



# L'INGEGNERIA CIVILE E 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

## IDRAULICA MARITTIMA

### DEL PREDOMINIO

### DEL MOTO ONDOSO SU QUELLO DELLE CORRENTI NEL DETERMINARE IL MOVIMENTO DELLE MATERIE LUNGO LE SPIAGGE

Nota dell'Ing. Prof. GAETANO BRUNO (1).

(Veggasi la Tav. VII)

La naturale e permanente disposizione che prendono talune foci di fiumi, rivoli e canali sgorganti in spiagge mobili e sottili, è un'evidente pruova a favore della tesi, che prevale nel movimento delle materie lungo i litorali la energia del moto ondoso su quella delle correnti.

Le condizioni delle foci sui lidi del Mediterraneo, e propriamente su quelli ove sboccano i fiumi Tevere e Volturno, ci sembrano esempi luminosi, dei quali intendiamo qui fare oggetto di breve esposizione confortata da giudizi e paragoni che stimiamo ovvii ed opportuni.

I. — Il lido, lungo oltre 100 chilom. (tav. VII, fig. 1) da Porto d'Anzio (Nettuno) al Capo Linario, che si estende in direzione da S. 1¼ E. a N. 1¼ O., esposto per ciò ai venti fra il 2° ed il 3° quadrante, sul quale forma prominenza il delta del Tevere con l'Isola Sacra, contiene a manca ed a destra del gran fiume parecchie foci di rivoli ed emisarii naturali.

I più prossimi (tav. VII, fig. 2), sebbene a parecchie decine di chilometri di distanza, sono a S. (ossia alla sinistra del Tevere) il rivolo di Tor-Paterno, che scende dalla regione di Castel Porziano, ed intermediamente la forma di Ostia e Castel Fusano, che esita le acque alte del comprensorio della bonificazione di Ostia, nonché le acque basse che ora sono versate alla forma medesima meccanicamente. Verso N. (alla destra del fiume) evvi il braccio di Fiumicino, il canale Coccia di morto, la profonda forma di Maccarese, esito una volta dello stagno, ora dei canali di bonifica come per Ostia, il fosso Tre-Cannelle ed altri più lontani in presso Palo.

Ebbene, tanto le prime foci a S. come le seconde a N. sono tutte ripiegate in senso opposto, cioè simmetricamente rispetto alla foce del Tevere; e tal piegatura permane sempre e si ricostituisce ostinatamente, non ostante i lavori di scavo per raddrizzarla, in varii tempi praticati.

La fig. 2 dinota tale disposizione nell'assieme, accentuata più nelle foci prossime che in quelle lontane dal fiume grande. Soltanto quella di Fiumicino non obbedisce alle forze naturali, perchè costretta dall'armatura di moli artefatti a tenersi nella stabilita direzione.

Sono maggiormente ripiegate nel senso opposto suddetto

(1) Sullo stesso argomento e dello stesso Autore veggansi le Memorie seguenti, pubblicate in questo Periodico:

Considerazioni e note sugli effetti dovuti all'azione del mare sul litorale di Chiaia (Napoli). — Anno 1885, pag. 53-65.

Moto ondoso e trasporto di alluvioni sul litorale di Chiaia. — Anno 1891, pag. 113.

le forme di Ostia e Maccarese, perchè non solo desse sono più vicine al fiume, ma anche perchè è minima la prevalenza delle loro acque sul mare, e quindi il deflusso ha poca energia. Oltrechè tali forme sono profonde circa metri 3, e non trasportano torbide.

Ora è evidente che se una corrente marina qualunque agisse in una certa direzione, quelle foci dovrebbero essere ripiegate tutte nel senso del suo andare: nè la corrente medesima potrebbe mai dividersi in direzione sì decisamente opposta, quasi che il delta la bipartisse, imprimendole due moti simmetrici e divergenti.

Adunque è il moto fluttuante e propriamente quello corrente alla riva, eccitato dai venti occidentali, che respinge quasi equabilmente le arene sottilissime come limo, dal fiume abbandonate al mare, adducendole sulla spiaggia; le deboli correnti da terra non hanno forza di vincere tali ostacoli e piegano pazientemente in opposta direzione al replicarsi della insistenza di quelli. Così come il movimento delle sabbie lungo tutto l'esteso lido è affatto e costantemente dovuto al moto ondoso, similmente vi è obbligata la orientazione delle foci.

Se pure volesse considerarsi che la corrente fluviale avanzandosi prepotente in mare dividesse lo specchio d'acqua in due, mai più potrebbe obbligare una corrente parallela o alquanto inclinata alla costa a divergere in senso opposto; ma sì bene la correntia del fiume divide in due i flutti correnti che incontra di fronte, e questi derivando alquanto più a destra che a sinistra o viceversa, secondo la direzione del vento che incalza, giungono sempre alla riva sconvolgendo, trascinando ed infine accumulando le sabbie sulla spiaggia. Risulta da ciò l'ostruzione delle foci, per cui le acque da terra cercano esitarsi di lato, ove incontrano minor resistenza, ovvero così avviene perchè le due correnti si compongono assieme.

Vedremo più oltre come sia la prima ipotesi la più razionale, ma è certo che le foci rimangono obbligate alla indicata costante inflessione.

II. — Nell'ansa fra i promontori di Procida e di Gaeta mettono foce il Volturno ed il Garigliano; ma limita sul mare il continente del primo il tratto fra i colli di Cuma e Mondragone, i quali sono due contrafforti che ora non hanno preminenza in mare; forse l'ebbero in tempo assai remoto.

Quel tratto di lido misura circa 30 chilometri e quasi nel suo mezzo sgorga il Volturno, col prominente cono alluvionale (fig. 3).

Mettono foce nello stesso lido a sinistra, oltre agli emisarii dei laghi Fusaro, Licola e Patria, l'importante canale collettore denominato dei Regi Lagni (alla distanza di m. 6500 a S.) ed a destra l'altro simile collettore denominato della Piana con le acque delle Bagnane e della R. Agnena (alla distanza verso N. di m. 5500).

Essi sono i colatoi naturali del bacino inferiore del Volturno che questo divide in due distinte basse vallate; ma quelli esitano anche le acque proprie ai bacini elevati, il primo della Campania fino ai monti di Avella sopra Nola;

il secondo del versante S. E. dei monti di Carinola e di Roccamonfina fin presso Teano.

Le colature delle campagne basse e piane si raccolgono mediante grande numero di fossi e canali artefatti per bonificazione, che poi si riducono nei due canali solitarii poco prima delle loro foci. Sono adunque emissarii efficienti d'ordinario ad acque chiare, eventualmente con acque torbide, massime quando sfogano le esondazioni del fiume, il che per l'innanzi, cioè prima delle importanti opere di regolazione idraulica e di arginatura, bene spesso avveniva.

Le torbide proprie, sottili e leggere arene, si mescolano e si disperdono fra quelle che di continuo ed in molta maggior copia il lungo e tortuoso fiume asporta direttamente al mare, quale residuo dei più grossi detriti travolti nell'alto bacino dai suoi affluenti torrentizi.

Quelle torbide in parte sono abbandonate dalle acque esondanti nell'ultimo tronco del fiume, costituendo ed accrescendo il delta, ed in parte sono trascinate al largo e si spandono sott'acqua rialzando il fondo con poca declività intramezzata da rialzi, dorsi, cordoni o banchi paralleli: ma sono rimossi dai moti fluttuanti correnti verso la riva, dagli stessi trasportati e depositi sulla spiaggia; e dalle violenti burrasche sono spinte in alto col concorso del vento impetuoso e poi ammonticchiate in forma di dune. La estesa spiaggia subacquea è mobile e il lido si accresce successivamente sulla distesa di parecchi chilometri, seguendo il delta che a capo si avvanza.

La bocca del Volturno sebbene animata sempre dalla corrente fluviale, in alcuni periodi voluminosa, e potente molto, è orientata ora a destra, ora a sinistra, e lo scanno subacqueo, o barra, di molta larghezza (come può giudicarsi dall'ampio varco che nelle tenere alluvioni la corrente si apre) è anch'esso variabile.

Le mobili arene portate sul lido, incalzate dal mare, producono l'ostacolo che vince a volta a volta le deboli correnti delle acque dolci, sicchè tutti i canali che mettono foce in quel lido da Cuma a Mondragone, se liberi, senza armatura di sorta, subiscono l'interrimento e variano di forma secondo l'influenza del mare, ma sempre si dirigono volgendo come a dire le spalle o il gomito al Volturno, e perciò simmetricamente rispetto all'asse del delta.

Sono rimarchevoli questi effetti alle foci dei due suindicati importanti canali, Piana, R. Agnena e R. Lagni — che hanno nondimeno ufficio attivo ed importante, come si è descritto; e così pure avveniva all'antica foce del lago di Patria (fig. 3).

Si noti che il tratto di lido che abbraccia le ricordate foci, mentre fa parte di tutto il litorale fino a Gaeta, che è alquanto insenato (fig. 1) con la corda sua in direzione da S. E.-N. O., trovasi battuto normalmente dai venti nell'angolo fra O.-S. O.; sicchè le foci di cui parliamo, sembrano obbligate a quelle divergenze dalle due direzioni estreme dell'angolo di traversia che abbraccia i venti regnanti e dominanti del paraggio.

Le fig. 4 e 5 dimostrano in scala maggiore i particolari delle due foci, R. Agnena e R. Lagni, ripiegate in senso opposto l'una all'altra, allontanandosi dal Volturno parallelamente al lido; al quale andare sono costrette finchè le acque da terra acquistando carico per sosta e ringorgo o per sopravveniente piena, e profittando altresì delle calme del mare, possano vincere l'ostacolo e scaricarsi.

Tali effetti variabili ed alternati sono la risultante fra diverse forze che si fanno continuo contrasto con varia energia.

