

L'INGEGNERIA CIVILE

ED INDUSTRIALE

PERIODICO TECNICO

*Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.*

DOPO TRENT' ANNI!

Ai cortesi Associati,

Fin dal 1875, nel presentare per la prima volta ai lettori il nostro *programma*, ci dicevamo animati dal duplice desiderio di cooperare allo sviluppo dell'Ingegneria, ed al progresso delle Industrie nazionali.

Il titolo stesso del Periodico: *l'Ingegneria Civile e le Arti Industriali*, accennava al duplice scopo che ci eravamo proposti, ed alle persone a cui intendevamo indirizzarci.

Lo abbiamo scritto allora, e siamo lieti di potere oggi, a più forte ragione, ripeterlo:

« Sono in tutta Italia assai numerosi gli Ingegneri, i quali desiderano giovare delle cognizioni scientifiche ricevute, e prestare l'opera loro indefessa a vantaggio delle Arti, delle Industrie e della madre delle Industrie, l'Agricoltura.

« I più provetti hanno ben soventi bisogno di registrare per loro e di far noto ai colleghi, senza inutile sfoggio di erudizione o sviluppo di calcoli, epperò senza spreco di tempo, i risultati ottenuti e le difficoltà superate.

« I più giovani sono a loro volta ben lieti di scendere dal mondo ideale delle teorie e dei disegni in quello concreto delle opere realizzate e di conoscere le nuove vie che ogni giorno si schiudono alla loro operosità; i nuovi problemi che saranno chiamati a risolvere ».

E perciò questo nostro Periodico dichiarava di aprire senza reticenze le sue colonne ai primi, e di ritenersi non meno onorato di essere bene accolto e studiato dagli altri.

E soggiungevamo subito dopo:

« Anche gli Industriali intendono seriamente ad elevare sé stessi e le loro industrie all'altezza voluta dai nuovi destini. Essi più non dimenticano che le industrie ben avviate e fiorenti segnano il polso e la vita delle grandi nazioni. Ma l'esercizio di ogni singola industria ha d'uopo oggidì del concorso simultaneo di molte scienze, e soventi un industriale nella propria officina ha ben più da studiare che uno scienziato nel suo gabinetto ».

Ecco adunque la via che ci eravamo tracciata e su cui promettevamo di camminare « lavoratori indefessi, senza alcuna pretesa di raccogliere allori, ma colla lieta speranza di vederci continuata la benevolenza ed il compatimento di molte persone di merito ».

La diffusione del Periodico regolarmente avvenuta fin dal principio in ogni provincia d'Italia, ci confermava intanto nella speranza di riescire, anche da questo estremo punto della Penisola, a far opera seria e di interesse nazionale.

Ma se non mancarono fin da principio ed Ingegneri, ed Industriali, assai numerosi i primi, più scarsi i secondi, a rispondere con entusiasmo alla nostra chiamata, non perciò ci venne dato in quei primi anni di poter esplicitare in modo completo il su riferito programma: perchè gli Ingegneri seguitavano a domandarci disegni di case e villini, e tipi di ponti e viadotti per le strade economiche del Comune natio. Ed a loro volta gli Industriali d'allora non esprimevano che il desiderio di memorie, le quali mirassero alla diffusione dei loro Stabilimenti, ed alla *réclame* dei loro prodotti.

Questo stato di cose che rifletteva le condizioni dell'ingegnamento tecnico superiore di allora in Italia, venne modificandosi lentamente dapprima e poscia più celeremente. Così non tardò a manifestarsi anche in Italia la necessità di creare a fianco degli *Ingegneri civili*, gli *Ingegneri industriali*. Così le scoperte numerose, incessanti, della Chimica industriale, poco mancò non decidessero alla creazione di nuove Categorie, quali gli Ingegneri Chimici, i Minerari, i Metallurgici, i Sanitari, ecc.

I miracoli della Scienza dell'Elettricità nella produzione dell'energia, nella trasmissione a distanza e nella distribuzione alla grande ed alla piccola industria, nella illuminazione pubblica e privata, nella trazione su tramvie urbane, su ferrovie o sui corsi d'acqua navigabili, e le altre sue applicazioni non meno importanti, nè meno meravigliose, alla elettrochimica, alla metallurgia, all'arte medica ed all'igiene, ai servizi pubblici del telefono ed a quello della telegrafia senza fili, vennero oramai ad obbligare l'Ingegnere, a qualsiasi categoria di studi o di professione appartenga, a più non essere digiuno delle cognizioni speciali dell'Ingegnere elettrotecnico, mentre l'elettricità è riuscita a penetrare, sia pure a solo scopo di comodità e di eleganza, nelle nostre case, ed è venuta simpatica, ma tutt'altro che imponderabile, a pesare sulla bilancia della nostra economia domestica.

In mezzo a così fecondo risveglio di applicazioni della scienza ad ogni ramo di industrie, non poteva a meno di manifestarsi, in questi ultimi anni, anche in Italia, una vera generazione spontanea di molteplici pubblicazioni periodiche, o riviste speciali in ogni ramo dell'Ingegneria moderna, le quali tutte con nomi diversi hanno comune lo scopo di raccogliere e selezionare, ciascuna nel proprio campo

d'azione, quella serie oramai indefinita di notizie e di dati che invadono anche i giornali politici quotidiani, e di tenere in tal modo il professionista al corrente del movimento in quella tecnica dell'arte che più è a lui familiare.

Ma questi periodici, benchè giovani d'anni e dedicati ad un solo ramo di tecnica industriale, vedonsi ogni anno costretti ad accrescere il numero delle pagine e dei fascicoli, ed a rimpicciolire i caratteri, tanta è la mole delle cose che pubblicano e che non ammettono dilazione.

Noi siamo ben lontani dal disconoscere la utilità di queste numerose pubblicazioni, specialmente dedicate ad agitare la pubblica opinione ed a riscaldare le giovani menti a sempre nuovi e maggiori conati.

Ma per quanto fosse vivo in noi pure il desiderio di renderci interessanti al maggior numero di lettori, questo nostro Periodico non poteva lasciarsi trascinare dalla corrente comune e ridursi anch'esso ad una semplice cronaca, ad un notiziario delle invenzioni e delle opere eseguite.

Pur presentandoci, dopo trent'anni, col titolo del periodico leggermente modificato di INGEGNERIA CIVILE ED INDUSTRIALE, per stare in più esatta corrispondenza coi progressi odierni, essendochè ogni industria non è più solo un'arte, ma deve dirsi elevata oramai a dignità di scienza, — rimarremo fermi nel Programma propostoci trent'anni fa. Ed in quel modo stesso che nei primi dieci anni abbiamo dovuto precedere e quasi rimorchiare i più progressisti, ora che la spinta ha impresso alla massa generale tutta la forza viva di cui era il bisogno, noi continueremo a tener vigile l'occhio e ferma la mano a ciò che nella macchina in moto è l'organo regolatore, desiderando di mantenere in giusto equilibrio le trattazioni scientifiche colle applicazioni della tecnica industriale.

Lasciando ad altri la minuta opera di analisi, noi continueremo il modesto ma ben più utile lavoro di sintesi, ricordando quel che spesso andava ripetendoci l'immortale Galileo Ferraris, che le questioni tecniche sono anch'esse questioni di dare ed avere, e che è d'uopo assurgere sempre ai principî elementari della scienza, se vuolsi raggiungere nella ricerca e nel giudicare di nuovi metodi industriali o di nuovi apparecchi, la meta suprema che è sempre quella di spendere poco e di ricavar molto (1).

In questo lavoro di sintesi continueremo ad avere buon numero di collaboratori, assidui e volenterosi, perchè come noi, convinti ed animati dai medesimi ideali. Saranno con noi le migliori illustrazioni della Scienza applicata e dell'Ingegneria italiana, e ad esse continueremo a rivolgerci ed a chiedere aiuto di opera e di consigli, in ogni questione di ordine tecnico od economico intorno a cui credessimo venuto il momento di ragguagliare i nostri lettori o di illuminare la pubblica opinione.

La felice riunione testè avvenuta in una sola SOCIETÀ EDITRICE POLITECNICA di due Case editrici torinesi egualmente benemerite e care all'Ingegneria italiana, ci offre il

mezzo di proseguire con maggiore puntualità e maggior lena la nostra modesta, ma sempre più difficile, missione, ed offrendo a tutti gli Ingegneri, ed in particolare ai giovani esciti non è guari dalle fiorenti nostre Scuole di Ingegneria, in poche pagine condensato il frutto di coscienziosi studi e di assidue fatiche, ed in poche tavole il ricordo grafico di tutto ciò che potrà segnare una vera e nuova conquista nella scienza e nella pratica delle costruzioni moderne, nutriamo fiducia che essi vorranno seguirci numerosi, e cooperare con noi a mantenere sempre più elevato il prestigio dell'Ingegneria italiana, a diffondere in ogni città ed in ogni regione il progresso scientifico ed industriale, ed a ricambiare all'estero quell'eco vigorosa che a noi tramandano le scienze e le arti industriali da tutte le parti del mondo, per mezzo dei loro più pregevoli e divulgati periodici tecnici.

Gennaio 1906.

G. SACHERI.

COSTRUZIONI CIVILI

EDIFICIO PROVVISORIO IN LEGNO PER IL PANORAMA

DELLA BATTAGLIA DI TORINO NEL 1706

(Veggasi la Tavola I)

La città di Torino annovera fra i fasti memorandi della sua storia, l'assedio valorosamente sostenuto nel 1706 per ben 117 giorni e fino al 7 settembre, in cui il generale francese La Feuillade, coll'esercito assediante, veniva cacciato dagli alleati Austro-Piemontesi comandati dal principe Eugenio di Savoia e dal Duca Vittorio Amedeo II.

In mezzo alle splendide visioni che ricordano l'indomita virtù della città assediata e i prodigi di valore compiuti dagli eserciti combattenti, belle di eroismo ed irradiate dall'aureola della vittoria si levano le grandi figure di Vittorio Amedeo II e di Eugenio di Savoia, e fra esse non meno gloriosa appare quella di Pietro Micca, l'umile minatore che al sentimento del dovere fece impavido e sicuro il sacrificio della vita.

Torino, che sente nella sua anima italiana tutta la grandezza di quegli avvenimenti, e che con memore affetto si reca ogni anno ad acclamare l'eroe popolare di fronte agli antichi baluardi, ove il magistero artistico del Cassano seppe trarre in bronzo l'immagine sua, e, che, associando al sentimento patriottico il culto della leggenda religiosa, benedice al voto di Sopperga, ha divisato di celebrare, dopo 200 anni, la commemorazione di quegli avvenimenti con quella pompa maggiore che sia pari all'altezza dei suoi sentimenti e degna d'Italia; ed è pure giusto che la Nazione intera abbia per la prima volta, dopo la conquistata unità, ad associarsi alla commemorazione di fatti d'armi gloriosi, i quali ebbero la virtù di richiamare, sotto il dominio dei Principi di Savoia, le maggiori città del Piemonte, donde il ricomporsi di quel primo nucleo di forze nazionali che valse a respingere le in-

(1) GALILEO FERRARIS, « Cinque Conferenze sulla illuminazione elettrica », *Ingegneria Civile*, anno 1879 a pag. 76.

cursioni straniere e a preparare il sospirato avvento della unità italiana.

Ad illustrare gli episodi principali di quelle giornate, mentre la Deputazione di Storia patria sta provvedendo ad una serie di conferenze, il Comitato per la commemorazione bicentenaria, costituitosi sotto la presidenza dell'onorevole avv. Tommaso Villa, trovò utile la pubblicazione (1) di una narrazione esatta e fedele degli avvenimenti che determinarono il conflitto coi nostri vicini di Francia, delle varie fasi colle quali esso si svolse, del modo con cui fu condotto l'assedio, e dell'animosa opera di ogni classe di cittadini nell'assecondare con indicibili sofferenze le sagge disposizioni del Principe e le coraggiose difese degli armati.

E poichè nella chiesa della Madonna di Campagna stanno raccolte le salme di parecchi degli ufficiali francesi caduti sul campo di battaglia, fra le quali quella del maresciallo Marsin, e nel terreno della mischia sono tuttora qua e là confuse le ossa dei combattenti, ora vincitori ed ora vinti, pensò il Comitato fosse un sacro dovere di erigere alle salme di quei valorosi un più degno sepolcro, e raccogliere in due *Ossari* le reliquie che giacciono tuttora insepolti, invitando i nostri vicini di Francia di venire a porgere un concorde tributo di ammirazione e di affetto ai caduti, circonfusi ora da una sola aureola di gloria.

In un complesso programma di festeggiamenti per la commemorazione bicentenaria, fu pure stabilito che un *Panorama* dell'assedio e della battaglia, al quale avessero a lavorare i più illustri dei nostri artisti, richiamasse agli occhi del popolo la visione dei fatti più notevoli della giornata del 7 settembre 1706.

*

Non è cosa tanto comune l'avere ad apprestare un edificio di carattere provvisorio, il quale risponda a tutte le condizioni di statica, di fisica, di prospettiva e d'ottica richieste per la perfetta riuscita, soprattutto dal lato artistico, di un panorama, ed è perciò che abbiamo creduto di farne oggetto della presente Memoria descrittiva, registrando, coll'aiuto della tavola annessa, tutti i dati occorrenti alla sua costruzione.

In realtà non trattavasi che di offrire il mezzo di stendere verticalmente e tutto in giro, in un edificio circolare di circa 40 metri di diametro, una tela dipinta, dell'altezza di circa 13 metri, sulla quale fosse rappresentata in prospettiva tutta la località col fatto d'armi di cui si disse, e possibilmente colle figure sul prim'innanzi grandi al vero.

Al centro del grande tamburo doveva poi elevarsi una piattaforma a conveniente altezza, alla quale avesse ad accedere, con opportune scale, il pubblico per godere lo spettacolo degli oggetti rappresentati, come se da un luogo elevato potesse scoprire in giro tutto l'orizzonte.

