Cessi.
- F' Casotti.
- G' Camini.
- H' Passerella d'accesso dalla Piazza d'armi