È anche utile riflettere che ambedue quegli alvei hanno il fondo dell'infimo loro tronco sottostante al livello medio del mare per oltre un metro, ed il pendio a monte è del

0,25 per mille: in magra il pelo d'acqua si dispone con pendio minimo del 0.20 per mille.

La velocità della corrente è molto mite tanto che occorre aumento di acqua perchè superi m. 0,25; e cresce nel periodo delle piene fino a m. 1,25.

Certamente non è forza di corrente generale parallela o inclinata alla costa che produce quelle ripiegature, chè dovrebbero trovarsi nella stessa direzione invece di essere opposte. Si noti anzi che una corrente permanente, che potrebbe essere la litoranea perchè procede da sinistra a destra, a causa del promontorio sottovento di Capo Miseno e delle isole, è allontanata dal lido basso ed insenato, e pare che giunga a N. all'altro capo più prominente di Gaeta, dove è contorta in senso opposto tornando verso il lido basso da N. a S. (1). Tale controcorrente e quella originaria diretta dovrebbero ripiegare le foci in direzione opposta a quanto si verifica di fatto costantemente.

Qualsiasi corrente parziale potesse essere generata dallo incontro delle correnti marine con quella fluviale, non potrebbe giungere a tanta distanza dal fiume, nè produrre sì poderosi e simmetrici fenomeni. Possiamo dunque confermare che il procelloso moto ondoso rompendosi sui bassi fondi sotto l'azione dei furiosi venti di traversia, che sono pure nel nostro lido dominanti e regnanti, trasformandosi in flutti correnti alla riva, bipartiti dalla corrente fluviale e dal delta, variamente modificati, secondo la prevalente energia, producono l'effetto della ostruzione e della diversione delle foci con varia intensità, ma sempre simmetricamente rispetto al fiume.

Ambedue quelle foci, come si è detto, per le piene proprie e per quelle conseguenti alle inondazioni del Volturno, invasano talune volte gran copia di acque, ed allora la corrente ha forza a raddrizzarle temporaneamente.

Nell'autunno 1851 la foce si scavò rettilinea per effetto di alluvione con profondità di m. 2 a 2,65; l'alveo a monte si dispose al 0,30 ‰. Nel dicembre 1890 essendosi la piena del Volturno gettata a sinistra, esaurendosi tutta per l'alveo Agnena, la forte corrente quivi accumulata si aprì di nuovo un varco rettilineo diretto, cioè normalmente al lido, escavando un gorgo profondo oltre 4 m. Pareva che tale apertura dovesse stabilire la foce in quella direzione, ma la corrente si ripiegò di nuovo. Ora per assicurarne l'attività, come in altre, è disposta una periodica manutenzione di scavo.

La foce dei R. Lagni, forse per la maggior copia di arene che le vanno contro, come lo dinota la protrazione del lido, effetto probabile dell'incidenza, con cui il fianco a sinistra del delta è incontrato dai marosi e dai venti regnanti da ponente, è maggiormente prolungata rispetto alle altre, e propriamente il tratto parallelo al mare è più lungo, e lo si vede replicato con ostinatezza dopo successive rotte laterali che dinotano la lotta continua tra le mareggiate e la correntia da terra. Ciò dipende fors'anche da poca permanenza nella portata e nella corrente del canale.

Nella fig. 5 sono disegnate tali fasi e ricordate anche le opere artificiali in varie epoche fatte per mantenere attiva la foce nella direzione normale al lido, consistente prima in sponde e banchine e poi in palificate a traforo (1841). Queste ebbero efficacia temporanea per la durata di circa un decennio, finchè la energia della corrente riunita e ravvivata dalle escavazioni prodotte dai moti vorticosi fra le palificate potette scavare lo scanno, fintanto che quelle furono mantenute e protratte; ma l'imperversare dei marosi,

(1) Di questa corrente di ritorno parlasi nelle Memorie sul bonifamento del bacino inferiore del Volturno dell'Afan de Rivera, del Mililoti, del Rossi V. A. e del Maiuri.

la nuova adduzione di materie, e quindi il protendimento della spiaggia e l'abbandono dell'opera, fecero perdere quei benefici effetti; sicchè l'opera stessa fu distrutta o sepolta, e la foce riprese la sua piega abituale (1).

Della foce dei R. Lagni così scrive il Rossi V. A. in uno dei suoi dotti scritti:

« A cagione di questo capo (Miseno) il moto radente del Mediterraneo si scosta dal lido, ed alla foce dei R. Lagni le correnti litorali si stabiliscono in senso contrario. Per la qual cosa, a tre miglia da essa scaricandosi il torbidissimo Volturno, ed a poca distanza dal lido quasi parallelamente ad esso giacendo un continuato basso fondo, una deposizione od insabbiamento erasi operato a destra di quella foce, che erasi però voltata a sinistra, verso cui nel 1859 distendevasi per oltre un miriametro per su la spiaggia prima di scaricarsi in mare: e la quale chiudendosi ad ogni mareggiata anche la più leggiera, non restava tanto difficultato lo scarico, da non potersi effettuare di poi che con un sottile velo d'acqua, che pure scaricavasi per la sinistra, e che però sempre più ne andava allungando la bocca da questo lato ».

Replichiamo non pertanto che se il descritto e costante effetto derivasse dal moto di corrente radente o parallelo al lido, la foce dell'Agnena, dovrebb'essere piegata in senso opposto; epperò il ricorso fatto al dotto Autore sta per confermare l'effetto ma non la causa che lo produceva e lo ripete tuttavia.

III. — In conclusione, dai descritti fenomeni e dai ragionamenti fatti può ritenersi che l'origine di quelli parte senz'altro dal moto fluttuante, trasformato in flutto corrente per la giacitura e per la orientazione del lido e sotto l'azione insistente del vento: il flutto corrente trovando le materie abbandonate dal fiume formanti dorsi e bassi fondi, le zappa e sconvolge, e le trasporta al lido, distribuendole lungo di esso in maggior copia ove possono meglio convergere. Tali materie formando base ed accrescimento alla spiaggia, sbarrano le foci, obbligandole a piegarsi in opposta direzione.

Ed ecco come avviene tale ripiegatura. Lo sgorgo è impedito dallo scanno: l'acqua del canale si rialza, perdendo sempre più la forza di corrente, sicchè non può vincere l'ostacolo, e si spande di lato; ma acquistando prevalenza e profittando del periodo di calma del mare, le torna possibile di aprirsi uno squarcio laterale sulla spiaggia e la corrente si sversa. Quando sopravvenisse una piena, lo squarcio stesso si approfonda, ovvero altro se ne apre più prossimo all'asta dell'ultimo tronco, od in direzione di questo.

Terminiamo questa nota dichiarando che nel distenderla abbiamo voluto limitarci a denunziare il fatto indicatore evidente di una causa generale. L'osservazione potrebbe non esser nuova, sebbene fra le tante scritture sugli effetti del moto ondoso e delle correnti marine, sugli insabbiamenti alle foci dei fiumi e sulle formazioni delle spiagge ed altre pubblicazioni, non abbiamo trovato alcun indizio di una simile dimostrazione.

D'altra parte, dai più illustri idraulici antichi (Leonardo da Vinci e Zandrini) a quelli moderni (Cialdi e suoi contemporanei) il ciclo, interrotto dal Montanari e suoi fautori, si chiude concorde nell'ammettere che sia prevalente

(1) Molte notizie e dati di fatto, come alcune figure, dobbiamo alla cortesia degli ingegneri dell'Ufficio speciale delle Bonificazioni in Napoli. Altre abbiamo tratte dalle più antiche carte e pel Volturno particolarmente dalle opere dell'Afan de Rivera, del Rossi V. A., del Mililotti, del Savarese, del Maiuri, dell'Amenduni, che furono luminari della corporazione delle Acque e Strade del Reame di Napoli e poi del Genio Civile d'Italia.

l'azione del moto fluttuante nel determinare il movimento ed il trasporto delle alluvioni; in circostanze speciali (come nell'Adriatico superiore) concorre soltanto al trasporto il moto radente e la corrente litoranea. Per queste ragioni abbiamo esposte le cose alla buona, e senza estenderci in ragionamenti, richiami, opinamenti diversi e paragoni, per non diventare più prolissi e noiosi nel dire.

Napoli, giugno 1892.

G. BRUNO.

## GEODESIA

### LE LIVELLAZIONI DI PRECISIONE ED IL LIVELLO DEL MARE.

Nota dell'Ing. OTTAVIO ZANOTTI BIANCO  
Libero Docente di Geodesia nella R. Università di Torino

(Continuazione e fine)

#### VI.

A mezzo delle livellazioni (1) si hanno le differenze di livello dei varii punti: si ottiene cioè l'andamento altimetrico del suolo secondo le varie direzioni livellate; si fa cioè l'ipsometria delle varie regioni. Quando però occorre paragonare punti lontani, non collegati o non collegabili fra loro con livellazioni geometriche o trigonometriche, occorre conoscere le loro altezze assolute sul *geoide*, riattaccandoli a questo con livellazioni parziali. Queste altezze, a lor volta per poter essere paragonate, esigono una buona conoscenza del *geoide*, o di quella superficie ad esso più prossima che in pratica si può realizzare, come vedremo più avanti. La conoscenza del *geoide* o superficie di paragone per le altezze è poi indispensabile al collegamento delle livellazioni nei varii Stati. La geodesia, il cui scopo è appunto principalmente lo studio del *geoide* e dei suoi divari da una nota *ellissoide di riferimento* che essa, previamente con lunghi e magnifici lavori, ha determinato, fra le altre operazioni, onde, a raggiungere il fine suo, si serve (2), si vale pure delle livellazioni geometriche collegate fra loro e con punti scelti lungo le coste marine.