La luce in questo genere di edificio deve piovere dall'alto ed assai abbondante, ma senza che l'osservatore scorga di

dove essa venga, e così pure vogliansi celati ad arte i margini della tela.

Regolando l'altezza della piattaforma colla linea d'orizzonte del grande quadro, riempiendo lo spazio di terreno fra la piattaforma e la tela di simulacri, imitando avvallamenti e strade, e piante ed uomini e cavalli fatti in plastica a tutto rilievo e regolati nelle dimensioni, si riesce ad ottenere che l'occhio dell'osservatore vada dagli oggetti in rilievo al quadro e provi l'illusione di vedere in distacco anche le cose dipinte, e di trovarsi in luogo aperto, dinanzi ad uno spazio di parecchi chilometri di distesa.

*

La prima idea di codesto genere di spettacoli, chiamati *panorami*, e di carattere veramente artistico, è dovuta al tedesco prof. Breysig, di Danzica, sulla fine del secolo decimottavo. Lo scozzese Roberto Barker li introdusse in Inghilterra, ad Edimburgo, nel 1793; e l'americano Fulton, in Francia, nel 1804.

Ma col progresso del tempo questo genere di spettacoli andò perfezionandosi e modificandosi, assumendo poi nomi diversi: come il *diorama*, che è un quadro plastico di dimensioni limitate e con studiati effetti di luce, e le altre filiazioni come il *cosmorama*, il *georama*, il *neorama*, lo *steorama*, ecc.

E così col tempo si posero le tele dipinte in movimento, presentando i paesaggi, i monti, le riviere fuggenti allo sguardo come quando uno trovasi a viaggiare in treno od in battello (*Pleorama*, *Cineorama*, *Mareorama*, ecc.).

La città di Parigi è quella dove gli spettacoli a base di tele panoramiche sono più frequenti. Vi sono colà fabbriche speciali di grandi tele da dipingere, ed artisti di vaglia, i quali si dedicano a codesto speciale *sport* della pittura. E sono particolarmente celebri il panorama della Bastiglia e quello della battaglia di Jena (pittore Poilpot). Uno dei più recenti è la battaglia di Champigny, opera pregevolissima del celebre Détaillé, le cui dimensioni sono presso a poco quelle del panorama di cui stiamo occupandoci.

*

La esecuzione del Panorama della battaglia di Torino del 1706 venne affidata ad apposita Commissione, composta del pittore Grosso, degli scultori Calandra e Bistolfi e dell'architetto ing. Brayda, artisti tutti di ben noto valore, ai quali venne pertanto affidata anche la cura della parte storica per le armi, i costumi, e tutti gli accessori dell'epoca.

I disegni dell'edificio, sia dal lato costruttivo, che da quello della decorazione architettonica nella facciata d'ingresso, furono studiati dall'ing. Riccardo Brayda, il quale ebbe pure la direzione di tutti i lavori.

Come dalla Tavola annessa appare, l'edificio consta di un grande ambiente avente la pianta di poligono regolare di 24 lati, inscritto in un cerchio di 40 metri di diametro, chiuso da pareti verticali dell'altezza di 15 metri, e coperto da tetto a padiglione. Dal culmine del tetto nel centro al pavimento sono 20 metri d'altezza.

L'ossatura delle pareti di perimetro consta di 24 piantoni di legno, o piedritti, della sezione trasversale di metri 0,25

(1) *Tre anni di guerra e l'assedio di Torino del 1706*. — Narrazione storico-militare di PIETRO FEA. 1 vol. in-8° di 380 pagine, con figure nel testo e 4 tavole litografate. Roma, E. Voighera, editore, 1905.

per m. 0,40, ma formata da due travi accoppiate e tenute strette da chiavarde, entrambi della larghezza di m. 0,25 e dello spessore l'una di 0,28 e l'altra di 0,12.

Anche nel senso dell'altezza, dette travi non sono in un sol pezzo. Questi piedritti penetrano nel suolo a profondità variabile da m. 0,80 a m. 3, secondo il declivio del terreno (giardino del Valentino presso il corso V. E.) nel quale l'edificio è stato collocato; posano sul fondo sopra di una lastra di pietra e sono per tutta la profondità circondati da calcestruzzo.

I 24 piedritti sono collegati in diversi punti di loro altezza da una serie di traverse orizzontali di $0,10 \times 0,12$, ed alla loro estremità superiore trattenuti da 24 travi più robuste, di $0,12 \times 0,25$, con boloni.

Contro di queste traverse è appoggiato esternamente un assito continuo che costituisce le pareti verticali di chiusura dell'edificio ed è formato di tavole verticali di m. 5 di lunghezza, dello spessore di cent. 2 e di larghezza variabile da 25 a 30 cent., con listelli di coprighiunto.

La copertura è sorretta da 24 incavallature in legno, aventi la forma di triangolo rettangolo, e disposte radialmente, in modo da poggiare per un estremo sui piedritti di perimetro e per l'altra estremità sopra di un pilastro centrale.

Questo pilastro centrale, di legno larice, che ha sezione trasversale quadrata, di m. 0,50 di lato, e l'altezza totale di m. 23, essendo infitto nel suolo per la profondità di m. 3,30, consta di due travi unite di punta, con calettatura od incastro a dadi diagonalmente opposti, che si estende per la lunghezza di m. 2, opportunamente consolidata da chiavarde e fasciature di lamiera. Questo sistema di giuntura è stato pure adottato per i 24 piedritti di perimetro, limitando però la calettatura a m. 1,12 di altezza.

Il pilastro centrale è reso ancora più robusto da un rivestimento di tavoloni inchiodati, dello spessore di 12 centimetri, per cui la sezione trasversale del pilastro risulta un quadrato di m. 0,74 di lato.

Dal nostro disegno rilevasi abbastanza chiaramente la struttura delle incavallature a ritti verticali e diagonali nei due sensi, ed il saettone che fa da puntello a ciascuna incavallatura.

Questi 24 saettoni appoggiano e vicendevolmente si contrastano sopra di un manicotto di ghisa, fatto di due pezzi fra loro inchiodati e che abbraccia il pilastro centrale, sostenuto da quattro mensole di legno fissate al pilastro medesimo.

Le catene delle incavallature appoggiano sopra di un altro anello di ghisa, in un sol pezzo, infilato preventivamente nel pilastro, la cui sezione è nel tratto estremo alquanto ridotta. Ed infine i puntoni fanno capo anch'essi ad un cappello terminale, pure di ghisa, con alette radiali, e sono due a due, secondo uno stesso diametro, riuniti con lamine e chiodi.

Altro collegamento di tutte le incavallature tra loro è dato da due fasciature, l'una in alto e l'altra in basso, che trovansi segnate sulla fig. 2 della Tavola annessa, fatte con

fune metallica, che allaccia i ritti verticali più vicini al pilastro centrale.

La copertura è costituita da feltro impermeabile disteso sopra di un semplice tavolato inchiodato sugli arcarecci; ma essa è interrotta per una zona anulare *l*, dell'altezza di m. 4,50 che deve compiere l'ufficio di lucernario. I vetri rigati dello spessore di 6 a 7 mm. poggiano sopra ferri a 1 (di m. 0,06) disposti come vedesi sulla proiezione orizzontale, e fissati alle due estremità e nel mezzo di loro lunghezza su robusti arcarecci. Non occorre dire che sono state adottate le disposizioni necessarie perchè il tavolato col feltro sfiori superiormente la superficie vetrata, la quale è alle due estremità a contatto con lastre di ferro zincato per maggiore garanzia in caso di piogge e temporali.

Questo lucernario, che come si disse, non è visibile ai visitatori, reca dalla parte interna un velario continuo di percallo che trasmette una luce bianca uniformemente diffusa e raccoglie l'umidità che può condensarsi sui vetri.

Sei aperture rettangolari *v*, con coperchio a sportello, apribile con leve ad angolo per mezzo di fili metallici che fanno capo ad opportune maniglie *m* situate contro il pilastro centrale, e richiudentesi per proprio peso, funzioneranno da sfiatatoi nei mesi più caldi. Quelle aperture serviranno per intanto al passaggio di operai per lo sgombrò eventuale della neve, avendo il tetto pendenza così poco pronunciata da potersi camminare sopra senza difficoltà.

La erezione di quest'edificio non richiese nè ponti di servizio nè impalcature provvisorie. I piedritti si drizzarono col mezzo dei così detti falconi, dopochè vi si erano inchiodati i gattelli destinati a sostenere le traverse. Le traverse più basse servivano ai carpentieri di appoggio per arrivare a fissare quelle immediatamente superiori. E le incavallature vennero composte a terra prima della loro messa in opera.

*

Veniamo ora alle parti accessorie dell'edificio.

La piattaforma circolare *o* che è destinata agli spettatori, ha 10 m. di diametro ed è protetta da robusta ringhiera tutto all'ingiro e verso i vani delle scale d'accesso; è sostenuta da 8 piantoni a squadra viva, di $0,20 \times 0,20$, sulla cui testa posano altrettante travi orizzontali disposte nel senso dei raggi e trattenute a destra e sinistra da saette, come vedesi dalla fig. 2 della Tavola annessa.

Il pilastro centrale per un'altezza di 10 m. apparisce trasformato in una colonna cilindrica di m. 1,06 di diametro, e attorno ad essa si sviluppano due simmetriche scale a chiocciola, pure di legno, l'una per scendere e l'altra per salire, della larghezza di m. 1,05. La pedata media dei gradini è di m. 0,263; la loro altezza di m. 0,18. Ed abbiamo per ogni scala solo 25 alzate, superanti così un livello di m. 4,50, poichè per non dare troppo sviluppo a codeste scale, l'architetto ebbe l'accorgimento di tenere in salita il piano dei due corridoi gemelli dalla porta d'ingresso alle scale, per mezzo di un terrapieno trattenuto da muricci di sostegno di m. 0,25 di spessore, guadagnando così m. 1,50 in altezza.

Due simmetriche aperture per l'ingresso e l'uscita degli

spettatori, di m. $1,20 \times 2,50$ di luce, fanno capo al doppio corridoio di accesso alle scale. I due corridoi sono separati da steccato di tavole, e così pure le scale restano racchiuse in un disimpegno ottagonale, convenientemente tappezzato, mentre con altri assiti sussidiari sono separate le scale medesime ed è formato raccordo di invito col duplice corridoio.

Il soffitto di questo corridoio dalla parte esterna dovrà essere celato con accorgimento, con una costruzione in rilievo, ad esempio, che raffiguri una rupe, un casolare smantellato e simili.

Nello spazio anulare che resta tra la piattaforma per gli spettatori e la tela dipinta *t*, trovasi disposto uno speciale impalcato, che sul disegno è schematicamente segnato dalla retta in pendenza *ii*, sul quale devesi venire a rappresentare in rilievo il terreno dell'azione, con tutte le sue accidentalità e tutti gli oggetti modellati in plastica: alberi, casolari, rovine, carri e cavalli, soldati, artiglierie, ecc., vale a dire il campo di battaglia. La tela rappresenterà lo sfondo della scena, la città, i suoi colli, le sue fortificazioni e in lontananza la maestosa catena delle Alpi. Il sole sarà supposto coperto; una luce diffusa uniformemente modellerà anche meglio le figure, senza violenti contrasti di ombre e di riflessi.

Il margine dell'impalcatura *ii*, mascherato da terriccio od altro, è così tracciato che un osservatore collocato in piedi sulla piattaforma non possa vedere l'orlo inferiore della tela panoramica, come non ne può scorgere quello superiore, essendone impedito dalla convessità della stoffa scura *ss*, che al disopra della piattaforma, a guisa di grande ombrello rovescio fa baldacchino, ed è raccomandata da una parte all'orlo superiore del pilastro centrale, e dall'altra ad un cerchione *cc* di legno, tenuto sospeso da corde metalliche, le quali scendono dalle capriate in vicinanza del lembo superiore del lucernario *l*. A questo cerchione di legname è anche fissato lo schermo verticale di percallo bianco *rr* destinato a riflettere tutto in giro la luce che piove dal lucernario sulla tela panoramica *t*. Per tal modo lo spettatore rimane, per effetto della stoffa pensile di colore oscuro, in un ambiente semioscuro di raccoglimento mentre risulta più vivo, in piena luce ed aria, il panorama dipinto.

*

La tela su cui sarà poi dipinto il panorama viene ad essere distesa su di una superficie cilindrica del diametro di m. 38,20, e dell'altezza di m. 13. La sua distanza dall'occhio dello spettatore, secondo le disposizioni adottate, non dev'essere mai meno di m. 14 così da produrre la stessa illusione dei migliori scenari dei teatri moderni.

La tela che è continua presenta uno sviluppo circolare di circa metri 120, e quindi una superficie da dipingere di mq. 1560. Essa è un tessuto compatto di lino, e giunse da Parigi già cucita; le cuciture sono disposte verticalmente e distano tra loro di m. 3,05. Fu pagata 5000 lire. In corrispondenza del corridoio gemino ne fu tolto un pezzo di m. $2,40 \times 2,50$.

Inferiormente essa termina a guaina per ricevere un tubo metallico di un certo peso; superiormente è inchiodata al

margine sagomato circolarmente di una tavola orizzontale *aa*, sorretta da mensole di legno, come appare dal disegno.

Lungo l'orlo inferiore della tela, oltre al tubo metallico, sono attaccati dei pesi per distendere il più possibile la tela e far sì che non ceda sotto la pressione del pennello.

Nella pittura si useranno colori ad olio dopo una prima preparazione a colla; notiamo intanto che per effetto di questa prima coloritura, la tela subì un allungamento in senso verticale, per cui fu rfilata nel lembo inferiore, ed assunse una superficie alquanto rigonfia, colla convessità verso l'interno dell'ambiente.

A facilitare l'opera dei pittori si costruì un ponte di servizio *p* a diversi piani su carrello scorrevole su di apposito binario *ff*, che fa il giro completo parallelamente alla tela *t*. Il ponte è smontabile; il binario è destinato a rimanere per eventuali lavori di ritocchi o di riparazioni.

*

La vista esterna del grande capannone panoramico non può essere molto estetica, trattandosi di far cosa economica e provvisoria. Tuttavia molto opportunamente si pensò a trar motivo del bisogno di una sala d'aspetto e di locali accessori per l'ingresso dei visitatori, per dare al bene acconcio vestibolo una facciata che stesse in carattere colla destinazione dell'edificio.

Sulla piattaforma non potendo stare utilmente più di 80 spettatori alla volta, nei momenti di folla, e specialmente nei giorni festivi, il vestibolo sarà assai efficace.

Dei due gabinetti a lato dell'ingresso uno serve per l'ufficio dei biglietti (B), l'altro come corpo di guardia (G).

Il salone d'aspetto (S) servirà anche per la mostra dei bozzetti che servirono pel panorama e di vari documenti relativi all'assedio di Torino. Adiacenti al vestibolo sono altresì due giardinetti, limitati dallo steccato poligonale che cinge l'area occupata dal grande padiglione.

La facciata d'ingresso a questo vestibolo riproduce la porta e la cinta laterale di uno dei castelli nei dintorni di Torino, più precisamente quello di Lucento, dei quali si giovarono le soldatesche franco-spagnuole durante il periodo dell'assedio per difendere i loro trinceramenti. Il castello fu assai danneggiato dalle artiglierie nel giorno della battaglia, e la facciata lo figura appunto al domani della gloriosa giornata, col frontone per metà caduto, colle bugne delle colonne squarciate dai proiettili, con alcune palle da cannone confitte nelle pareti, il ponte levatoio spezzato. A destra e sinistra le mura o bastioni in parte rovinati, ricolmati il fosso, ed abbattuto il ponte per effetto delle mine fatte scoppiare dai francesi prima di abbandonare il castello (V. fig. 1).

I muraglioni a scarpa hanno un rivestimento di veri mattoni; il resto della facciata è simulato con armature di legno e stuoie ricoperte di cemento.

L'architettura della porta appartiene al secolo XVII e richiama alla mente la maniera dei Castellamonte.

La porta di legno guarnita di chiodi conta realmente due secoli di vita. Il grande stemma in plastica, di Vittorio Amedeo II, attorniato da attributi guerreschi, fu modellato dallo scultore Borgogno.

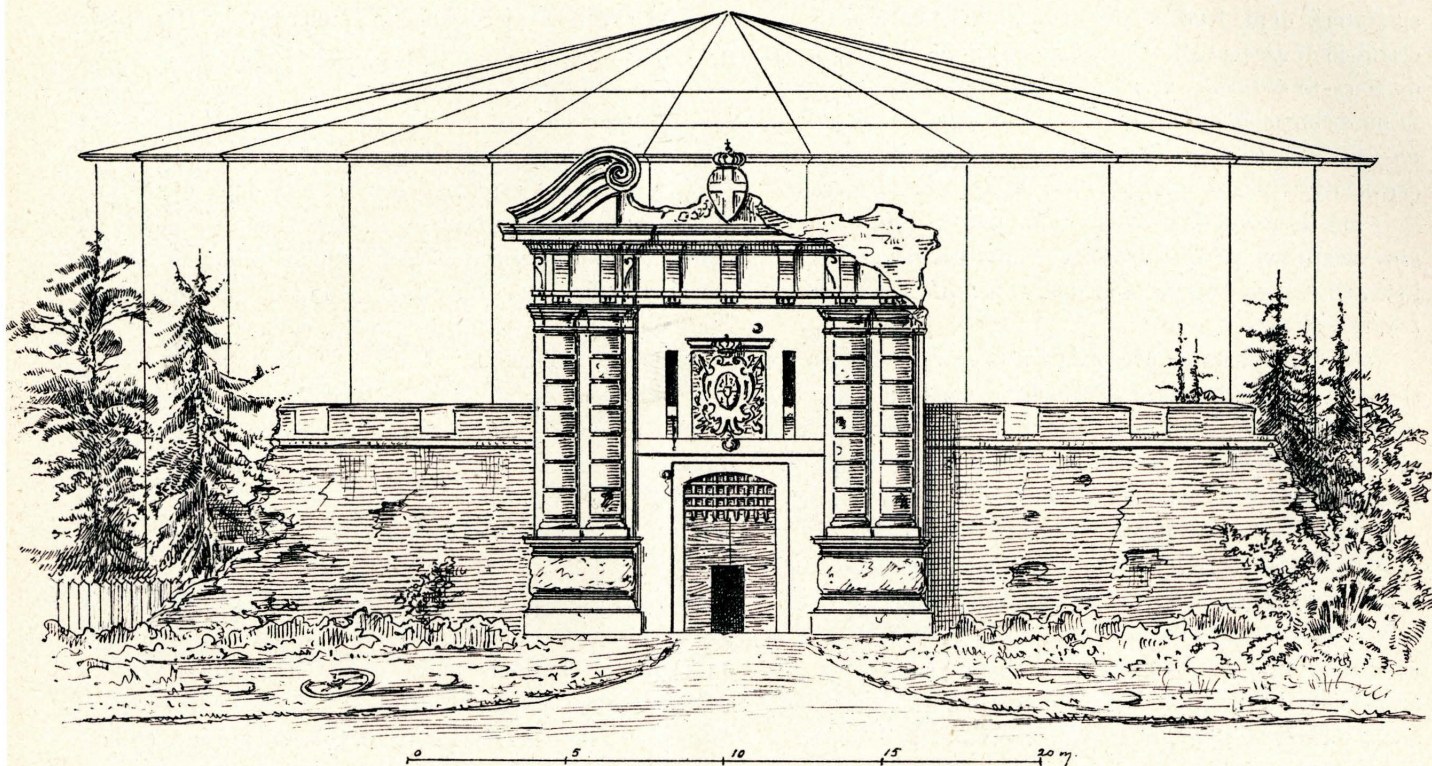


Fig. 1. — Facciata d'ingresso al Panorama della battaglia di Torino nel 1706.

*

L'appalto per la costruzione, l'esercizio ed il disfaccimento dell'edificio panoramico fu assunto dal capo carpentiere Nicola Gribaudo, che ha fama di esperto e di audace, e che in questi ultimi mesi si è assai distinto nella costruzione arrischiata dei ponti di servizio intorno alla cuspide della Mole Antonelliana, necessari alla rimozione dei ruderi abbattuti, coll'Angelo terminale, dall'uragano dell'11 agosto 1904, ed alla ricostruzione delle nuove opere di finimento sulle quali è venuto di questi giorni a brillare al sole co' suoi riflessi dorati lo stellone d'Italia.

Il Gribaudo nell'edificio panoramico ha adoperato tutto larice d'America (pitch-pine). Il costo dell'edificio, o meglio del suo nolo per trenta mesi, ascende a L. 24 500, non compresa la impalcatura su cui deve sorgere il campo di battaglia.

La facciata e suoi accessori venne preventivata in L. 9000.

Il compenso ai signori artisti per l'opera loro personale di studi preparatori, disegni di progetto e di esecuzione, per quella dei loro aiutanti, pittori, scultori ed operai, come pure per le spese necessarie per ricerche, viaggi, rilievi, acquisto delle tele, colori, vernici ed ogni altro materiale di armi, abiti, ed attrezzi e circa un centinaio di figure modellate e costumi relativi, nulla escluso in una parola di quanto sia necessario per dare l'opera in tutto e per tutto compiuta, come pure per l'assicurazione contro gli incendi e contro gli infortuni degli operai e dipendenti, fu fissata *à forfait* nella somma di lire 58 000, della quale somma, diminuita delle lire 5000, da anticiparsi per l'acquisto della tela, si formarono dodici rate mensili, pagabili agli artisti a comin-

ciare dal giorno in cui si è incominciato il lavoro artistico loro affidato.

L'opera dovrà essere consegnata compiuta al Comitato prima del 1° maggio 1906.

Senza le spese di sorveglianza e di esercizio, il Panorama della battaglia di Torino nel 1706, verrà quindi a costare al Comitato della Commemorazione bicentennaria L. 91 500.

A. FRIZZI.

IDRAULICA PRATICA

L'ARIA NELLE CONDUTTURE D'ACQUA (1)

Non di rado si verificano nel funzionamento delle condutture d'acqua degli inconvenienti, anche assai gravi, la cui causa non sempre è facile da scuoprire, e che sono dovuti alla presenza nelle condutture stesse di accumuli d'aria. L'efflusso riesce inferiore a quello calcolato, e spesso in notevole proporzione, oppure è saltuario; quasi come se un ostacolo solido ostruísse la condotta.

Non avendo trovato nei trattati più noti una completa esposizione di questi fenomeni, ed istruzioni precise sul modo di evitarli, ho creduto che potesse essere gradito ai miei colleghi di conoscere qualche osservazione che ho avuto campo di fare al riguardo.

Per vedere come l'aria, così mobile e compressibile, possa

(1) Dagli Atti della Società degli Ingegneri ed Architetti in Torino, anno 1905.

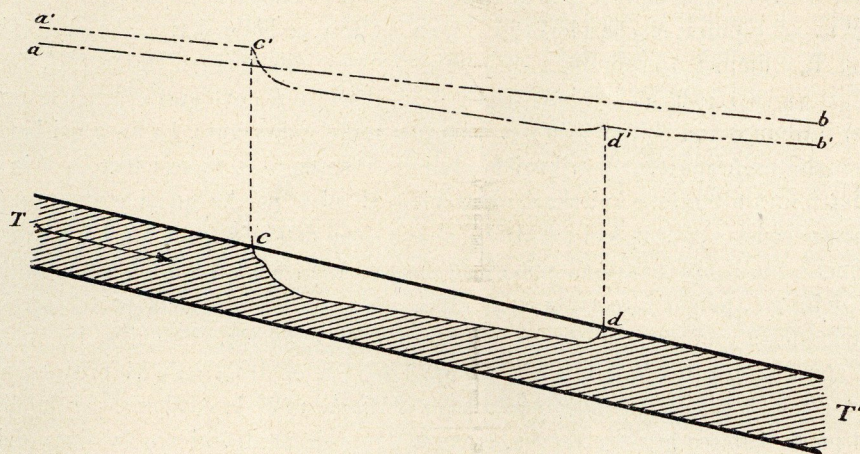


Fig. 2.

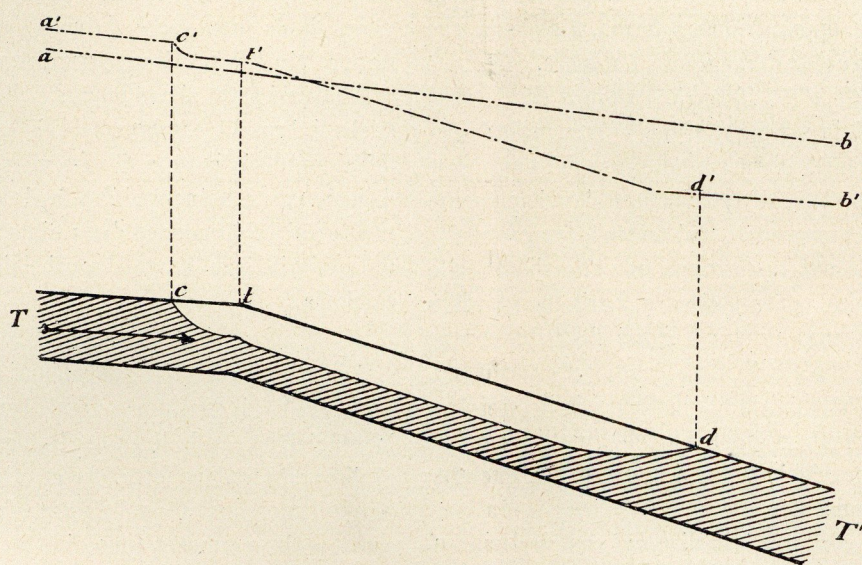


Fig. 3.

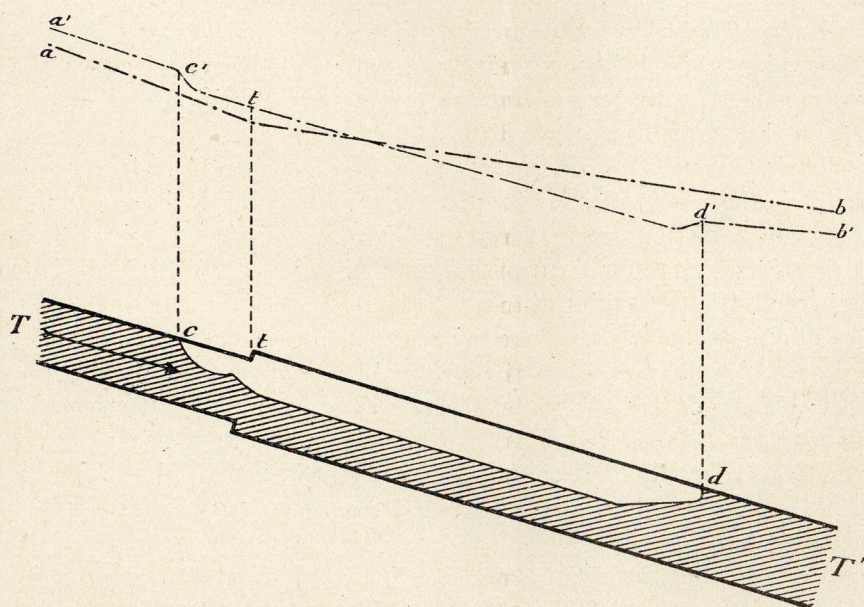


Fig. 4.

opporre una notevole resistenza al moto dell'acqua, senza essere tosto trascinata ed espulsa, si consideri (fig. 2) un tratto di tubazione $T T'$ a diametro costante, a cui competerebbe, quando funzionasse regolarmente, una *linea dei battenti* ab ; se vi si introduce una bolla d'aria cd , il moto dell'acqua non sarà più uniforme; la distribuzione delle pressioni nella condotta sarà alterata, e la linea dei battenti prenderà un andamento come $a' b'$, in cui i tratti $a' c'$ e $d' b'$ saranno rettilinei e fra di loro paralleli, ma meno inclinati, in generale della ab , perchè la portata sarà diminuita; di più, e per la stessa ragione, $a' c'$ starà al disopra di ab , mentre $d' b'$ starà al disotto. Il tratto $c' d'$ comincerà con una brusca depressione, corrispondente alla strozzatura che in quel punto subisce la vena aquea, ed avrà nel resto una forma curva, che non è qui il caso di determinare.