Scopo ultimo pertanto di qualsiasi livellazione di precisione, e secondariamente d'ogni altra è la misura delle altezze dei punti della crosta terrestre sopra una superficie individuale e fissa di paragone. La determinazione di questa superficie richiede un'esame accurato. Come già avvertimmo, in geografia, in geodesia, in geometria pratica, l'espressione comune *altezza di un punto sul livello del mare* implica che detta superficie di paragone è il livello del mare.

(1) Le livellazioni in ordine di decrescente precisione sono: livellazione di precisione (geometrica), trigonometrica, barometrica, ipsometrica. La livellazione barometrica può per l'ingegneria servire tutt'al più per avere, in un rapido percorso, qualche idea sul rilievo del suolo in una regione; l'ipsometrica non serve neppure a questo: tanto l'una come l'altra applicate con discernimento e rigore, possono, in geografia, tornare utili in esplorazioni di contrade sconosciute o mal note, nelle quali non sia possibile una lunga permanenza, e l'effettuazione tranquilla e comoda di altre più lunghe misure.

(2) Nel concetto di BRUNS (*Die Figur der Erde*, 1877) alla determinazione del *geoide* occorrono determinazioni astronomiche di longitudine, latitudine ed azimut, livellazioni geometriche e trigonometriche, misure della gravità, triangolazioni geodetiche. Per lo studio dei divari del *geoide* dall'*ellissoide di riferimento* è capitale la già citata opera di Helmert, e tornano, e più torneranno vantaggiosi i teoremi di Yvon Villarceau e di Laplace; su quest'argomento poi non vanno scordate, dopo le varie memorie di Bessel, le tre opere seguenti: FISCHER PHILIPP, *Untersuchungen über die Gestalt der Erde*, 1868 — TISSERAND, *Traité de Mécanique céleste*, vol. II, 1891 — PUCCI ENRICO, *Fondamenti di Geodesia*, vol. II, 1887. Per più estese informazioni bibliografiche sulle attrazioni locali e questioni relative rimandiamo al già citato nostro lavoro, agli scritti del dott. S. Günther ed alle bibliografie geodetiche pubblicate per cura della Commissione Geodetica Internazionale, e dal Coast Survey, americano.

Ma in qualsiasi punto della costa è forse stabile il livello, il pelo dell'acqua marina? Se per *livello del mare* intendiamo il *geoide* o *superficie di livello zero*, è egli possibile averne materialmente un punto, od almeno la distanza sua da un caposaldo stabile ed invariabile? L'esperienza quotidiana, che ne mostra il mare sempre in movimento, ci dà il diritto di rispondere negativamente alla prima domanda, ci dà cioè il diritto di affermare che in nessun punto delle sue sponde il mare possiede un livello fisso ed immutato. Veniamo ora alla seconda questione: le ragioni medesime che ci fecero rispondere negativamente alla prima, ci fanno concludere nel senso medesimo rispetto alla seconda, sopra null'altro basandoci che sulla definizione del *geoide* data in sul principio: non possiamo quindi avere materialmente un punto del *geoide*, nè quindi la sua distanza da un caposaldo. In tali condizioni, imposte dalla natura delle cose, quello che rimaneva di meglio a fare, e si fece, si era di cercare di ottenere una superficie che si scostasse il meno possibile dal *geoide*, e della quale qualche punto fosse materialmente individuabile, e ad essa riferire le livellazioni. Salvo poi a studiare, occorrendo e potendolo, gli scostamenti di questa nuova superficie dal *geoide*. Si cercò quindi se fosse possibile in qualche modo di ottenere lungo la costa la distanza da un capo saldo di un pelo liquido fittizio ideale, che fosse ricavato da quello reale, eliminando da questo con misure molte e molte volte ripetute e con computi di medie le cause naturali perturbatrici, e che rappresentasse quindi un livello ipotetico, il meno possibile discosto dal *geoide*. Si pensò che se si riuscisse a misurare od a far registrare da apparecchi un grandissimo numero di distanze del pelo liquido reale, in luoghi convenientemente scelti, da un caposaldo, la media di tutte queste misure potrebbe rappresentare assai da vicino la distanza dal caposaldo del livello fittizio, ideale desiderato. Questo livello fu chiamato il *livello medio del mare*: esso vien così definito: *In un punto dato della costa il livello medio del mare è il livello corrispondente alla media delle distanze del pelo liquido rispetto ad un punto fisso, misurate o dedotte da apparecchi registratori in ogni istante di un determinato lasso di tempo*. Tanto più lungo sarà questo tempo, tanto più il *livello medio* sarà prossimo al *geoide*. Nella mente dei geodeti il *livello medio* testè definito è la superficie più prossima al *geoide* praticamente realizzabile. È indispensabile riferire la posizione del pelo liquido ad un caposaldo, per poter effettivamente cominciare da esso la livellazione, o ad esso collegare quell'altro punto nel quale si possa collocare la mira per la prima battuta indietro.

Vediamo ora rapidissimamente come si riesca ad ottenere la distanza da un caposaldo del *livello medio del mare*: per ciò fare ne è d'uopo una breve disamina delle cause che producono il movimento ondoso del mare.

Vi sono cause perturbatrici del riposo delle acque marine, che agiscono in modo periodico, altre in guisa, che nello stato attuale della scienza appare irregolare, e non legato a periodo di sorta.

È periodica con periodo *semi-diurno* la marea *luni-solare*. La marea giornaliera dissimula un'onda *semi-mensuale* molto meno importante dovuta alle variazioni della declinazione della luna, nella rivoluzione di quest'astro attorno alla terra. Essa nasconde ancora un'onda *semestrale* cagionata dal variare del sole in latitudine colle stagioni. Questi movimenti a lor volta subiscono poi tutti modificazioni di ben più lungo periodo prodotte dalle secolari variazioni delle orbite terrestre e lunare. Sonvi altri movimenti periodici, provenienti dall'atmosfera. Debolissime son le maree, che nell'atmosfera producono le attrazioni del sole e della luna, quindi insignificante, ma non nullo il loro effetto sul livello del mare. Lo stesso può dirsi, salvo casi rari di altissime pressioni, delle variazioni di pressione constatate a mezzo delle oscillazioni diurne ed annue del barometro. Sono poi periodiche le perturbazioni che al mare cagionano i venti alisei: è certo che una parte di quelle derivanti dall'evaporazione è periodica e legata al regolare avvicinarsi delle stagioni. Dall'evaporazione poi si origina certo qualche lieve mutamento nella salsedine dell'acqua.

Non si conoscono periodiche vicende alle correnti marine,

sebbene l'essere desse in parte originate dalle correnti generali dell'atmosfera, ed al ritmico avvicendamento di alte e basse temperature, e quindi di maggiore o minore evaporazione, non scompagnata da un alterarsi della salsedine dell'acqua, possa far nascere il sospetto che qualche parte dell'istoria loro sia a quei periodi connessa.

Sono poi irregolari affatto i movimenti del mare derivanti dai venti, cicloni, tempeste, che sorgono d'improvviso, agiscono a salti. Così variabile è l'azione dell'immissione dei fiumi nel mare, dell'erosione delle coste e dell'impedimento da queste opposto al propagarsi delle varie ondate. Vario pure, quantunque colla sua causa si ritenga continuo, l'effetto dei movimenti lenti del suolo, che al fondo del mare e sulle coste, ora per innalzamenti o depositi si solleva, ora per abbassamento od escavazioni si deprime. Brusca poi ed a scatti l'azione dei terremoti e dei vulcani. Risultante dall'azione di tutte queste cause è lo stato del mare in un determinato istante, la posizione così del suo pelo liquido ne sintetizza ad ogni istante l'istoria geofisica del mare. I mezzi ora in uso per riferire ad un caposaldo il livello dell'acqua sono i seguenti. Quello della misura diretta sopra un *idrometro* ordinario: per ricerche speditive e di breve durata serve il *flusometro* che richiede ancora osservazioni dirette. Dai *marcografi semplici o totalizzatori*, e dal *medimarmetro di Lallemand*, apparecchi registratori, si hanno curve continue, da cui coi noti procedimenti si deduce la distanza media del livello del mare dal caposaldo, ossia la distanza del capo saldo dal *livello medio del mare*. Naturalmente questa distanza corrisponderà tanto più da vicino al *livello medio del mare*, e questo al *geoide*, quanto più grande sarà il numero d'anni durante i quali si saran fatte le misure all'*idrometro* ed al *flusometro*, o saran stati in azione gli apparecchi a registrazione continua.

In Italia sono in attività istrumenti per lo studio delle maree nei luoghi seguenti: Ancona, Bari, Cagliari, Catania, Civitavecchia, Fano, Genova, Livorno, Messina, Napoli, Palermo, Pesaro, Ravenna, Rimini, Savona, Spezia, Venezia. In taluni di questi luoghi al mareografo sta vicino una stazione meteorologica: tutti dovrebbero averla. Sono già collegate alla livellazione di precisione i mareografi di Genova, Livorno, Civitavecchia, Napoli, Ravenna, Venezia, gli altri lo saranno man mano. Sui mareografi in Italia si possono avere estesi dettagli nei processi verbali della Commissione Geodetica Italiana, della Commissione Geodetica internazionale ed in una memoria intorno ad essi dell'egregio comm. Alessandro Betocchi che sovrintende a questo servizio.

A questo modo si hanno lungo le coste marittime molti capisaldi che distano dal *livello medio del mare*, di quantità dedotte a quel modo che si disse. Qui occorre subito un'osservazione. Le distanze di questi capisaldi dal *livello medio del mare* non sono fra loro, rigorosamente, comparabili, se non quando in ogni stazione mareometrica si saranno adoperati istrumenti d'egual precisione, eguali metodi di calcolo e d'osservazione e le durate delle osservazioni siano ugualmente lunghe. Ciò ora non si verifica in Europa; quindi, a tutto rigore, il *livello medio del mare* nei vari punti della costa non offre appiglio a paragoni. Però essi si fanno e si supplisce alla detta mancanza indicando per ogni punto la durata delle osservazioni e la natura dell'istrumento mediante il quale furono istituite; indicazioni che valgono a chiarire l'importanza, il peso che ad ogni dato si può attribuire.

Data la mobilità della crosta terrestre, sono probabili e non rari spostamenti relativi della costa sul fondo del mare: occorre quindi notare l'epoca in cui un caposaldo fu collegato in un dato punto al mareografo e quindi al *livello medio del mare* in quello, ciò potrà servire a studi di geologia e di geodesia.

Il *geoide* essendo, lo vedemmo, variabile, sebbene di pochissimo e con lentezza estrema nel tempo, anche il *livello medio del mare* che deve accompagnarlo il più che sia possibile da vicino, sarà mutabile. Pertanto lo studio di esso *livello medio*, comparando fra loro i dati di varie epoche ad esso relativi, potrà darci qualche notizia circa le variazioni del *geoide* e servire a risolvere taluni fra gli importanti pro-

blemi che ne propongono la geodesia e la geologia. È indubitabile che quanto più progredisce ciascuna scienza, tanto più si estendono le frontiere loro comuni e maggiore si fa l'aiuto che l'una l'altra si possono prestare.

## VII.

Essendosi così in molti punti determinato il livello medio del mare, si può domandare, se livellando dall'uno all'altro si trovi fra essi una differenza di livello nulla: e se quindi qualsiasi punto della costa si possa indifferentemente prendere come origine delle livellazioni, come zero delle altezze. La scelta di tale origine, di tale zero, è importante per ogni singola nazione, ma più ancora pei collegamenti internazionali e per lo studio di tutto il globo.

La ragione che spinse a proporre tale questione fu quella derivante dal fatto che la superficie del *geoid*e è irregolare, e che tale pure è quella determinata dai mareografi, che da esso di poco si scosta. Quanto diremo della forma del *geoid*e, devesi pertanto attribuire anche al livello medio del mare. Se la terra fosse ferma, omogenea e senza rugosità o cavità, il *geoid*e sarebbe una sfera. La terra omogenea, interamente fluida, o con certa costituzione ipotetica a strati, in moto come lo è, ha per *geoid*e un'ellissoide di rivoluzione schiacciata ai poli. Il *geoid*e della terra, in moto e quale è effettivamente costituita, non ha figura geometrica, ma si sa che di poco è diverso da un'ellissoide di rivoluzione non molto schiacciata alle estremità dell'asse di rotazione. Rispetto a questa ellissoide il *geoid*e presenterà pertanto delle ondulazioni, variamente, ma in generale, debolmente pronunziate.

Queste ondulazioni del *geoid*e si origineranno là ove, o per sollevamenti, o per cavità, o per condensamenti di materia, o per varia distribuzione di mari e continenti, si avranno o particolari attrazioni o notevoli salti di densità. Sull'entità di queste ondulazioni solo si sa che esse non possono essere molto grandi: è scopo precipuo della geodesia moderna, e le livellazioni di precisione vi contribuiscono efficacemente, il determinarle il più esattamente che sia possibile. Su queste ondulazioni geoidiche, e su certe ipotesi sulla costituzione della crosta terrestre, nonchè su alcune anomalie dei valori della gravità sulle isole in alto oceano, sono importantissimi i lavori di Airy, Pratt, Fischer, Stokes, Helmert, Saigey e quelli recentissimi di Hergesell.

Il *geoid*e, già lo dicemmo, non è una superficie geometrica rappresentabile con una sola espressione analitica: le ondulazioni che esso presenta, benchè piccole, rendono ragione di ciò. Facendo astrazione da queste ondulazioni dovute alla costituzione fisica della terra, il *geoid*e considerato come un tutto, e con assai vicina approssimazione, viene geometricamente rappresentabile con una sola espressione. Bruns fece vedere che questa superficie determinabile con osservazioni astronomiche, geodetiche, pendolari è del 14° grado: egli la chiamò *sferoide*, osservando come differisca di pochissimo da un'ellissoide. La superficie, cui applicando il teorema di Clairaut, vengono ridotte le osservazioni del pendolo, è, osserva Bruns, quella sferoide, non un'ellissoide. La differenza fra la *sferoide* ed un'ellissoide di riferimento determinata il più completamente che sia possibile è così piccola, che le due superficie si possono ritenere come coincidenti.

Il livello medio del mare riproduce assai da vicino la forma del *geoid*e: le livellazioni di precisione ne porgono mezzo di verificare, se i punti di quello, che nella maniera detta furono determinati, stiano, oppure non, sopra una sola e medesima superficie di livello.

Il confronto dei risultati di livellazioni antiche aveva dato per le differenze di livello di punti dei vari mari, numeri relativamente atti. Ma si noti che in quelle operazioni si partiva dall'ipotesi del parallelismo delle superficie di livello, che le teorie dinamica ed ortometrica erano ancora ignorate, e che i metodi, gl'istrumenti ed i processi di calcolo, non permettevano l'eliminazione degli errori accidentali o sistematici come si pratica oggidì.

Così si era trovato tra il Mediterraneo (Marsiglia) e l'Oceano Atlantico (Brest) un dislivello di + 4<sup>m</sup>,10 (sopra Marsiglia), che è il massimo avuto. Dalle osservazioni più recenti il

Lallemand trovò per tale dislivello solo due centimetri, ed ebbe per la massima differenza d'altezza fra le acque medie del Mediterraneo (Marsiglia) e quelle dell'Oceano Atlantico (Les Sables-d'Olonne) 20 centimetri. Su trentotto confronti tra punti dei mari d'Europa col Mediterraneo a Marsiglia, il prelodato geodeta francese, trova solo quattro dislivelli superanti i dieci centimetri (1).

A questo riguardo però i numeri più attendibili e recenti ci sono foruiti da un importantissimo lavoro presentato nello scorso anno alla Commissione permanente dell'Associazione Geodetica Internazionale dall'insigne suo Direttore dottore F. R. Helmert e compilato dal dottore Börsch coll'aiuto del dottore F. Kühnen. Di questo lavoro l'Helmert comunicò i principali risultati alla Commissione stessa nella riunione tenutasi in Firenze nell'ottobre dello scorso anno, della quale già tenemmo parola. La comunicazione dell'Helmert fu riportata nei fascicoli XI-XII (31 dicembre 1894) del *Cosmos* del prof. Guido Cora, che assisteva come invitato alla riunione di Firenze.

Su questo bel lavoro, che per qualche anno sarà l'ultima parola della scienza su questo argomento, ne giova intrattenerci alquanto.

Le livellazioni considerate non abbracciano che una parte dell'Europa, per il resto, come per le altre parti del mondo, per molto tempo forse nulla sapremo circa il dislivello fra i vari mari, tutto è ancora da fare.

L'Italia, la Francia, l'Austria, la Baviera, la Germania, la Svizzera, il Belgio, i Paesi Bassi; sono in tutto od in parte studiati sotto questo punto di vista. Non tutto il materiale in pronto fu utilizzato, e ciò allo scopo di ottenere che la rete di linee livellate fosse pressochè uniformemente fitta in ogni parte del territorio. Per l'Italia si usarono pressochè tutti i dati concernenti la parte superiore di essa. I dati italiani furono dedotti dal fascicolo primo sulla livellazione geometrica di precisione pubblicato nel 1889 dall'Istituto Geografico Militare Italiano e per la massima parte da una comunicazione del colonnello L. De Stefanis. Questo lavoro contiene tutte le livellazioni eseguite fino a quell'epoca in Italia, nella forma di linee poligonali e di raccordamenti colla Francia, Svizzera, Austria e coi mareografi. Per ogni linea è poi dato inoltre l'errore medio chilometrico dedotto dalla doppia livellazione. Questa comunicazione contiene poi ancora, per alcune linee di livellazione che corrono da Nord a Sud, e per quelle che attraversano l'Appennino, le differenze d'altezza per intervalli di circa dieci chilometri, per rendere possibile per queste linee il necessario più rigoroso calcolo delle riduzioni ortometriche.

In tutto s'introdussero a calcolo 48 poligoni che abbracciano tutto il territorio studiato, di cui seguono le linee dirette più importanti dalla costa settentrionale a quella meridionale e un certo numero di collegamenti trasversali. Dagli errori finali di questi poligoni, i cui perimetri misurano in media 852 chilometri, trattati col metodo semplice ordinario, s'ebbe nelle livellazioni un errore medio chilometrico di  $\pm 4,42$  millimetri.

Le correzioni ortometriche furono calcolate col metodo del Lallemand a mezzo del planimetro come a suo tempo fu accennato.

Per la compensazione dei 48 poligoni giusta il metodo dei minimi quadrati si fece uso del procedimento assai comodo, fornito da Gauss coll'inserzione di valori correlativi. In questa prima compensazione tutte le livellazioni vennero inserite nella supposizione che le singole tratte chilometriche siano tutte egualmente precise. A prima vista questa supposizione non sembra giusta, dato il valore degli errori chilometrici diverso per le regioni basse ( $\pm 0,7$  mm.) e per le regioni montuose ( $\pm 6$  mm.), come venne accertato parte dalla compensazione delle reti dei singoli paesi e parte da ricerche speciali. Un accertamento della precisione per la compensazione coll'aiuto di questi valori non avrebbe però tenuto conto abbastanza degli errori sistematici, che si verificano anche nelle regioni piane,

(1) LALLEMAND, *Note sur l'unification des Altitudes Européennes*; Comptes Rendus des Séances de la Commission permanente de l'Association Géodésique Internationale réunie a Fribourg I/B du 15 au 21 septembre 1890.

per tratti molto lunghi. In tali circostanze l'esperienza insegna che è sempre meglio incominciare la compensazione, supponendo un'eguale precisione nei singoli elementi (nel nostro caso rappresentati da una determinata tratta per la quale fu ammessa l'ipotesi di una livellazione lunga 100 chilometri). I cosiddetti pesi dei lati dei poligoni furono invece ritenuti proporzionali alla lunghezza espressa in centinaia di chilometri. La lunghezza media dei lati dei poligoni è di 180 chilometri.