La bolla d'aria si muoverà pel verso del moto dell'acqua o pel verso contrario, oppure rimarrà ferma, a seconda che la pressione a monte cc' sarà maggiore, o minore, od eguale alla pressione a valle dd' . Si avrà sempre il primo caso quando la condotta è in salita od almeno orizzontale; perchè la linea dei battenti, inclinata nel senso del moto dell'acqua, va avvicinandosi alla condotta, e l'avvicinamento diventa ancora più pronunciato nel tratto occupato dalla bolla. Quindi, se la condotta continua fino allo sbocco dello stesso diametro e senza contropendenze, l'aria non tarderà ad essere eliminata, senza produrre gravi disturbi. Anche se la condotta è in discesa lo stesso caso può verificarsi, purchè la linea dei battenti sia più inclinata della condotta. In queste condizioni però vi è pericolo che, moltiplicandosi le bolle d'aria, la linea dei battenti si alteri così da renderne lenta e difficile l'espulsione.

Quando invece la condotta è in discesa, con declivio superiore a quello della linea dei battenti, facilmente avviene che dd' sia maggiore di cc' od uguale ad esso; che cioè la bolla si muova a ritroso della corrente dell'acqua, oppure stia ferma. E quest'ultimo e peggiore caso dell'equilibrio delle due pressioni, che sembrerebbe debba essere eccezionale, si produce invece assai sovente. Infatti, se la bolla comincia a muoversi contro corrente, si accorcia ed ingrossa; cresce la resistenza opposta al moto dell'acqua, cresce cioè la pressione a monte e diminuisce quella a valle, tendendo ad annullare quello squilibrio che è causa del movimento. Se invece la bolla è trascinata dall'acqua, si assottiglia ed allunga, facilitando il ristabilirsi dell'equilibrio fra le due pressioni. In pratica, solo con condotte assai inclinate ed a linea dei battenti poco declive (cioè con piccole velocità) l'aria può risalire a scaricarsi all'origine; e solo con condotte quasi orizzontali ed a forte perdita di carico (ossia a forte velocità) l'aria può essere trascinata allo sbocco. Nei casi medi si potranno formare degli accumuli d'aria più o meno importanti e permanenti, con riduzione della luce utile, e quindi della portata della condotta.

L'aria può poi accumularsi e ristagnare in considerevole volume nei punti dove la condotta da acclive diviene declive, o dove la sua inclinazione cresce notevolmente. Così

nella tubazione $T t T'$, (fig. 3) per le considerazioni svolte, tanto le bolle d'aria che si trovino nel tratto $T t$, quanto quelle esistenti nel tratto $t T'$, tenderanno a portarsi verso il punto t , dove potrà formarsi progressivamente un accumulo importante. La linea dei battenti, dopo una prima discesa da c' in t' , scenderà da t' in d' , quasi parallelamente al tubo, perchè quasi costante nei vari punti sarà la pressione dell'aria formante l'accumulo. L'acqua tra t e d scorrerà sul fondo del tubo, come in un canale a pelo libero; e sarà perduta tutta la parte corrispondente della pendenza della condotta, che può salire anche a parecchi metri.

Un effetto simile si produce nei punti in cui cresce il diametro della condotta, per la diminuzione di pendio che in tali punti subisce la linea dei battenti (fig. 4). Per contro, i punti in cui la pendenza diminuisce, o si restringe il diametro, non sono favorevoli alla formazione di accumuli d'aria considerevoli; perchè le bolle che vi possano giungere, sia da monte che da valle, trovano delle condizioni sempre più favorevoli a proseguire per lo stesso verso.

Analogamente ai cambiamenti di pendenza o di diametro, anche i bruschi cambiamenti di direzione, le irregolarità della superficie interna dovute ai giunti ed agli apparecchi di manovra, e le inevitabili piccole ondulazioni nell'allineamento dei tubi, possono determinare la formazione di accumuli d'aria, con grave disturbo del funzionamento della condotta.

*

Ad evitare questi inconvenienti possono servire in un certo grado gli sfiatatoi; purchè, bene inteso, sia soddisfatta la condizione che la linea dei battenti rimanga interamente al disopra della condotta, che cioè in questa la pressione sia sempre superiore a quella atmosferica. Le considerazioni sopra svolte permetteranno di determinare i punti in cui si debbono collocare. Quanto al modo di costruirli, si dovrà scegliere, secondo i casi, fra: i tubi piezometrici, che sarebbero i più sicuri, ma non sono sempre possibili; i robinetti di spurgo, servibili solo per condotte bene sorvegliate ed in cui l'inconveniente non si verifichi che eccezionalmente; e gli apparecchi automatici, non privi di inconvenienti, come tutti i meccanismi non permanentemente controllati.

Ma evidentemente si dovrà anzitutto cercare di disporre le condotte in modo che l'aria difficilmente vi possa entrare, e tenda ad eliminarsi rapidamente quando sia entrata.

L'aria può entrare nelle condotte in più modi. Potrebbe avere accesso da giunti imperfetti in un tratto di condotta che si trovi al disopra della linea dei battenti; ma una simile disposizione si deve sempre evitare. Rimane sempre dell'aria in una condotta quando la si rimette in carico dopo averla svuotata per una riparazione, od altri lavori, come di frequente accade nelle reti di distribuzione; ma si tratta di cosa transitoria, e sempre prevedibile, cosicchè vi si può facilmente provvedere con semplici robinetti di spurgo. Nelle condutture speciali per acque luride e soggette a fermentare, possono svolgersi, anche in grande abbondanza, dei gas; ed importa quindi di provvedere con speciale cura

al loro sfogo. Anche in condotte d'acqua pura può svolgersi molta aria, se l'acqua vi è forzata mediante pompe; perchè queste generalmente sono accompagnate da camere d'aria, in cui l'acqua si satura d'aria disciolta sotto pressione, che facilmente viene abbandonata in quelle tratte della condotta dove regni una pressione minore. Quindi anche questo genere di condotte deve essere bene studiato sotto questo riguardo.

Ma più comunemente l'aria entra nelle condotte dall'origine, non solo quando l'imbocco del tubo rimane scoperto, ma più spesso sotto forma di minute bollicine trascinate dai vortici che si formano nella camera di carico, le quali poi possono raccogliersi in bolle più grandi ed in accumuli importanti ove vi si prestino il profilo e le disposizioni della condotta. Sarà quindi da raccomandare che la camera di carico sia ampia e profonda, sicchè l'acqua si conservi calma; e che l'imbocco della condotta, pur rimanendo alquanto sollevato sul fondo, sia sempre soggetto ad un notevole battente.

Queste condizioni non sono però facili ad essere soddisfatte in modo sicuro; e salvo che la quantità d'acqua disponibile ecceda costantemente quella di cui è capace la condotta, può sempre abbassarsi il pelo nella camera di carico ed avvenire un assorbimento d'aria. È quindi della massima importanza che la condotta sia disposta in modo che l'aria accidentalmente entratavi, non vi possa permanere. Come si è visto, ciò dipende soprattutto dalle disposizioni altimetriche della condotta rispetto alla linea dei battenti. Nella scelta quindi del tracciato si deve, insieme alle altre condizioni, tener conto della possibilità di dare al profilo un andamento conveniente.

La disposizione che sembra la più naturale, di una condotta continuamente in discesa dall'origine allo sbocco, è la peggiore di tutte; perchè la linea dei battenti si mantiene sempre vicina, ed all'incirca parallela, alla condotta, creando le condizioni più favorevoli perchè le bolle d'aria possano ristagnare in molti punti, e perchè si formino grossi accumuli nelle inflessioni.

Il profilo più conveniente sarebbe quello che presenti nell'andamento generale una forte concavità all'insù; cominciando con una breve tratta fortemente declive, e continuando poi fino allo sbocco in salita, od almeno con pendenza sempre assai minore di quella della linea dei battenti. Così l'aria entrata nel primo tratto tenderebbe a ritornare alla origine; e quella che, ciò malgrado, penetrasse nel secondo tratto, sarebbe rapidamente trascinata allo sbocco.

Disgraziatamente, questo consiglio di rado si può mettere in pratica. L'acqua da condottare, provenga da sorgenti o da corsi d'acqua, si trova il più soventi nelle depressioni del terreno; e quasi sempre il primo tratto della condotta riesce pochissimo inclinato. Fino ad un certo punto vi si può rimediare modificando la linea dei battenti, rialzandola cioè nel primo tratto coll'impiegarvi tubi di diametro maggiore. Ma spesso questo ripiego non basta ad ottenere una sufficiente sicurezza di buon funzionamento; ed allora è meglio costruire la condotta a pelo libero dall'origine fino ad un

punto in cui la condotta forzata possa essere iniziata con un profilo conveniente.

Anche per le tratte successive spesso s'incontrerebbero gravi difficoltà ad ottenere che l'asse della condotta si avvicini continuamente alla linea dei battenti, così da assicurare che l'aria sia trascinata allo sbocco. Piuttosto che correre il rischio che l'aria si fermi qua e là, in punti non bene determinati e variabili colle variazioni che può avere il regime della condotta, conviene tracciare questa a tratti alternativamente acclivi e declivi, così da avere pochi punti d'inflessione ben determinati, nei quali certamente si accumulano tutta l'aria, e nei quali si collocheranno degli sfiatatoi.

Naturalmente queste avvertenze assumono una speciale importanza quando è piccolo il dislivello fra l'origine e lo sbocco della condotta, quando cioè è scarsa la caduta disponibile per produrre il moto dell'acqua. Per contro, gli inconvenienti si attenuano o spariscono in quei tratti di condotta dove è elevata la pressione; perchè questa, aumentando la solubilità dei gas nell'acqua, fa sì che siano assorbite poco a poco delle bolle di aria, che altrimenti non potrebbero essere eliminate.

Vi è però un caso in cui è appunto l'eccesso di caduta che obbliga a disporre la condotta in modo da renderla sensibilissima a questo genere di disturbi; ed è il caso in cui la si debba dividere in più tronchi coi cosiddetti pozzetti di interruzione. Ognuno di questi funziona come camera di carico per il tronco successivo, il quale dovrebbe continuamente assorbire la precisa quantità d'acqua che il tronco superiore vi versa. È una specie di equilibrio che si dovrebbe stabilire fra tutti i tronchi e tutti i pozzetti; ma purtroppo è un equilibrio instabile. Supposto anche che si riesca, ad esempio, col mezzo di chiusure, regolabili allo sbocco dei vari tronchi, ad ottenere che la portata di tutti i tronchi sia rigorosamente eguale, e che il pelo d'acqua in tutti i pozzetti rimanga costante, il più insignificante disturbo in uno dei tronchi, che ne diminuisca il gettito, può bastare a fare che si svuoti il pozzetto successivo; il tronco di tubazione seguente assorbirà dell'aria; la sua portata tosto diminuirà, anche in maggior proporzione, e tanto da fare che quel pozzetto si riempi e rigurgiti, mentre il disordine si propagherà con intensità crescente ai tronchi inferiori. Ciò succederà soprattutto quando la quantità d'acqua disponibile alla origine scenda, anche di poco, al disotto di quella di regime; succede il fatto strano che la condotta diventi incapace di portare la minore quantità d'acqua di cui si può ancora disporre, e ne rifiuti una parte dagli sfioratori dei pozzetti, finchè si siano nuovamente regolate le chiusure, e spurgate d'aria le condotte; cosa non facile nè rapida.

In questo caso non si può fare assegnamento sul servizio degli sfiatatoi, il cui funzionamento è sempre troppo lento ed incompleto. È indispensabile che il profilo di tutti i tronchi abbia la forma conveniente perchè possano funzionare regolarmente colla portata minima prevista; bisogna cioè che ogni tronco cominci con un tratto a forte pendio, in cui l'acqua possa anche scorrere non a bocca piena, fino ad una profondità sotto il pozzetto che cresce rapidamente

colla importanza delle variazioni di portata a cui si deve provvedere. Se queste variazioni sono assai grandi, la cosa può essere assai onerosa od anche impossibile. In tal caso il rimedio consiste nella adozione della conduttura a pelo libero, la sola che si presti senza inconvenienti a qualunque variazione di portata.

Senza estendermi a considerare i vari casi che si presentano nella pratica, concluderò che nello studiare una condotta si devono aver presenti i disturbi arrecati dall'aria; e controllare il profilo ideato col tracciarvi la linea dei battenti, anzi, le varie linee che corrispondono ai vari regimi possibili della condotta.

Ing. CARLO FRANCESETTI.

GEOMETRIA PRATICA

LE FORMULE DEFINITIVE DI RISOLUZIONE DEL PROBLEMA DI POTHÉNOT (α)

È noto come in Celerimensura si generalizza la risoluzione del problema di Pothénót mediante l'uso delle coordinate rettangolari dei vertici e gli azimut dei lati della triangolazione (*).

Una trattazione completa dello stesso problema col sussidio dei principii della Geometria analitica venne data dal prof. Diego Fellini, ma non può avere utile applicazione nella pratica (**).

(α) Questo problema prende anche il nome di *problema di Snellius* o *dei quattro punti* o *della Carta* od anche di *calcolo al vertice di piramide*.