Gli errori finali dei poligoni sono stati introdotti nella compensazione così come risultano facendo uso delle correzioni ortometriche. Che queste correzioni siano indispensabili quando si tratti di territori assai estesi, non dovrebbe ormai essere posto in dubbio. Ad ogni modo l'errore chilometrico è in media presso a poco uguale per tutti i 48 poligoni, con o senza queste correzioni, ma l'influenza sulla differenza di altezza della costa settentrionale e meridionale del campo di compensazione è così grande, che non può essere trascurata, essendochè risulta in media del valore di circa 15 centimetri, al massimo di 26.

Coll'aiuto della rete poligometrica, si riuscì a determinare le acque medie secondo la loro posizione rispettiva mediante livellazioni di collegamento, per lo più brevi.

Il risultato di questo lavoro si fu, che le acque medie del Mediterraneo e dell'Adriatico giacciono circa 13 centimetri

al disotto di quelle del Baltico, del mare del Nord e della Manica; che però differenze di questa specie s'incontrano anche lungo la costa settentrionale e meridionale. Una porzione di queste ultime differenze è senza dubbio, in massima, reale, come per esempio quelle sino a 15 centimetri per le stazioni lungo la costa dei Paesi Bassi. La realtà loro non può però, presentemente, ritenersi come dimostrata, quando si tratti di stazioni poste a distanze maggiori.

La verità di ciò, oltre che da altre considerazioni, fu provata anche nel modo seguente. Si sottopose cioè ad una compensazione la parte orientale della rete senza le misure francesi, e quindi la regione occidentale che abbracciava soltanto le misure francesi. Ora mentre colla compensazione generale la differenza di livello fra le acque medie di Genova e Marsiglia rispetto ad Amsterdam non è che di circa 1 centimetro, ricavata invece dalle due dette compensazioni parziali è di 36 centimetri. Una tal differenza in due diversi gruppi di livellazioni sopra una tratta di circa 1500 chilometri, fa credere che in generale la realtà della differenza delle acque medie nel territorio in questione dell'Europa centrale ed occidentale non è ben giustificata.

Riportiamo dal lavoro di Börsch, Kühnen ed Helmert alcuni quadri molto istruttivi ed interessanti.

Quadro I.

Numero	Mare	Luogo	Durata delle osservazioni	Altezza del livello medio del mare sul livello medio ad Amsterdam			
				I compensazione cm.	II compensazione cm.	III compensazione cm.	Secondo Lallemand cm.
1	Mare Baltico	Swinemünde . . . . .	1811-88	+ 9,9	+ 4,0	—	+ 1
2	»	Warnemünde . . . . .	1856-81	+ 7,2	+ 1,5	—	— 1
3	»	Wismar . . . . .	1849-81	+ 2,3	— 3,4	—	—
4	»	Travemünde . . . . .	1855-88	+ 1,8	— 3,8	—	— 6
5	Mare del Nord	Cuxhaven . . . . .	1843-79	+ 7,3	+ 2,1	—	0
6	»	Delfzijl . . . . .	1884-89	+ 2,3	+ 2,3	+ 2,3	+ 2
7	Mare del Nord — Zuidersee	Harlingen . . . . .	»	+ 4,3	+ 4,3	+ 4,3	+ 4
8	Zuidersee	Stavoren . . . . .	»	+ 9,1	+ 9,1	+ 9,1	+ 9
9	»	Elburg . . . . .	»	+ 10,0	+ 10,0	+ 10,0	+ 10
10	»	Nijkerk . . . . .	»	+ 8,2	+ 8,2	+ 8,2	+ 8
11	»	Amsterdam . . . . .	1701-1871	0	0	0	0
12	Mare del Nord	Helder . . . . .	1851-89	— 1,3	— 1,3	— 1,3	— 1
13	»	IJmuiden . . . . .	1884-89	— 1,9	— 1,9	— 1,9	— 2
14	»	Btouwershaven . . . . .	»	— 5,0	— 5,0	— 5,0	— 5
15	»	Vlissingen . . . . .	»	— 3,6	— 3,6	— 3,6	— 4
16	»	Ostenda . . . . .	1878-85	— 22,4	— 14,6	— 14,6	— 13
17	Manica	Boulogne . . . . .	?	— 1,2	—	+ 8,0	+ 3
18	»	Le Havre . . . . .	?	— 2,2	—	+ 11,3	+ 4
19	»	Cherbourg . . . . .	?	+ 0,7	—	+ 15,0	+ 8
20	Atlantico	Brest . . . . .	?	— 3,8	—	+ 11,9	+ 5
21	»	Camaret . . . . .	?	— 15,5	—	+ 0,4	— 6
22	»	Quiberon . . . . .	?	— 7,8	—	+ 8,6	+ 2
23	»	Les Sables d'Olonne . . . . .	Mezzo di 2 anni	— 29,8	—	— 12,3	— 17
24	»	Biarritz . . . . .	?	+ 1,2	—	+ 20,5	+ 16
25	»	St-Jean de Luz . . . . .	?	+ 3,7	—	+ 23,0	+ 18
26	Mediterraneo	Port Vendrés . . . . .	1888-90	— 10,0	—	+ 10,0	+ 6
27	»	Cette . . . . .	»	— 14,2	—	+ 6,6	+ 3
28	»	Marsiglia . . . . .	1885-90	— 16,8	— 24,5	+ 6,9	+ 3
29	»	Nizza . . . . .	1888-90	— 19,9	— 30,6	+ 0,8	— 3
30	»	Savona . . . . .	?	— 12,2	— 25,2	+ 6,2	+ 1
31	»	Genova . . . . .	1883-87	— 15,5	— 29,2	+ 2,2	— 2
32	»	Spezia . . . . .	?	— 9,2	— 22,1	—	+ 2
33	»	Livorno . . . . .	1857-58	— 12,8	— 25,5	—	— 3
34	Adriatico	Ancona . . . . .	?	— 12,7	— 24,7	—	— 5
35	»	Fano . . . . .	?	— 9,8	— 21,8	—	—
36	»	Pesaro . . . . .	?	— 24,8	— 36,8	—	—
37	»	Rimini . . . . .	?	— 14,8	— 26,8	—	—
38	»	Porto Corsini . . . . .	1874	— 15,7	— 27,6	—	— 1
39	»	Venezia . . . . .	1872-74	— 14,9	— 26,2	—	— 2
40	»	Trieste . . . . .	?	— 9,5	— 19,7	—	+ 5
41	»	Pola . . . . .	1873-78	— 4,7	— 14,8	—	—
42	»	Fiume . . . . .	3 anni	— 16,5	— 26,5	—	—

Per punto fondamentale di paragone fu scelto Amsterdam, che è quello pel quale la lunga serie di osservazioni (170 anni) offre il più sicuro livello medio.

Quadro II.

Luogo	Altezza sopra il livello medio ad Amsterdam		
	I	II	III
	compensazione cm.	compensazione cm.	compensazione cm.
Amsterdam. Zero della scala . . . . .	+ 16,2	+ 16,2	+ 16,2
Berlino. Zero normale (37 m. sotto il punto normale delle altezze all'Osservatorio) . .	+ 16,5	+ 10,5	—
Genova. Zero delle altezze provvisorie . .	- 48,2	- 61,9	- 30,5

Il caposaldo di Genova sta metri 2,914 sopra il livello medio e per questo è data la quota provvisoria + 3,241 m. (*Livellazione geometrica di precisione*, fascicolo I, pag. 10); così lo zero per queste altezze provvisorie giace 0,327 m. sotto il livello medio. Lo zero della scala di Amsterdam è lo zero per i Paesi Bassi; il punto normale di Berlino è lo zero per la massima parte della Germania.

Quadro III.

Mare	Altezze sopra il livello medio ad Amsterdam			
	I compensazione cm.	II compensazione cm.	III compensazione cm.	Secondo Lallemand cm.
Baltico . . . . .	+ 5,3	- 0,4	—	- 2,0
Nord . . . . .	- 0,4	- 1,2	—	- 1,7
Zuidsee . . . . .	+ 6,3	+ 6,3	—	+ 6,2
Manica . . . . .	- 0,9	—	+ 11,4	+ 5,0
Oceano Atlantico . .	- 8,7	—	+ 8,7	+ 3,0
Mediterraneo . . . .	- 13,8	- 26,2	+ 5,5	+ 0,9
Adriatico . . . . .	- 12,3	- 23,5	—	- 0,8

Se si formano ancora i valori medi per i mari settentrionali o per i meridionali si ha:

Altezze dei mari settentrionali sui meridionali  
secondo la I compensazione + 13,4 cm.  
» II » + 26,5 »  
» III » + 4,6 »  
» Lallemand + 2,0 »

Quanto questi dati siano incerti appare, oltrechè dalle precedenti considerazioni, anche dalle loro disparità rispettive. Per rendere ciò ancora più evidente e dimostrare contemporaneamente l'influenza delle correzioni ortometriche, si è per certe linee composta la seguente tabella.

Quadro IV.

Dal livello medio di	Fino al livello medio di	Distanze in chilometri	Differenze di livello osservate m.	Riduzioni ortometriche mm.	Correzioni dalla		Differenze d'altezza definitive					
					I compensazione mm.	II compensazione mm.	I compensazione m.	Errore medio mm.	II compensazione m.	Errore medio mm.	III compensazione m.	Errore medio mm.
Swinemünde	Trieste . . . . .	1587	- 0,407	+ 153	+ 60	+ 17	- 0,194	+ 85	- 0,237	+ 75	—	—
Cuxhaven	Genova . . . . .	1736	- 0,543	+ 206	+ 109	+ 24	- 0,228	+ 85	- 0,313	+ 81	—	—
Amsterdam	Genova . . . . .	1408	- 0,545	+ 227	+ 163	+ 26	- 0,155	+ 82	- 0,292	+ 87	—	—
Amsterdam	Marsiglia . . . . .	1696	- 0,015	+ 102	- 255	- 18	- 0,168	+ 90	—	—	+ 0,069	+ 85
Brest . . . . .	Port Vendrés	1082	- 0,124	+ 27	+ 35	+ 78	- 0,062	+ 105	—	—	- 0,019	+ 68

Dopo ciò viene ad imporsi la questione se convenga ovvero no, scegliere come zero fondamentale per tutto il territorio considerato, l'acqua media in un determinato luogo convenientemente scelto.

Vediamo anzitutto, da quanto precede, che molte e grandi incertezze regnano ancora sui numeri che danno le differenze di livello tra le acque medie dei vari punti delle coste d'Europa, così che l'Helmert, ben saggiamente lascia la cosa in sospeso. Molti inclinano a credere che le dette differenze non esistono e che siano in buona parte dovute alle imperfezioni inevitabili in operazioni così lunghe e complesse come le livellazioni di precisioni ed il loro calcolo.

Il Lallemand nel lavoro (1) in cui diede i risultati introdotti nell'ultima colonna del quadro primo, che non troppo poi si scostano da quelli corrispondenti dell'Helmert, così scrive:

« Quoi qu'il en soit l'ancienne hypothèse de l'uniformité du niveau des mers, primitivement admise d'après la loi de la mécanique des fluides, puis abandonnée sur la foi de mesures inexactes, paraît en voie de se réhabiliter, au moins dans l'ensemble et abstraction faite peut-être de quelques anomalies locales ».

Le differenze però tra le acque medie dei vari punti, reali, e forse più probabilmente non, per ora risultano dalle nostre livellazioni e bisogna considerarle, non foss'altro perchè non ne vien fatto di liberarcene.

(1) LALLEMAND (Secrétaire de la Commission du nivellement général de la France), *Note sur l'unification des altitudes européennes*. — Comptes-rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale tenue a Fribourg I/B du 15 au 21 septembre 1890.

In tali circostanze, dice l'Helmert nel suo *Rapporto*, è affatto inutile concepire un'acqua media che valga per l'intero territorio considerato. Sarebbe un risultato di calcolo senza alcuna importanza effettiva. Dato anche che i 250 poligoni di livellazione, in corso di studio nel territorio detto, fossero in pronto, il che non può sperarsi che di qui a parecchi anni, l'esattezza dei risultati non diverrebbe perciò gran fatto maggiore a causa degli errori sistematici, ma anche facendo astrazione da ciò, gli errori medi a calcoli fatti non si riducono che a 0,7 del loro valore attuale.

Ancora minore importanza avrebbe la determinazione, per via di calcoli, di un'acqua media unica, annettendovi le livellazioni dell'Europa intiera, perchè col crescere dell'ampiezza del territorio, crescerebbero gli errori della posizione relativa dei punti estremi.

Quindi nella scelta di uno zero unico per le altezze non rimane altro a fare che riportarsi all'acqua media di un dato luogo ovvero ad un punto fisso determinato preventivamente. Questo è quanto si pratica dai singoli Stati. Se si volesse applicare questo metodo a tutta l'Europa, ovunque venisse fissata l'origine delle altezze, si avrà sempre per gli Stati più lontani ed in conseguenza delle incertezze delle livellazioni nei collegamenti, dei dubbi e delle incertezze, di cui non sapremmo tenere conto, e che saranno di tale importanza, che i detti Stati faranno molto meglio riferendosi ad un punto scelto con giusti criteri sulle loro coste.

Queste considerazioni indussero l'Ufficio centrale della Commissione Geodetica permanente, a presentare, per mezzo dell'Helmert relatore, nella riunione del 1891 in Firenze la seguente proposta:

« Si desiste dalla scelta di uno zero comune delle altezze in Europa. Per gli scopi scientifici della geodesia le altezze

sul mare vengono desunte coll'aiuto delle livellazioni dalle coste vicine dell'Oceano Atlantico, del mare Mediterraneo, del mare Adriatico e del mare Baltico, scegliendo a questo scopo dei punti nei quali si prevede che l'acqua media, per dati teorici o per ragioni derivate dall'esperienza non soffra anomalie. L'Ufficio centrale dall'altro canto avrà cura costantemente di raccogliere, confrontare e collegare i risultati dei vari Stati e, soprattutto, di determinare la posizione relativa degli zeri speciali ».

Questa conclusione sarà sottoposta all'esame ed al voto dei Delegati dei diversi Stati nella riunione della Commissione Geodetica permanente che si terrà nel corrente anno in Bruxelles.

Concludiamo adunque che ne è tempo.

Per ora non è certo, che i punti determinati coll'osservazione del livello medio dei mari d'Europa stiano sopra una medesima superficie di livello; si hanno però molte e buone ragioni per credere che ciò avvenga in realtà. I progressi delle scienze geodetiche, le osservazioni mareografiche a lungo protratte, diranno un giorno se quest'opinione sia la verità.

Quanto più piccole saranno le differenze fra i livelli medi dei diversi mari, tanto più vicini si sarà al *geoide*: per quel tratto ben inteso in cui ciò si verifica, e tanto più quel punto del livello medio che si prenderà per zero delle altezze sarà vicino al livello zero.

Se arriverà un tempo che per una estesa regione si trovi nulla la differenza fra i livelli medi dei vari mari, potremo dire, che per essa o meglio per i punti di essa ove ciò si sarà verificato, il *livello medio* ed il *geoide* coincidono. Le cause perturbatrici della forma del *geoide*, di azione lenta, ma continua, possono fare che quella coincidenza non duri. Se verificandosi la coincidenza del livello medio e del *geoide* in un certo punto, noi lo fisseremo materialmente, individuando così fisicamente un punto della superficie di livello zero, vorrà ciò dire che in quel caposaldo noi avremo un termine di paragone invariabile e fisso per le ricerche avvenire? La continua mutabilità degli elementi che danno al *geoide* la sua figura; le incessanti variazioni del nostro globo; il sapere che, per la natura stessa del modo con cui si determina il livello medio del mare, questo varia, *ceteris paribus*, leggermente colla lunghezza del tempo che servi a determinarlo: ci fanno rispondere negativamente a quella domanda. Ma soggiungiamo subito: se quel caposaldo fu collocato in luogo che fra moltissimi risulti il più fisso, esso sarà quanto di più invariabile e fisso si può avere per la geofisica, allo scopo indicato.

Malgrado la mutabilità delle cose, il *geoide*, se si riuscirà ad averne qualche punto, od il *livello medio del mare*, determinato più rigorosamente che sia possibile, rimarrà sempre la più sicura superficie di riferimento e di paragone meglio rispondente ai bisogni della vita materiale ed intellettuale dell'umanità.

Torino, maggio 1892.

## CINEMATICA APPLICATA

### SOPRA UNA GUIDA CONCOIDALE APPROSSIMATA.

Tra le guide rettilinee che servono a muovere un punto in linea retta, mediante rotazioni degli elementi di un sistema articolato, la pratica preferisce le più semplici, e specialmente quelle di *Watt*, *Evans*, ecc., che senza essere rigorosamente esatte, danno un'approssimazione più che sufficiente per le applicazioni. Ciò non pertanto, si legge talvolta nei giornali tecnici, che queste guide non sono abbastanza esatte e che bisogna in ogni caso ricorrere a quelle di *Peaucellier*, *Hart*, ecc.

Ora che quelle guide non sieno applicabili agli strumenti di precisione, dove occorre un'esattezza sino al centesimo di millimetro, è naturale; ma per gli strumenti di controllo nel governo delle macchine, come indicatori e simili, che non sono apparecchi di precisione, è più che sufficiente la esattezza ottenibile colle guide rettilinee approssimate.

Io ho dovuto studiare una guida rettilinea concoidale riguardo alla sua esattezza, e credo non sarà privo d'interesse il conoscere il risultato ottenuto.

La guida è rappresentata schematicamente dalla figura che segue. Era prescritto:

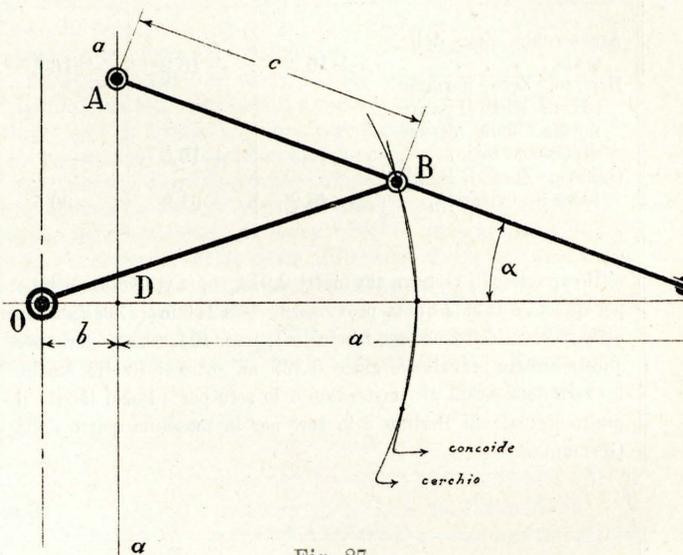


Fig. 87.

$$a = 80 \text{ mm.}$$

$$c = \frac{a}{2}$$

corsa totale di A = 56.6 mm.