Colla ordinaria costruzione geometrica il problema in generale presenta due soluzioni, diventa unica se si tiene conto del senso della misura degli angoli. Comunemente esso problema è attribuito a Pothénót che lo pubblicò nel 1692 nelle « Memorie dell'Accademia di Francia » (Pothénót era il collaboratore di De-la-Hire nella misura dell'arco di meridiano di Parigi). Gli inglesi reclamano la priorità di quel problema a John Collins la cui risoluzione trovasi nei « Transactions philosophiques » del 1671. Lo stesso problema però era stato trattato precedentemente da Snellius (n. 1580 m. 1626) nel suo « Eratostenes batavus » pubblicato nel 1624 (Vedi « Nouvelles Annales », 1857; « Bulletin », p. 89; « Mathésis », 1884, p. 64). Infine lo stesso problema venne risolto dal Bellavitis basandosi sul *metodo delle equipollenze*. Questa semplice costruzione, forse ignorata da molti, non essendo stata mai riportata in alcun trattato, è la seguente:

Si costruisca l'angolo $\angle BCF = \alpha$ e l'angolo $\angle BAF = \beta$ e si congiunga il punto d'intersezione F col vertice B. Il triangolo $\triangle BFC$ è simile al triangolo $\triangle BAD$; quindi per trovare la posizione del punto D basta costruire l'angolo $\angle ABD = \angle FBC$ e l'angolo $\angle BAD = \angle BFC$ oppure $\angle BCD = \angle BFA$ (si omette la figura perchè abbastanza semplice se si considera che α e β sono i due angoli di veduta dei due lati AB e BC).

(*) Vedi G. ORLANDI, *Tacheometria*. Corso pratico di topografia numerica, 1894.

G. DELITALA, *Azimut e coordinate piane*. — Torino 1897, Tip. Camilla e Bertolero.

(**) Dott. DIEGO FELLINI, *Il problema di Pothénót*. *Atti della R. Accademia di Torino*, vol. XXXII, 1896-97, ed anche *Rivista di Topografia e Catasto*, vol. X, 1898.

Colla presente nota che può riguardarsi un complemento di altra nostra inserita negli *Atti dell'Accademia di Torino*, ci proponiamo di generalizzare l'ordinaria risoluzione trigonometrica per giungere con un procedimento nuovo alle nostre formule definitive di risoluzione dell'importante problema (*).

In quella nota abbiamo dimostrato come la risoluzione grafica e la numerica del problema di Pothénót si potevano far dipendere dalla considerazione di un triangolo $\triangle BE_1F_1$ (fig. 5^a) da noi chiamato *triangolo fondamentale* del punto a determinarsi P rispetto al vertice B del triangolo dato di riferimento $\triangle ABC$ (**).

Nella presente nota riteniamo opportuno d'introdurre subito le notazioni usuali di scrittura della trigonometria, quindi, a differenza della prima nota, i dati del problema li rappresentiamo nel modo seguente: $AB = c$, $BC = a$ e $\angle ABC = B$; i misurati ossia gli angoli di veduta $\angle APB = \gamma$, $\angle BPC = \alpha$; quello del terzo lato del triangolo di riferimento, cioè l'angolo β si conchiude dalla relazione di condizione:

$$\alpha + \beta + \gamma = 2\pi \quad (1)$$

ricordandosi anche qui che l'ordine di successione degli angoli di veduta sia quello dei vertici del triangolo di riferimento, p. es., quello delle lancette dell'orologio.

Per la risoluzione del problema diciamo anche qui la base del triangolo fondamentale $E_1F_1 = p$ e l'altezza relativa $BP = y$, sarà l'angolo opposto alla base:

$$B' = \gamma + \alpha + B - \pi \quad (2)$$

Si ha evidentemente:

$$p^2 = \frac{c^2}{\sin^2 \gamma} + \frac{a^2}{\sin^2 \alpha} - \frac{2ca \cos B'}{\sin \gamma \sin \alpha} \quad (3)$$

ossia:

$$p^2 = \frac{c^2 \sin^2 \alpha + a^2 \sin^2 \gamma - 2ca \sin \gamma \sin \alpha \cos B'}{\sin^2 \gamma \sin^2 \alpha} \quad (4)$$

È facile scorgere che il trinomio del numeratore di questa frazione è il quadrato del lato d'un nuovo triangolo avente lo stesso angolo al vertice B' e per gli altri due lati:

$$BM_1 = a \sin \gamma, \quad BN_1 = c \sin \alpha$$

Questi non sono altro che le proiezioni dei due lati del triangolo di riferimento col vertice comune in B, scambiati di posizione, sulle direzioni rispettive dei due lati del triangolo fondamentale.

Se diciamo la base di questo nuovo triangolo

$$M_1N_1 = q$$

si ottiene:

$$q^2 = c^2 \sin^2 \alpha + a^2 \sin^2 \gamma - 2ca \sin \gamma \sin \alpha \cos B' \quad (5)$$

e sarà in valore assoluto:

$$p = \frac{q}{\sin \gamma \sin \alpha} \quad (6)$$

(*) G. DELITALA, *Atti della R. Accademia di Torino*, volume XXXIII, gennaio 1898. *Contributo allo studio del problema di Pothénót*.

(**) Questo metodo venne per primo suggerito da Legendre che pubblicò il suo trattato di Geometria nel 1794. Nella 22^a edizione di Bruxelles 1844, alla pag. 253, si trova applicato quel metodo alla risoluzione del problema della Carta. (*Eléments de géométrie et traité de trigonométrie*, par A. M. LEGENDRE).

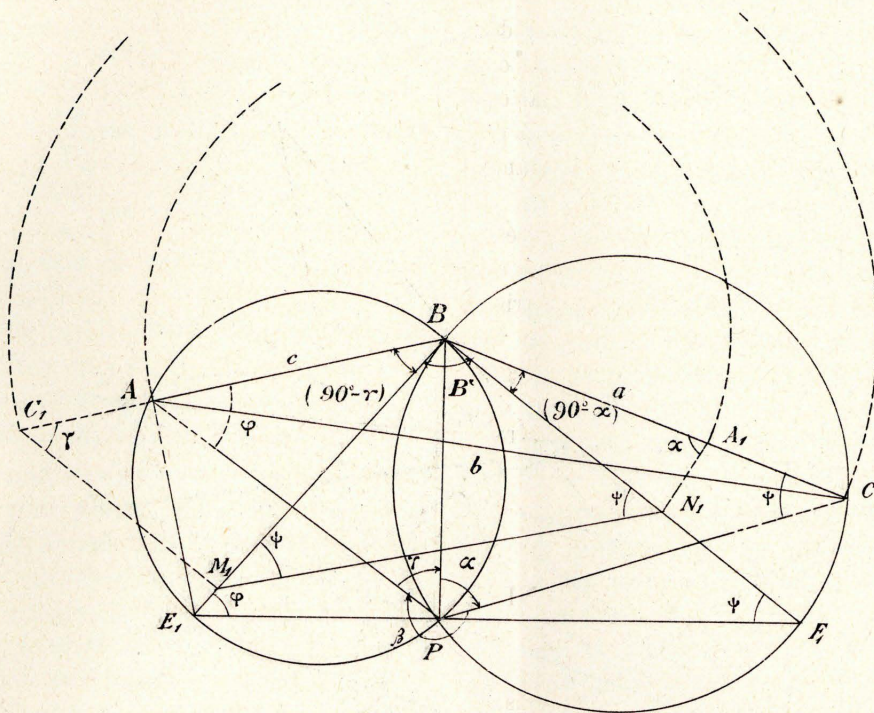


Fig. 5.

Ma dal triangolo fondamentale si ha pure:

$$y \times p = \frac{c a \sin B'}{\sin \gamma \sin \alpha} \quad (7)$$

quindi l'altezza:

$$y = \frac{c a \sin B'}{q}$$

e ponendo il rapporto:

$$\frac{\sin B'}{q} = k \quad (8)$$

si ottiene:

$$P B = y = k \times c a$$

ma $\sin B' = \sin (\beta - B)$, quindi si può scrivere ancora:

$$P B = y = \frac{c a}{q} \sin (\beta - B) \quad (9)$$

Questa formula ci dà l'espressione della distanza $P B$ indipendentemente dalla considerazione dei due angoli ausiliari ϕ e ψ dei quali ci serviamo nel procedimento usuale.

Per ottenere le altre due distanze $P A = x$, $P C = z$ cominciamo dall'osservare che:

$$\left. \begin{aligned} B M_1 \times B E_1 &= a \sin \gamma \times \frac{c}{\sin \gamma} = c a \\ B N_1 \times B F_1 &= c \sin \alpha \times \frac{c}{\sin \alpha} = c a \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

si ha quindi la proporzione:

$$B M_1 : B N_1 = B F_1 : B E_1 \quad (11)$$

cioè si conchiude che i due triangoli $B E_1 F_1$ e $B M_1 N_1$ sono simili, perciò le due rette basi dei medesimi sono *antiparallele* rispetto all'angolo al vertice B .

Essendo i quattro vertici A, B, P, E_1 conciclici e così pure i vertici B, C, P, F_1 si hanno le eguaglianze angolari:

$$\left. \begin{aligned} B A P &= B E_1 P = B N_1 Q = \phi \\ B C P &= B F_1 P = B M_1 Q = \psi \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

e dalla considerazione del nuovo triangolo $B M_1 N_1$ si ottengono:

$$\left. \begin{aligned} \sin \phi &= \frac{\sin B' \times a \sin \gamma}{q} = k \times a \sin \gamma \\ \sin \psi &= \frac{\sin B' \times c \sin \alpha}{q} = k \times c \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

quindi si possono determinare le altre due distanze $P A$, $P C$ colle note formule:

$$\left. \begin{aligned} P A = x &= \frac{c \sin (\gamma + \phi)}{\sin \gamma} \\ P C = z &= \frac{a \sin (\alpha + \psi)}{\sin \alpha} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Si tratta ora di eliminare da queste ultime due formule gli angoli ausiliari ϕ e ψ , perciò abbiamo:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{c}{\sin \gamma} (\sin \gamma \cos \phi + \cos \gamma \sin \phi) \\ z &= \frac{a}{\sin \alpha} (\sin \alpha \cos \psi + \cos \alpha \sin \psi) \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

ossia:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{c}{\sin \gamma} (\sin \gamma \sqrt{1 - \sin^2 \phi} + \cos \gamma \sin \phi) \\ z &= \frac{a}{\sin \alpha} (\sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \psi} + \cos \alpha \sin \psi) \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Sostituendo in queste ultime i valori dati dalle (13) e ricordando le formule (8) e (5), mediante opportune trasformazioni, si ottengono questi risultati:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{c}{q} [c \sin \alpha + a \sin (B' - \gamma)] \\ z &= \frac{a}{q} [a \sin \gamma + c \sin (B' - \alpha)] \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

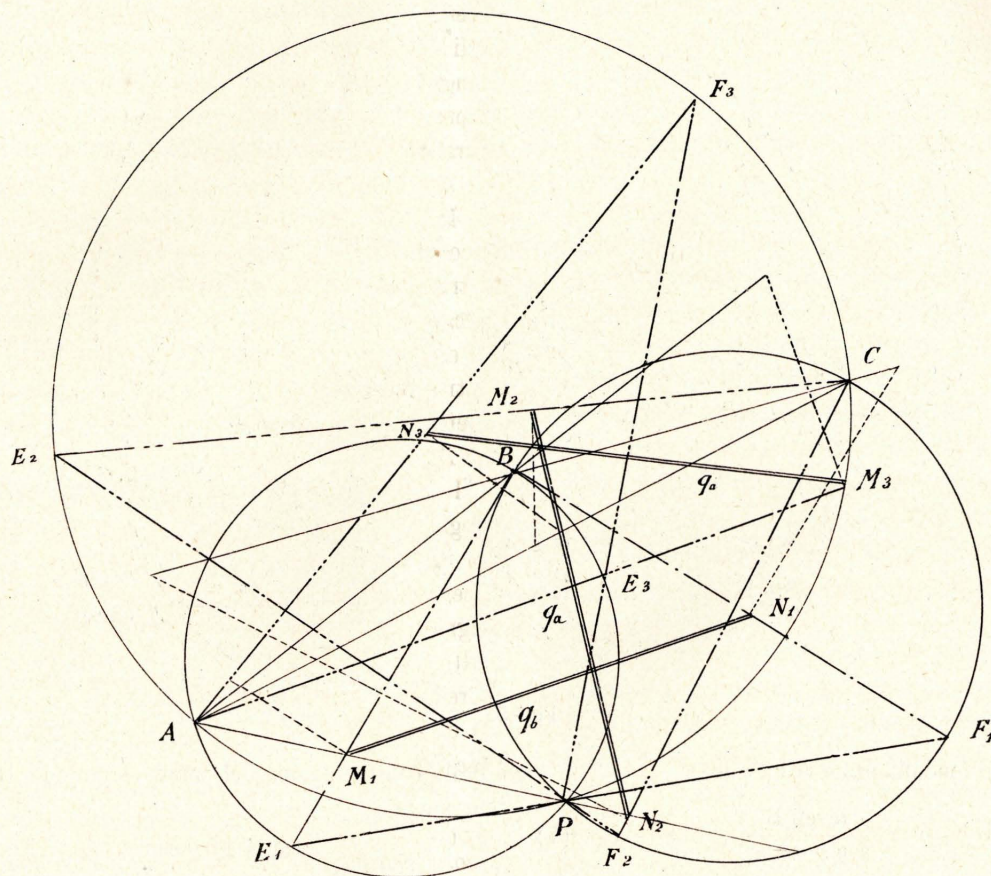


Fig. 6.

Infine ricordando la relazione (1) e (2) si potrà scrivere ancora:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{ca}{q_b} \left[\frac{c}{a} \sin \alpha - \sin (B + \alpha) \right] \\ z &= \frac{ca}{q_b} \left[\frac{a}{c} \sin \gamma - \sin (B + \gamma) \right] \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

ed: $y = \frac{ca}{q_b} \sin (\beta - B)$

$$q_b^2 = c^2 \sin^2 \alpha + a^2 \sin^2 \gamma + 2ca \sin \gamma \sin \alpha \cos (\beta - B) \quad (19)$$

le quali formule di risoluzione sono tutte indipendenti dai due angoli ausiliari ϕ e ψ .