È noto anzitutto che per la curva descritta da un punto qualsiasi di A P, si ha, rispetto alla coppia di assi P D, P E:

$$x = \left( \frac{a}{\cos \alpha} - c \right) \cos \alpha \quad y = \left( \frac{a}{\cos \alpha} - c \right) \sin \alpha$$

ed eliminando l'angolo  $\alpha$ , si ha la:

$$(x^2 + y^2) (a - x)^2 = c^2 x^2$$

che rappresenta una concoide di Nicomede.

Ciò premesso, la corsa di A dovendo essere divisa a metà dal punto D, i valori di  $\alpha$  oscillano tra i limiti:

$$\pm \alpha_0 = \pm 19^\circ 30'.$$

Il segmento corrispondente di concoide è stato sostituito da un segmento del cerchio avente comune con esso i due punti estremi ed il medio. Scelto come origine il centro O di questo cerchio, e cambiando segno alle  $x$ , il cerchio stesso di raggio R, è determinato dai 3 punti:

$$\left[ b + \frac{a}{2}; 0 \right]$$

$$\left[ \left( b + \frac{a}{2} \cos \alpha_0 \right); \pm a \left( \operatorname{tg} \alpha_0 - \frac{\sin \alpha_0}{2} \right) \right]$$

quindi:

$$b = a \operatorname{tg}^2 \alpha_0$$

$$R = b + \frac{a}{2}$$

e sostituendo i valori numerici:

$$b = 10.0 \text{ mill.}$$

$$R = 50.0 \text{ mill.}$$

Il punto A si troverà esattamente sulla  $a$  per:

$$\alpha = \alpha_0 \quad \alpha = 0 \quad \alpha = -\alpha_0$$

nelle posizioni intermedie esso devierà dalla  $aa$ , e sono appunto queste deviazioni che bisogna conoscere onde giudicare sull'esattezza della guida; ecco come furono determinate.

Rispetto all'origine O, detto M ( $x; y$ ) un punto qualunque del cerchio, sarà:

$$x^2 + y^2 = b^2 + \frac{a^2}{4} + ab.$$

Detto M<sub>1</sub> ( $x_1; y_1$ ) un punto qualunque della concoide, sarà:

$$x_1 = b + c \cos \alpha$$

$$y_1 = \left( \frac{a}{\cos \alpha} - c \right) \sin \alpha$$

d'onde:

$$x_1^2 + y_1^2 = b^2 + \frac{a^2}{4} + ab \cos \alpha + a^2 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha).$$

E se pongo:

$$x_1 = x + \Delta x$$

$$y_1 = y + \Delta y$$

$\Delta x$  e  $\Delta y$  rappresentano lo spostamento relativo tra M ed M<sub>1</sub>. Ora è facile convincersi dall'esame della figura che questo spostamento è uguale allo spostamento tra A ed il punto della  $aa$ , su cui esso A dovrebbe cadere se la guida fosse esatta.

Tutto si riduce dunque a studiare  $\Delta x$ , che rappresenta ciò che a noi realmente interessa: la deviazione orizzontale di A dalla verticale  $aa$ .

Comincio coll'osservare che per tutta l'oscillazione che consideriamo  $\Delta x$  e  $\Delta y$  sono abbastanza piccoli per trascurare le loro potenze superiori alla prima, quindi possiamo scrivere:

$$2x\Delta x + 2y\Delta y = ab(\cos \alpha - 1) + a^2 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha).$$

I 2 punti corrispondenti M ed M<sub>1</sub> del cerchio e della concoide giacciono entrambi sulla direzione di AP relativa ad  $\alpha$ , e precisamente il primo nell'incontro di questa direzione col cerchio, il secondo a distanza  $c$  dall'incontro della stessa direzione colla  $aa$ , quindi:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$2y\Delta y = a \operatorname{tg} \alpha (2 \operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha) \Delta x.$$

Sostituendo nell'equazione precedente e ricavando  $\Delta x$ :

$$\Delta x = \frac{b(\cos \alpha - 1) + a \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha)}{2 \frac{b}{a} + \cos \alpha + \operatorname{tg} \alpha (2 \operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha)} = f(\alpha).$$

Ecco la deviazione  $\Delta x$  in funzione di  $\alpha$ . Nelle posizioni media ed estreme, il punto A deve trovarsi esattamente sulla  $aa$ , ed infatti sostituendo nell'ultima espressione:

$$\alpha = \alpha_0 \quad \alpha = 0 \quad \alpha = -\alpha_0$$

si ottiene in tutti tre i casi:

$$\Delta x = 0.$$

Ma ciò che a noi interessa si è di conoscere la deviazione massima di A dalla  $aa$ . Eguagliando a zero la derivata di  $\Delta x$  si ottiene:

$$\left[ 2 \left( \frac{a}{b} - 1 \right) \cos \alpha + 2 \cos^2 \alpha + \frac{2}{\cos \alpha} - 1 \right]$$

$$\left[ \frac{2a}{\cos^2 \alpha} - (a+b) \cos \alpha - \frac{a}{\cos \alpha} \right] -$$

$$- \left[ \cos^2 \alpha (a+b) - \cos \alpha (a+b) + \frac{a}{\cos \alpha} - a \right]$$

$$\left[ -2 \cos \alpha + \frac{4}{\cos^2 \alpha} - \frac{1}{\cos \alpha} \right] = 0$$

la quale dopo qualche trasformazione si riduce alla:

$$2 \left[ b + \frac{b^2}{a} \right] \cos^4 \alpha + 2(a-b) \cos^3 \alpha + (9b-a) \cos^2 \alpha - 8b \cos \alpha - a = 0.$$

Sostituendo ai coefficienti i valori numerici, si avrà:

$$22.5 \cos^4 \alpha + 140 \cos^3 \alpha + 10 \cos^2 \alpha - 80 \cos \alpha - 80 = 0.$$

Quest'equazione  $f(x) = 0$  ha due radici reali; ed infatti le radici della derivata:

$$f'(x) = 90x^3 + 420x^2 + 20x - 80 = 0$$

sono:

$$x_1 = -4.58 \quad x_2 = -0.49 \quad x_3 = 0.40.$$

Sostituendo successivamente ad  $x$  nella  $f(x) = 0$  i valori:

$$-\infty \quad -4.58 \quad -0.49 \quad +0.40 \quad +\infty$$

si ottengono due variazioni di segno, l'una tra le due prime, l'altra tra le due ultime sostituzioni; quindi  $f(x) = 0$  ha due sole radici reali, che giacciono negli intervalli:

$$(-\infty; -4.58) \quad (0.40; \infty).$$

Esse sono infatti:

$$x_1 = -6.07$$

$$x_2 = 0.971.$$

Per noi vale soltanto la seconda, che dà:

$$\cos \alpha_1 = 0.971$$

$$\alpha_1 = \pm 13^\circ.50'.$$

Fatto  $\alpha = \alpha_1$  nell'espressione di  $\Delta x$ , si ottiene:

$$\Delta x_{\text{mass.}} = -0.1186 \text{ mm.}$$

Nell'oscillazione considerata, le deviazioni  $\Delta x$  sono negative, cioè il punto A devia a destra della  $aa$ , come può convincersi chi disegni esattamente la guida in diverse posizioni; per  $\alpha = 0$  la deviazione è nulla, per  $\alpha = \pm \alpha_0$  essa raggiunge un massimo negativo, per  $\alpha = \pm \alpha_0$  è ancora nulla, per diventare positiva al di là dei limiti posti. Le deviazioni sono abbastanza piccole per potere concludere che: queste guide concoidali possono dare un'approssimazione più che sufficiente per la pratica, e sono applicabili ogni qualvolta non faccia difetto l'attrito che si sviluppa nel corsoio ruotante attorno al polo P.

Roma, marzo 1892.

UGO ANCONA.

## TECNOLOGIA MECCANICA

### SUL MODO DI LAVORARE DEGLI UTENSILI MULTIPLI E PIU' SPECIALMENTE DELLE FRESE.

Gli utensili che più comunemente si adoprano nelle macchine per la lavorazione dei metalli e dei legnami, a seconda del numero dei denti o spigoli taglienti da cui sono costituiti, si possono distinguere in due grandi categorie: utensili *semplici* o ad un sol taglio, quali quelli dei torni, delle pialle e simili, ed utensili a più tagli, o *multipli*, dei quali il tipo più caratteristico, e probabilmente anche il più antico (\*), è la sega.

Queste due classi di ferri differiscono notevolmente fra di loro non solo nella forma esterna, ma bensì anche nel loro modo di funzionare. L'utensile semplice in genere, durante la lavorazione, resta fisso, o tutt'al più riceve un lento spostamento in direzione normale al proprio asse; il suo spigolo tagliente è costantemente in contatto col pezzo, e perciò il truciolo che ne stacca può essere lungo quanto la *passata*: le dimensioni della sezione retta del truciolo poi sono costanti, sicchè quando siano noti la profondità della passata e lo spostamento dell'utensile corrispondente ad ogni giro, o ad ogni corsa (secondochè si tratti di torni o di macchine a corsa rettilinea, come le pialle e simili), sarà facile apprezzare lo sforzo a cui l'utensile e le diverse parti della macchina saranno assoggettate per fare un determinato lavoro.

Gli utensili multipli invece sono quasi sempre dotati di un moto rotatorio continuo intorno al proprio asse; i vari denti o spigoli taglienti vengono *successivamente* in contatto del pezzo in lavoro; di modo che, durante un giro, pure avendo

(\*) Nei mosaici della Cappella Palatina del Palazzo Reale di Palermo, che datano dal XII secolo, in alcune scene del Vecchio Testamento è raffigurato Noè coi figliuoli intento a tagliar dei tronchi di alberi per fabbricar l'Arca servendosi di seghe che differiscono ben poco da quelle comuni diritte dei nostri falegnami e dei nostri segantini!

un lavoro continuo, ciascun dente non è in azione che per una frazione relativamente piccola della durata del giro stesso. Invece che un sol truciolo per passata, se ne hanno quindi tanti quanti sono i denti e i giri dell'utensile, ed il loro spessore non è costante, ma varia ad ogni istante secondo una legge che non si lascia enunciare *a priori*.