Si rileva pure che le espressioni delle tre distanze P A, P B, P C che determinano in modo univoco la posizione del punto P, sono *proporzionali al rettangolo dei due lati del triangolo di riferimento passanti pel vertice considerato B e sono inversamente proporzionali al segmento fisso q, base del nuovo triangolo*.

Con un ragionamento analogo al precedente, dalla considerazione dei *triangoli fondamentali rispetto al vertice C e rispetto al vertice A* del triangolo di riferimento A B C, si possono trovare (fig. 6) le espressioni dei *segmenti fissi* q_c e q_a (indicando quello già trovato con q_b) e quelle delle tre distanze x, y, z .

Potremo scrivere immediatamente gli altri due gruppi di formule deducendole dalle (18) e (19), mantenendo l'ordine ciclico delle lettere:

Rispetto al vertice C saranno:

$$\left. \begin{aligned} y &= \frac{ab}{q_c} \left[\frac{a}{b} \sin \beta - \sin (C + \beta) \right] \\ x &= \frac{ab}{q_c} \left[\frac{b}{a} \sin \alpha - \sin (C + \alpha) \right] \\ z &= \frac{ab}{q_c} \sin (\gamma - C) \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

$$q_c^2 = a^2 \sin^2 \beta + b^2 \sin^2 \alpha + 2ab \sin \alpha \sin \beta \cos (\gamma - C) \quad (21)$$

Rispetto al vertice A si otterranno:

$$\left. \begin{aligned} z &= \frac{bc}{q_a} \left[\frac{b}{c} \sin \gamma - \sin (A + \gamma) \right] \\ y &= \frac{bc}{q_a} \left[\frac{c}{b} \sin \beta - \sin (A + \beta) \right] \\ x &= \frac{bc}{q_a} \sin (\alpha - A) \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

$$q_a^2 = b^2 \sin^2 \gamma + c^2 \sin^2 \beta + 2bc \sin \beta \sin \gamma \cos (\alpha - A) \quad (23)$$

Infine se si identificano due a due i corrispondenti valori delle distanze forniti dai tre gruppi di formule (18), (20), (22) si dimostra con facili trasformazioni trigonometriche la doppia eguaglianza:

$$q_a = q_b = q_c$$

che rappresenteremo colla semplice lettera q e lo diremo *il valore del segmento fisso del punto P rispetto al triangolo di riferimento A B C*.

Quindi per la risoluzione del problema potremo indifferentemente adottare le seguenti formule definitive:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{bc}{q} \sin(\alpha - A) \\ y &= \frac{ca}{q} \sin(\beta - B) \\ z &= \frac{ab}{q} \sin(\gamma - C) \end{aligned} \right\} (24)$$

essendo il valore di q dato da una qualunque delle tre espressioni (19), (21), (23).

È importante notare che la costruzione geometrica dei tre segmenti fissi $M_1 N_1 = q_b$, $M_2 N_2 = q_c$, $M_3 N_3 = q_a$ conferma pienamente il risultato teorico, risultando:

$$M_1 N_1 = M_2 N_2 = M_3 N_3$$

È facile scorgere come, in virtù della doppia eguaglianza $q_a = q_b = q$ si sarebbe potuto evitare il ragionamento fatto per giungere alle formule (18) e scrivere senz'altro per analogia le relazioni (24) ultime trovate.

Le formule così ottenute (24) sono semplici e facili a ricordarsi a memoria: *la distanza del punto P da ciascuno dei vertici del triangolo di riferimento si ottiene dividendo il rettangolo dei lati passanti sul vertice che si considera pel segmento fisso del punto e moltiplicando il quoziente pel seno della rispettiva differenza angolare.*

Le stesse formule sono generali, qualunque sia la disposizione della figura, eleganti, simmetriche e comode pel calcolo delle tre distanze x, y, z in funzione degli elementi (a, b, c) , (A, B, C) , (α, β, γ) .

Infine si conchiude l'importante ufficio che gode il parametro lineare q (valore del segmento fisso del punto P

rispetto al triangolo di riferimento); esso è indipendente dagli angoli del triangolo ed è solo funzione dei lati del triangolo di riferimento e delle *coordinate angolari* (α, β, γ) del punto. Geometricamente è rappresentato dalla base (antiparallela) di un triangolo simile al *triangolo fondamentale* del punto P rispetto ad uno dei vertici, che ha per lati le proiezioni dei due lati del triangolo di riferimento concorrenti in quel vertice scambiati di posizione sui lati del triangolo fondamentale. Il suo valore proveniente da un radicale quadrato può assumere il segno positivo o negativo e precisamente, dovendo risultare le tre distanze x, y, z positive, si prenderà per q il segno eguale a quello della rispettiva differenza angolare di ciascuna distanza.

NB. — I risultati surriferiti, che pubblichiamo oggi per la prima volta per desiderio e sollecitazione di egregi colleghi, sono contenuti in due note manoscritte presentate fin dal gennaio del 1899 alla Reale Accademia dei Lincei pel Concorso di matematica a premi ministeriali fra insegnanti di Scuole secondarie. Di essi ci siamo giovati in altri successivi lavori (*).

Crediamo utile per la pratica unire un esempio numerico come applicazione delle *formule definitive di risoluzione del problema di Pothénot*.

(*) G. DELITALA, *La risoluzione completa del tetragono piano*. Un correlativo del teorema di Stewart — Relazioni dipendenti da raggi uscenti da un punto, ecc — Nuova risoluzione di due problemi — La risoluzione del pentagono completo — Per la misura indiretta delle distanze Alcune proprietà dell'inversione isogonale — Nuove proprietà dei punti notevoli del triangolo, ecc.

ESEMPIO NUMERICO.

§ Dati del triangolo di riferimento: (a, b, c) . $a = m. 949,69$, $b = m. 608,77$, $c = m. 1363,65$

§ Angoli misurati e calcolati:

$\alpha = 51^\circ . 48' . 12''$	$A = 36^\circ . 52' . 12''$	$(\alpha - A) = 14^\circ . 56' . 00''$
$\beta = 29^\circ . 52' . 45''$	$B = 22^\circ . 37' . 11''$	$(\beta - B) = 7^\circ . 15' . 34''$
$\gamma = 278^\circ . 19' . 03''$	$C = 120^\circ . 30' . 37''$	$(\gamma - C) = 157^\circ . 48' . 26''$
$360^\circ . 00' . 00''$	$180^\circ . 00' . 00''$	$180^\circ . 00' . 00''$

§ Calcolo del segmento fisso q .

$\log b = 2,7844532$	$\log a = 2,9775819$	$\log 2 = 0,3010300$
$\log \sin \alpha = 9,8953634$	$\log \sin \beta = 9,6973798$	$\log 1^\circ \text{ prodotto} = 2,6798166$
$\log 1^\circ \text{ prodotto} = 2,6798166$	$\log 2^\circ \text{ prodotto} = 2,6749617$	$\log 2^\circ \text{ prodotto} = 2,6749617$
$\log 1^\circ \text{ termine} = 5,3596332$	$\log 2^\circ \text{ termine} = 5,3499234$	$(-) \log \cos(\gamma - C) = 9,9665725$
$1^\circ \text{ termine} = 228823$	$2^\circ \text{ termine} = 223833$	$(-) \log 3^\circ \text{ termine} = 5,6223809$
		$3^\circ \text{ termine} = - 419161$

Somma termini S = 33565

$\log S = 4,5258867$

$\frac{1}{2} \log S = \log q = 2,2629434$

§ Calcolo delle distanze x, y, z .

$\log b = 2,7844532$	$\log c = 3,1346929$	$\log a = 2,9775819$
$\log c = 3,1346929$	$\log a = 2,9775819$	$\log b = 2,7844532$
$\log \sin(\alpha - A) = 9,4111171$	$\log \sin(\beta - B) = 9,1016181$	$\log \sin(\gamma - C) = 9,5771747$
$\text{comp } \log q = 7,7370566$	$c. \log q = 7,7370566$	$c. \log q = 7,7370566$
$\log x = 3,0673198$	$\log y = 2,9509495$	$\log z = 3,0762664$
$x = m. 1167,67$	$y = m. 893,23$	$z = m. 1191,97$

BIBLIOGRAFIA

Ing. ANTONIO FERRUCCI. — **Il traforo del Sempione ed i passaggi alpini.** — 1 vol. in-16° di pag. 279, con alcune incisioni nel testo e due tavole litografate. — Torino, 1905. Fratelli Bocca, Editori. — Prezzo L. 3,50.

Ecco un libro pregevole che segnaliamo molto volentieri all'attenzione dei lettori, inquantochè riconosciamo in esso il frutto di un diligente e sapiente lavoro di sintesi, che risponde appunto al concetto informatore del programma di questo periodico.

L'egregio autore, il cui nome è un'illustrazione dell'ingegneria italiana, traendo occasione dall'opera meravigliosa che si è ora compiuta attraverso il Sempione, ci spiega appunto come essa sia il portato di un secolo di studi, di ricerche, di lavoro, di progresso nelle scienze, nelle industrie, nell'attività del commercio, nella estensione delle conoscenze umane.

Da Annibale a Napoleone, eserciti stranieri erano riusciti a calare in Italia varcando le Alpi, senza strade meritevoli di questo nome. Per molti secoli non si pensò neppure al bisogno di costruire strade ruotabili attraverso i gioghi delle Alpi. Anche nel secolo XVIII si trasportavano soltanto merci ricche, di piccolo volume, sul dorso degli animali dall'uno all'altro versante, ed i viaggiatori, riuniti il più delle volte in carovane, le traversavano a cavallo od in lettiga; ma i più, per venire dalla Francia in Italia, preferivano prendere da Marsiglia la via del mare, per Genova o altro porto del Tirreno.

Fu soltanto dopo la vittoria di Marengo del 14 maggio 1800, che la mente perspicace di Napoleone Bonaparte pensò alla necessità di intraprendere la costruzione di strade ruotabili attraverso le Alpi. E incominciò da quella del Cenisio (m. 2064 sul mare); poi riconoscendo che il Sempione era il passaggio meno elevato delle Alpi centrali (m. 2005 s. m.) e che quel valico avrebbe costituita la via più diretta e più agevole per congiungere le due capitali di Parigi e di Milano, ordinava con decreto consolare del 7 settembre 1800 che si costruisse per quel valico una strada larga e con moderate pendenze, atta a dare passaggio alle sue legioni ed alle loro artiglierie, che sboccasse per Domodossola e per la valle del Toce, al lago Maggiore ed alle pianure del Piemonte e della Lombardia. Ed il tratto su territorio italiano, al quale attesero dal 1803 al 1806 i nostri ingegneri del Corpo di Ponti e Strade, quello particolarmente fra Domodossola ed Arona, forma ancora oggi l'ammirazione dei viaggiatori.

Dopo il Sempione, altri valichi alpini vennero successivamente provvisti di strade ruotabili; fra cui quello dello Stelvio, costruito dall'Austria, che si eleva alla straordinaria altezza di m. 2813; il San Gottardo, lo Spluga, ecc.

Ma fin oltre alla metà del secolo scorso, pareva che le ferrovie dovessero per sempre arrestarsi ai piedi delle Alpi. Fu nel 1841 che il Medail propose a Re Carlo Alberto il *traforo del Frejus*; nel 1845, l'ing. Maus verificava con operazioni geodetiche la lunghezza di 12 km. dell'ideato traforo tra Bardonnèche e Modane; nel 1853 l'Accademia delle Scienze di Torino riconosceva per opera di Menabrea e di Richelmy la bontà delle invenzioni di Grandis, Grattoni e Sommeiller per la produzione e l'uso dell'aria compressa; e infine nel 1857 una Commissione di eminenti uomini di Stato, scienziati ed ingegneri, quali erano il Des Ambrois, il Giulio, il Menabrea, Dionigi Ruva e Quintino Sella, dopo accurati esperimenti alla Coscia presso Genova, concludeva per l'applicabilità dei nuovi mezzi al traforo di lunghe gallerie e il Parlamento Subalpino, malgrado le difficili condizioni finanziarie del piccolo regno, approvava che il Governo intraprendesse a proprie spese quell'opera arditissima e costosa. Così Re Vittorio Emanuele II, auspicando il genio del Conte di Cavour, affrettavasi ad inaugurare solennemente l'inizio dei lavori del primo traforo delle Alpi, che fu detto la più grande opera dei tempi moderni.

Il felice successo del traforo del Frejus ebbe per effetto che negli

studi che si fecero di altri valichi ferroviari, prevalse d'allora in poi il concetto di aprirvi lunghe gallerie, per abbassarne il punto culminante, per ottenere una linea più breve, con minori pendenze, di più facile esercizio, e furono esclusi tutti quei progetti che avrebbero portato a grande altezza i passaggi.

D'altra parte quell'opera grandiosa ebbe pure il grande merito di assicurare alla mano d'opera dei nostri operai il monopolio, pressochè esclusivo, dei lavori in gallerie in ogni parte del mondo.

*

Nel 1871 il Parlamento italiano approvava la partecipazione dell'Italia alle spese di costruzione della *linea del Gottardo*, colla somma fissa di 45 milioni di lire (che fu poi accresciuta di altri 13 milioni) e costituivasi la Società del Gottardo, che colle sovvenzioni avute dagli altri Stati interessati, Germania e Svizzera, appaltava per intanto nel 1872 all'Impresa Favre la grande galleria, della lunghezza di 15 km., da traforarsi in 8 anni e per una somma totale di 47 804 300 franchi.

Fu lamentata, e non a torto, nell'Impresa Favre un'insufficienza nelle previsioni onde far fronte alle nuove difficoltà che mai non mancano di sorgere in simili titaniche imprese. Così per gli impianti ai due imbocchi non furono previsti che 4 milioni di franchi, e non si spesero che 5 milioni e mezzo, mentre il Grattoni nella sua offerta aveva preventivato in 6 milioni e 200 mila lire; e nel contratto per il traforo del Sempione furono portati in conto per 7 milioni e nel corso dei lavori accresciuti ancora di fr. 1 400 000.

Da quella insufficienza di impianti dipese al Gottardo la frequente carenza di forza motrice e la cattiva ventilazione della galleria. Anche l'adozione del sistema francese o belga, che consiste nel tenere il cunicolo di avanzata alla sommità della galleria, e che è meno indicato trattandosi di roccia solida, diede luogo a molte false manovre, ed all'impossibilità di tener raccolte in breve tratto le diverse fasi del lavoro, per cui dopo il 29 febbraio 1880 in cui si incontrarono le due avanzate, occorsero non già sei, ma venti mesi per portare a compimento la grande galleria. Con tutto ciò gli scavi di avanzata erano andati sempre accelerandosi dal 1872 al 1878 e raggiunsero in media più di 7 metri al giorno, avanzamento che al Frejus non si era mai ottenuto. Né mancarono fra le progressive 1755 e 2885 da Goeschenen, le rocce fortemente spingenti che obbligarono a sospendere la perforazione meccanica e ad eseguire robuste puntellature. Con tutto ciò la grande galleria era pronta all'esercizio prima che i suoi tronchi d'accesso fossero ultimati. Il tracciato di quei costosissimi tronchi d'accesso aveva formato argomento di numerosi studi tecnici, e si finì per ricorrere al sistema delle gallerie elicoidali per superare in breve spazio dislivelli di 80 a 100 metri. Di queste gallerie ne vennero costruite due presso Giornico e due a Dazio Grande nel tronco Biasca-Airolo, e tre nel grande sviluppo della linea sotto Goeschenen, ove trovavasi la stazione di Wasen. In tutta la rete si contano ben 62 gallerie della totale lunghezza di 41 454 metri poco meno del sesto dell'intera rete. Ed i maggiori ponti e viadotti, molti dei quali a travate metalliche, sono in numero di 63 della complessiva lunghezza di m. 3050.

Nella galleria elicoidale di Plaffensprung fu per la prima volta applicata la perforatrice a rotazione Brandt, mossa dall'acqua ad altissime pressioni, che fu poi adottata nella galleria dell'Arlberg dal lato ovest, e che compì miracoli nel traforo del Sempione.

Dopo l'apertura all'esercizio dell'intera rete avvenuta nel 1882, il rapido incremento dei prodotti mutò radicalmente le condizioni finanziarie della Società del Gottardo, e mentre quando fu costituita la Società, molti esitavano a credere che il prodotto lordo chilometrico della rete potesse raggiungere la cifra di L. 48 000, stata ammessa dalla Commissione commerciale italiana, nel 1903 esso raggiungeva la cifra di L. 83 873 al chilometro. Vero è che per la costruzione di 276 chilometri di ferrovie tra lavori e provviste alla fine del 1903 eransi spesi oltre 290 milioni; ma è vero altresì che le ferrovie del San Gottardo hanno preso posto fra le linee meglio costruite ed esercite, che esistono in Europa.

*

Per le comunicazioni fra la Germania meridionale e l'Italia il *passaggio del Brennero*, fra Innsbruck e Trento, fu sempre uno dei più frequentati. Essendo l'altitudine di quel giogo a m. 1367, e quindi di pochi metri al disopra del punto culminante della galleria del Frejus (m. 1338) non si giudicò necessaria una galleria, tanto più che essendovi alla sommità un altipiano di circa 5 chilometri, la galleria sarebbe risultata assai lunga senza corrispondenti vantaggi.

Studiata dall'ing. Etzel e costruita sotto la direzione dell'ingegnere Thommen, con tagli aperti in rocce durissime, quali il porfido ed il serpentino, ed alcuni tratti sorretti da muraglioni altissimi, con 27 gallerie, di cui la maggiore però è lunga soltanto 855 metri, quella ferrovia fu inaugurata dall'imperatore Francesco Giuseppe il 17 agosto 1867.

Nel 1872, il Governo italiano accoglieva la domanda della Banca generale di Roma per la concessione della *linea della Pontebba* per la valle del Fella, della lunghezza di circa 70 km. a partire da Udine, non elevantesi a Pontebba che di metri 800 sul mare, e che presentava il grande vantaggio di abbreviare di 140 km. il tragitto da Venezia a Vienna. La sua costruzione, intrapresa nel 1874 dalla Società delle ferrovie dell'Alta Italia, che aveva fatto valere il proprio diritto di prelazione, non fu ultimata che nel 1879, per le difficoltà del terreno nella valle del Fella, nel qual tratto ebbero ad aprirsi numerose gallerie e a costruire colossali opere d'arte, onde le spese di costruzione, previste in 21 milioni di lire, raggiunsero la somma di 30 milioni circa, e questa somma fu poi considerevolmente accresciuta da lavori di completamento e di consolidamento, dovutisi in progresso di tempo eseguire.

Ma questa linea, dopo 25 anni che essa è aperta all'esercizio, non è ancora frequentata come meriterebbe quella incantevole regione, non inferiore per bellezze a molte parti della Svizzera, e nella quale l'ingegneria italiana ha superato con grandiose ed imponenti opere d'arte le più grandi difficoltà del terreno.

*

La ferrovia del Brennero aveva bensì aperto rapide comunicazioni tra l'Italia e la Baviera, le provincie occidentali dell'Austria, Dresda e Berlino. Ma la sua zona commerciale poco si estendeva verso occidente, ove pure i confini dell'Austria raggiungono il lago di Costanza. E poichè la zona d'azione del passaggio del San Gottardo veniva ad estendersi fino oltre a Stoccarda, Ulma, Dresda, e Berlino, il Governo austriaco per combattere quella concorrenza e congiungere direttamente le sue ferrovie a quelle svizzere, deliberò la costruzione di una ferrovia, che partendo da Innsbruck per Landeck e per il passo dell'Arlberg venisse a scendere a Bludenz, ove avrebbe incontrato le ferrovie al sud del lago di Costanza.

Questa nuova linea, di 136 km., richiese la costruzione di molti e grandiosi ponti e viadotti, alcuni dei quali di straordinaria altezza con travate e pile metalliche; ma l'opera di gran lunga più ardua e la più ragguardevole è stata la *galleria dell'Arlberg*, lunga m. 10 270 fra Langen e S. Anton, il cui traforo fu portato a compimento in 3 anni e 137 giorni. In essa lavorarono all'avanzata, dall'imbocco est le perforatrici Ferroux, e dall'imbocco ovest le perforatrici a rotazione, mosse dall'acqua ad altissima pressione, del sistema Brandt.

Dal confronto dei due sistemi si è potuto constatare che la perforatrice Brandt consumava meno dinamite ed un assai minor numero di fioretti, richiedeva una forza motrice alquanto minore, e minori spese per gli impianti.

Il grande progresso compiutosi colla perforazione meccanica risulta dalle seguenti cifre dello scavo medio giornaliero ai due imbocchi: m. 2,495 — m. 5,474 — m. 8,290 ottenutosi rispettivamente nelle grandi gallerie del Frejus, del Gottardo e dell'Arlberg.

Altri miglioramenti si ebbero pure a constatare nei lavori della galleria dell'Arlberg. Il cunicolo d'avanzata, essendo aperto alla

base, per mezzo di pozzi o camini forati dal basso in alto, si veniva a scavare un altro cunicolo alla sommità della galleria, la quale era poi rapidamente aperta a tutta sezione. Con questo sistema si riuscì a limitare a 600 m. la distanza fra la fronte d'attacco e la parte di galleria completamente aperta e rivestita.

Furono pure molto migliori le condizioni della ventilazione, resa indipendente affatto dalla perforazione, per cui anche dal lato in cui funzionavano le perforatrici Ferroux non si fece alcun assegnamento sull'aria che poteva sfuggire dalle perforatrici medesime.

Appunto per la celerità colla quale si volle che fossero portati a compimento i lavori della galleria dell'Arlberg, il loro costo è risultato assai considerevole. La spesa totale per gli impianti ai due imbocchi è stata di lire 3 567 085. Il costo totale della galleria dell'Arlberg è risultato di lire 47 049 810 ossia di lire 4577,30 per metro corrente. Dovendosi ancora aggiungere le spese generali di amministrazione e di sorveglianza si vedrà che il dispendio finale non sarà risultato di molto inferiore a 50 milioni di lire.

*

Questi progressi avevano oramai persuaso i tecnici della possibilità e della convenienza di una linea attraverso il *Sempione*, con una lunga e bassa galleria, di cui le maggiori spese sarebbero state largamente compensate dal più facile e meno costoso esercizio.

L'egregio ing. Ferrucci ci fa la storia dei primi progetti, i quali ebbero principio nel 1857 e andarono successivamente informandosi a diversi concetti, e terminarono col contratto del 29 settembre 1893 della Società Giura-Sempione coll'Impresa Brandt, Brandau e C., la cui idea di costruire due gallerie ad un solo binario, l'una prossima all'altra, e di far servire il cunicolo di avanzata di uno dei trafori come via di servizio nei trasporti di ogni genere, per impiantarvi le condotte d'acqua e i tubi della ventilazione, era un'idea nuova e molto ingegnosa, essendo le due gallerie poste in comunicazione mediante brevi gallerie trasversali, aperte ad ogni 200 m. di distanza l'una dall'altra.

Il Governo italiano non poteva che far buon viso a questo progetto, la cui grande galleria per più della metà di sua lunghezza, si trovava in territorio italiano, e col trattato di Berna del 25 novembre 1895, approvato poi dai due Parlamenti nel dicembre 1896, i due Governi si accordarono ad assicurare la costruzione e l'esercizio della grande galleria e delle due linee d'accesso.

I lavori ebbero realmente principio il 13 agosto 1898, e l'incontro dei due cunicoli d'avanzata ebbe luogo il 24 febbraio 1905, dopo 2385 giorni di lavoro; la totale lunghezza della galleria essendo di m. 19 730, l'avanzamento medio giornaliero è stato a Briga di m. 4,35 e ad Iselle di m. 3,88 e complessivamente ai due imbocchi di m. 8,23. Ma gli scavi colla perforazione meccanica sono stati sospesi 459 giorni dall'imbocco Briga e 380 giorni da quello d'Iselle, per le note difficoltà; deducendo questi giorni di forzata inazione per il progresso dello scavo del cunicolo d'avanzata, ne risulta che l'avanzamento medio per ogni giornata di lavoro effettivo è stato di m. 5,39 a Briga, di m. 4,61 ad Iselle, ossia di m. 10 complessivamente.

L'egregio ing. Ferrucci prosegue nel descrivere le difficoltà incontrate verso Iselle per straordinario afflusso di vere correnti di acqua, per la decomposizione della roccia, e gli accorgimenti con cui furono superate. Accenna agli inconvenienti ai quali ha dato luogo il molto più rapido avanzamento degli scavi dal lato di Briga, ed alle nuove e imprevedute difficoltà sorte dalle scaturigini dell'acqua calda. Dice delle altre fasi del lavoro, allargamenti e rivestimenti, che nella galleria principale succedettero alla perforazione. Lamenta che il Brandt, come il Favre, come altri costruttori di grandi gallerie, non abbia avuto la soddisfazione di vedere oltre alla superiorità della sua perforatrice, il compimento di un'opera così straordinaria, essendo stato colpito da apoplezia il 25 novembre 1899 a Briga, dove aveva assunto da soli 15 mesi la direzione di quel cantiere; e soggiunge che il colonnello federale Edoardo Locher-Freuler, di Zurigo, il quale lo ha sostituito nella

direzione del cantiere di Briga, ha preso posto malgrado la sua grande modestia fra i primi ingegneri dei nostri tempi.

Il traforo del Sempione non potrà dirsi ultimato, se non quando sarà pure finita la galleria parallela, per il compimento della quale è stato convenuto il prezzo a corpo di lire 19 500 000.

Tenendo conto di codesta cifra, la spesa totale per il traforo del Sempione può essere valutata in cifra tonda lire 87 500 000, esclusi gli interessi, ossia di lire 4435 al metro corrente. Questo costo unitario risulta pertanto inferiore a quello di tutte le altre grandi gallerie anteriormente eseguite, il Frejus, il Gottardo e l'Arlberg, di tanto minore lunghezza e nelle quali le difficoltà provenienti dalle acque interne sono state nulle o grandemente inferiori a quelle incontrate al Sempione.

Le linee d'accesso al Sempione sul territorio italiano costituiscono un importante Capitolo dell'opera che stiamo esaminando. Colla convenzione del 2 dicembre 1899 veniva concordato fra l'Italia e la Svizzera, che la stazione internazionale per il Sempione fosse stabilita a Domodossola. Colla convenzione del 22 maggio 1900 affidavasi dal Governo italiano alla Società della Rete Mediterranea la costruzione del tronco Iselle-Domodossola, della lunghezza di m. 18 518,75, il quale è venuto a costare L. 22 865 000 essendosi in tale cifra comprese alcune opere complementari a Domodossola ed Iselle, per l'impianto di servizi diversi, per un totale di lire 1 555 000, ma non compresa la stazione internazionale di Domodossola, del costo approssimativo di lire 10 000 000.

La linea Iselle-Domodossola, da molti mesi ultimata e costruita con grande diligenza e perfezione di lavoro, è venuta però a costare lire 1 236 000 al chilometro, in cifra tonda, cifra senza dubbio molto elevata per una ferrovia che solo in parte è stata costruita per doppio binario.

Intanto la Domodossola-Novara per Gozzano non poteva da sola servire gli interessi di tutte le regioni italiane. Milano chiedeva che fosse costruito il tronco Gravelona-Arona, lungo la sponda destra del Lago Maggiore, che avrebbe abbreviato il tragitto di 15 km. tra Milano e Domodossola. Torino a sua volta reclamava che si provvedesse almeno alla costruzione della trasversale Santhià-Borgomanero. E fu attuato il progetto della Mediterranea di fare della stazione di Arona il centro del movimento ferroviario del Sempione da e per Milano, Genova e Torino, prolungando la Santhià-Borgomanero fino ad Arona e costruendo una nuova linea, a miti pendenze, che venisse per la sponda destra del Lago Maggiore a far capo alla nuova stazione di Arona.

La Santhià-Borgomanero-Arona, di km. 65, venne a costare lire 11 375 000; e la Domodossola-Fondo Toce-Arona, di chilometri 43 lire 28 350 000.

In conclusione, le spese sostenute dallo Stato italiano, dipendentemente dalla costruzione di una ferrovia attraverso il Sempione, ammontano prossimamente a lire 78 590 000. E se si computano inoltre i 4 milioni di lire di sovvenzioni italiane, ed il valore attuale dell'annualità di lire 66 000 dovuta per 99 anni dopo l'apertura della galleria all'esercizio, si arriva ad una somma di circa 85 milioni di lire a carico del nostro Erario ed Enti locali interessati, somma presso a poco uguale a quella di lire 87 milioni e mezzo che verrà a costare il traforo del Sempione, quando sarà anche compiuta la seconda galleria.

Mentre da parte nostra tutte le linee d'accesso possibili e desiderabili dai maggiori centri di commercio dell'Alta Italia sono ultimate, sul versante nord restano ancora molti difficili problemi da risolvere, per sistemare, in relazione al nuovo passaggio, le ferrovie svizzere e quelle della Francia orientale.

In Svizzera si fa più che mai sentire il bisogno di una linea di grande traffico, che da Briga si diriga a Berna, e sono tuttora in presenza due progetti per il *Lötschberg*, l'uno degli Ingegneri Hittmann e Greulich, di km. 114,5, che abbrevierebbe di km. 128 circa la percorrenza attuale per S. Maurizio, Losanna e Friburgo,

e richiederebbe una grande galleria di m. 13 520, col punto culminante a m. 1248,88, ed una spesa totale per linea ad un solo binario di L. 69 500 000; l'altro del signor Emch, di due chilometri più breve, ma con una galleria di sommità lunga m. 21 040, avente il punto culminante a m. 1004, e colle mitissime pendenze del 15 per mille, onde si ha sul primo progetto una riduzione in lunghezza virtuale di km. 54 circa; e due progetti per il *Wildstrubel*, l'uno dell'Ing. Stockalper, che studiò la nuova linea da Thun a Briga, della lunghezza reale di km. 162, con una galleria di sommità lunga m. 12 120, il cui punto culminante sarebbe a m. 1005 sul mare, del costo preventivato in L. 58 869 000; l'altro dell'Ingegnere Beheler, che propone una linea diretta da Berna a Briga, di km. 116, con pendenze del 13 per mille ed una galleria di sommità lunga m. 13 500, col punto culminante a m. 1128 sul mare, del costo preventivato di L. 82 000 000.

Qualunque sia la linea che sarà preferita, occorrerà sempre un ingente capitale, e non vi è quindi che da far voti che non siano per mancare favorevoli circostanze all'enorme abbreviamento che ne deriverà sui tragitti attuali fra il Sempione e Berna.

In Francia sono pure in presenza fra loro due nuove linee di accorciamento tra Losanna e Parigi; e cioè: la correzione della linea Losanna-Frasnes, abbandonando Pontarlier e traversando il Giura al Mont d'Or, poco oltre Vallorbe, per cui il tragitto che ora da Vallorbe a Frasnes per Pontarlier è di km. 42, si ridurrebbe a chilometri 24, e le pendenze massime del 25 per mille scenderebbero al 15: con una spesa preventivata di 21,5 milioni di lire per i lavori in territorio francese e di 4,5 milioni per quelli in territorio svizzero; e la nuova linea cosiddetta della *Faucille*, alla quale si vorrebbe poi aggiungere un'altra ferrovia attraverso il Monte Bianco, da contrapporre a quella del Sempione, ma che per ora consterebbe di un tratto di ferrovia da Lons-le-Saulnier a Meyrin, ultima stazione della ferrovia Lione-Ginevra, allo sbocco di una grande galleria attraverso la *Faucille*, lunga m. 15 700, col punto culminante a m. 559 sul mare, del costo probabile di 125 milioni, essendo quasi la metà della lunghezza della linea, cioè 37 km. di gallerie sopra 75.

Il Parlamento francese non si è ancora pronunciato fra la *Faucille* e la *Frasne-Vallorbe*, avendo il Ministro dei Lavori Pubblici signor Gauthier, risposto recentemente ad una interpellanza colla promessa di dare alla questione una soluzione ponderata.

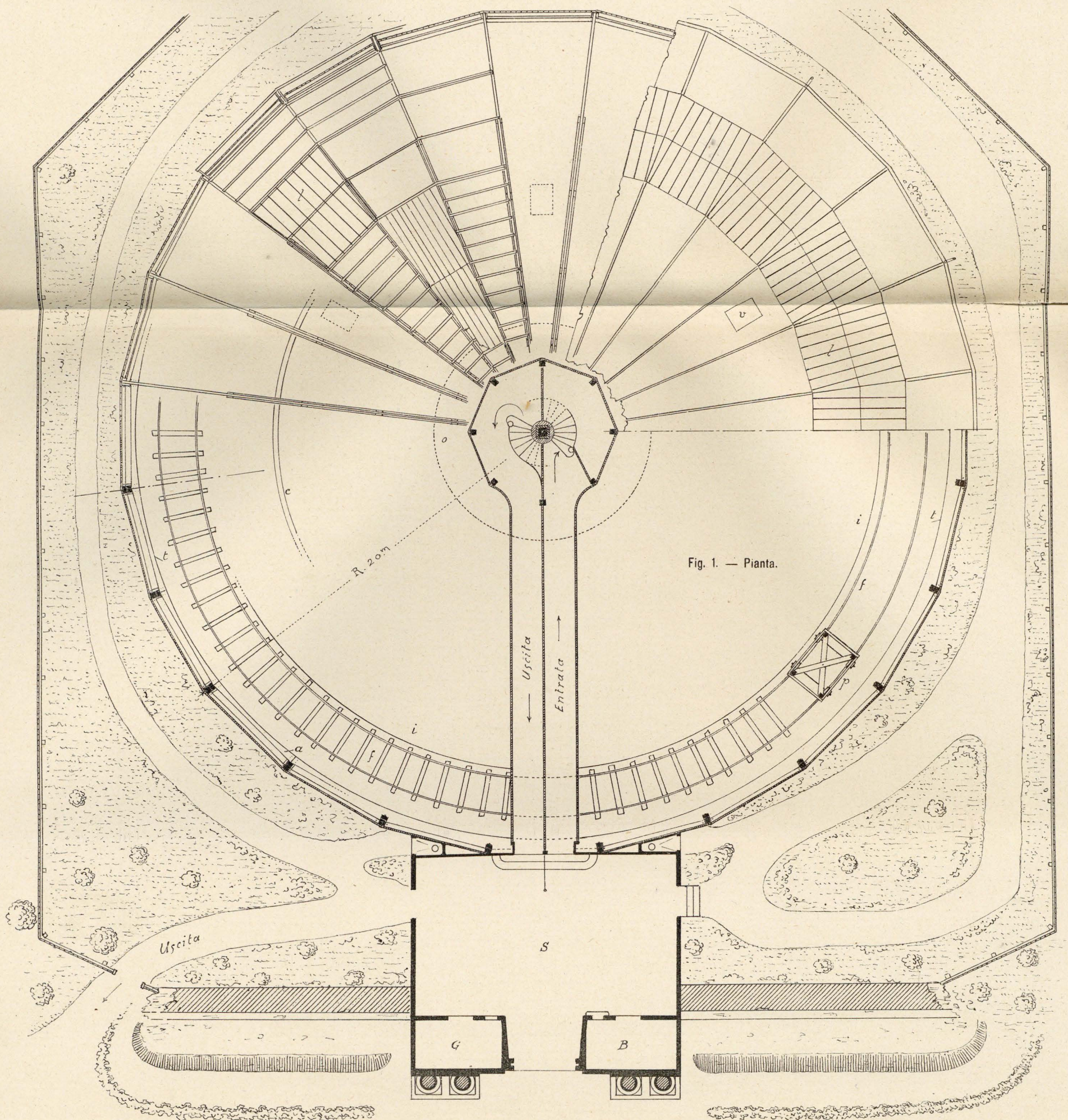
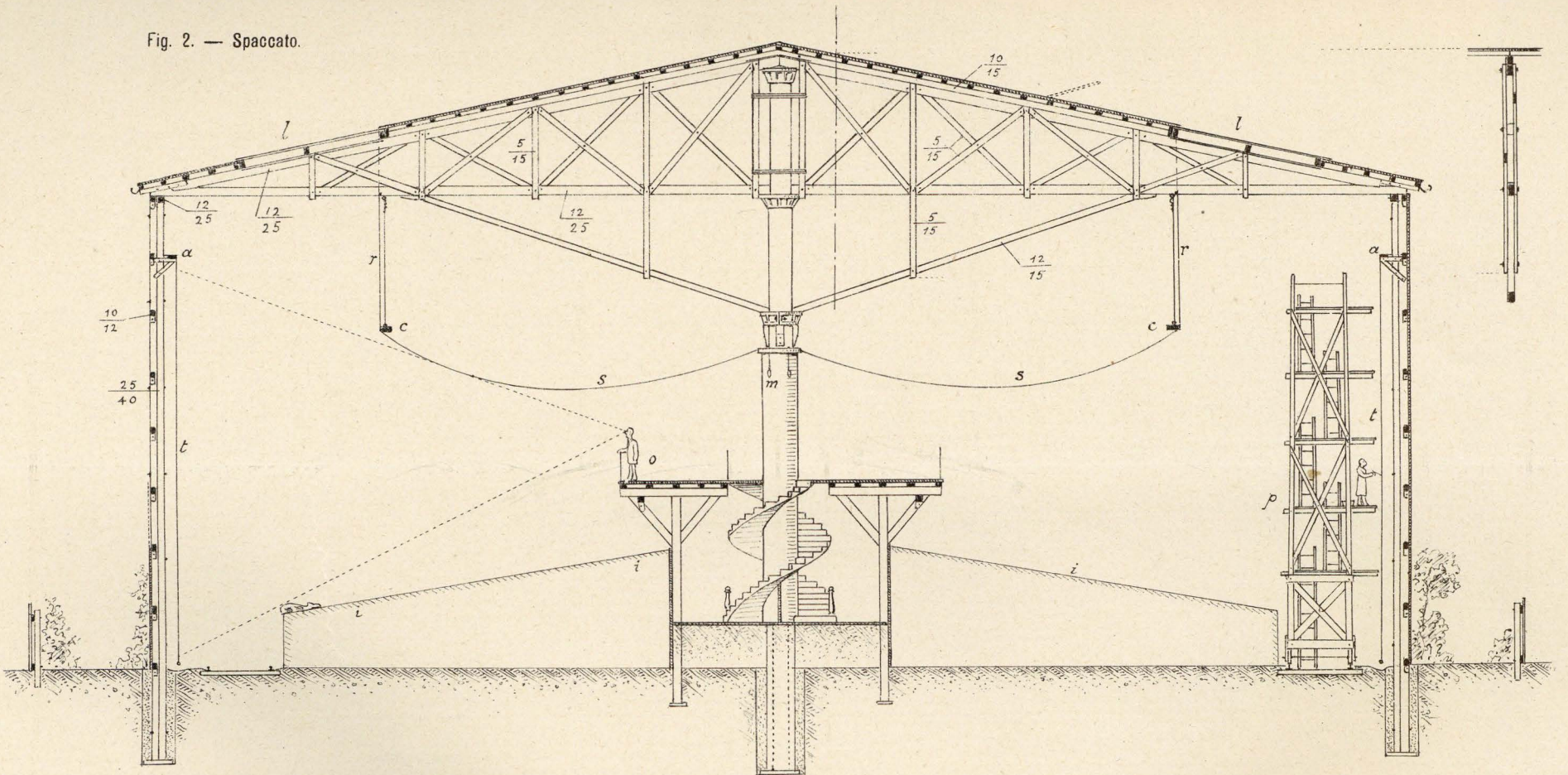
Dopo un interessante capitolo: « Gli operai italiani nei lavori del traforo del Sempione », nel quale si leggono importanti dati statistici sul numero degli operai, sul movimento dei salari, sulle disgrazie e sulle malattie e sulla molteplicità delle spese sostenute dall'Impresa generale per l'igiene ed il benessere dei lavoratori, a cui fecero dal loro canto concorrenza non lieve altre iniziative private, l'egregio Ing. Ferrucci conclude il suo lavoro osservando che a 100 anni di intervallo dacchè aprivasi la strada imperiale del Sempione, il 18 ottobre 1905 si muravano le ultime pietre nel rivestimento della grande galleria, attraverso quel monte.

Ma, mentre il concetto di Napoleone era di attraversare le Alpi per arrivare coi suoi eserciti ai confini orientali dell'Impero e mantenere ed estenderne la sua vastità, l'opera meravigliosa, che si è ora compiuta attraverso il Sempione, è un'opera di pace, di concordia fra le Nazioni amiche al di qua ed al di là delle Alpi, per la soddisfazione dei loro reciproci interessi e per il benessere di tutte le classi sociali.

Molti altri trafori dovranno ancora aprirsi in Italia ed in altre regioni per servire alle esigenze sempre crescenti di una facile e rapida locomozione, e l'applicazione dell'energia elettrica alla perforazione delle rocce è uno dei progressi che l'Ing. Ferrucci ha fede dovrà in non lontano avvenire realizzarsi. Epperò noi auguriamo al venerando uomo tanti anni di vita da poter assistere ancora ai nuovi prodigi che lo studio della elettrotecnica non mancherà di prepararci per la perforazione meccanica di lunghe gallerie.

G. SACHERI.

Fig. 2. — Spaccato.



Scala di 1: 200.

EDIFICIO PROVVISORIO IN LEGNAME PEL PANORAMA DELLA BATTAGLIA DI TORINO NEL 1706.

ING. RICCARDO BRAYDA

Tip. Lit. Società Editrice Politecnica