Ora, a parità di tutte le altre condizioni, lo sforzo che fa un utensile è proporzionale allo spessore del truciolo che asporta. Non mi pare quindi debba riuscire privo di interesse e di pratica utilità il ricercare l'espressione esatta di questo spessore anche per gli utensili multipli.

È tale è appunto lo scopo principale del presente studio.

Il problema dunque che io mi propongo di esaminare si può enunciare così:

« Dato un utensile multiplo, dotato di moto rotatorio intorno ad uno dei suoi assi di simmetria, per es., una sega circolare, una fresa, ecc., trovare la relazione che passa fra il raggio e il numero dei denti dell'utensile, l'avanzamento del pezzo in lavoro e lo spessore del truciolo portato via da un dente ad un istante qualunque della passata. »

Per fare un caso particolare e fissar meglio le idee, considererò più specialmente una fresa (\*); ma sarà facile vedere che tutto quanto verrò esponendo si potrà, con poche varianti, applicare a qualunque altro utensile, il quale lavori come una fresa.

Rappresenti la fig. 88 la sezione di una fresa qualunque normale all'asse di rotazione, ed A, B, C..., siano alcuni denti consecutivi. Supporrò che — come si pratica più comunemente — le faccie Aa, Bb... dei denti passino per l'asse O della fresa.

Per semplificare poi i calcoli ed i ragionamenti, supporrò ancora che il pezzo in lavoro resti fisso, e che la fresa si sposti parallelamente a se stessa nel medesimo tempo che essa gira intorno al proprio asse. Ciò non corrisponde esattamente a quanto generalmente si verifica nelle macchine fresatrici attuali; ma non è difficile vedere che con tale ipotesi non si varia per alcun verso il modo di funzionare dell'utensile e il lavoro da esso fatto.

(\*) Chiamo *macchine fresatrici* quelle che i Francesi dicono *machines à fraiser*, gli Inglesi *milling machines* e i Tedeschi *fraesmaschinen*, e *frese* gli utensili che colle medesime si adoprano. Le altre denominazioni suggerite finora, per quanto forse più pure dal punto di vista linguistico, non mi paiono nè più proprie, nè più diffusamente accettate per meritare di essere preferite.

Sia  $Ox$  la traccia del piano in cui riterrò si muova l'asse della fresa; rappresenti  $r$  il raggio  $OA$  della fresa stessa,  $\beta$  l'angolo  $BOA$  fatto dalle faccie di due denti consecutivi A e B, e  $h$  l'avanzamento lineare della fresa *corrispondente ad una rotazione uguale all'angolo  $\beta$* , ossia *ad un dente*, e che chiamerò *avanzamento elementare*, per distinguerlo da quello corrispondente ad un giro completo della fresa, che, se  $n$  è il numero dei denti, sarà uguale a  $nh$ .

Se, come quasisempre si verifica nella pratica,  $nh < 2\pi r$ , tutti i punti della fresa, nel loro duplice movimento descriveranno altrettante *cicloidi allungate*, che, per punti disposti su di una stessa circonferenza di centro O, come le estremità A, B... dei denti, saranno perfettamente identiche fra loro.

Assumendo per assi coordinati le due rette  $Ox$ ,  $Oy$ , e contando gli angoli di rotazione della fresa a partire dall'asse  $Oy$ , un punto qualunque della cicloide descritta da una qualunque delle estremità A, B... dei denti corrispondente ad una rotazione  $\alpha$ , avrà per coordinate:

$$x = nh \frac{\alpha}{2\pi} + r \sin \alpha \quad \text{e} \quad y = r \cos \alpha.$$

Per mezzo di queste due equazioni si potranno tracciare le cicloidi AM e BN, descritte dai due denti consecutivi A e B.

Ora la quantità di materia che deve essere asportata dal dente B sarà rappresentata dallo strato compreso fra queste due curve. Di più, se prendo a considerare un punto qualunque della curva BN, per es.  $B_1$ , e con centro in esso descrivo un arco di circolo col raggio  $r$  della fresa, incontrerò la retta  $Ox$  in un punto  $O_1$  che rappresenterà la posizione dell'asse della fresa corrispondente alla posizione  $B_1$  del dente B, e tirato il raggio  $O_1B_1$ , il segmento  $A_1B_1$  che su di esso intercetta la cicloide AM del dente antecedente A rappresenterà quello che si può chiamare lo *spessore del truciolo del dente B* nell'istante considerato.

È il valore di  $B_1A_1$ , che indicherò con  $\epsilon$ , che io mi propongo di determinare.

In questo intento osservo che se con centro in  $A_1$  si descrive un circolo di raggio  $r$ , esso taglierà  $Ox$  in un punto  $O'_1$ , il quale rappresenterà la posizione dell'asse della fresa allorchè il dente A dalla posizione A sarà passato a quella  $A_1$ . Il segmento  $O_1O'_1$  sarà eguale all'avanzamento elementare della fresa, ossia sarà  $O_1O'_1 = h$ . Di più, contando gli angoli di rotazione descritti dal dente A a partire da  $OA$ , come si è detto, e chiamando  $\alpha$  l'angolo di cui ha rotato la fresa allorchè il suo asse è passato da O in  $O_1$  sarà:

$$\widehat{O_1O_1A_1} = 90 + \alpha - \beta.$$

Del triangolo  $O_1A_1O'_1$  conosceremo dunque due lati ed un angolo, e si potrà quindi calcolare immediatamente il terzo lato. Avremo:

$$O_1A_1 = -h \sin(\alpha - \beta) \pm \sqrt{r^2 - h^2 \cos^2(\alpha - \beta)}.$$

Ma poichè:

$$\epsilon = B_1A_1 = O_1B_1 - O_1A_1 = r - O_1A_1$$

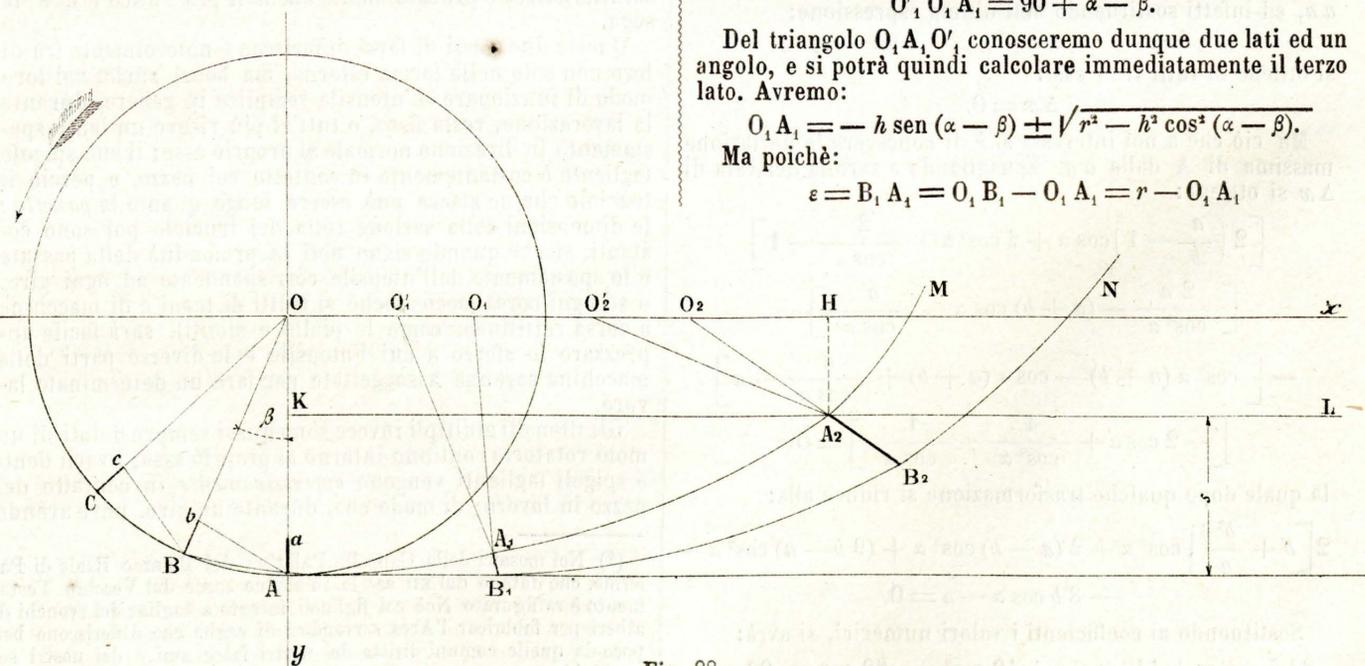


Fig. 88.

sarà:

$$\varepsilon = r + h \operatorname{sen}(\alpha - \beta) \mp \sqrt{r^2 - h^2 \cos^2(\alpha - \beta)}$$

e poichè nella pratica non è mai  $B_1 A_1 > r$ , così si potrà trascurare il valore dato dal segno + al radicale e scrivere:

$$\varepsilon = r + h \operatorname{sen}(\alpha - \beta) - \sqrt{r^2 - h^2 \cos^2(\alpha - \beta)} \quad (I)$$

che è l'espressione cercata (\*).

In essa però non figura un elemento importantissimo per la pratica, e cioè l'altezza della passata, vale a dire lo spessore dello strato di metallo che si asporta durante una corsa della macchina.

D'altro lato poi essa ci dice che  $\varepsilon$  varia ad ogni istante con  $\alpha$ . Per poter dunque apprezzare esattamente lo sforzo a cui saranno sottoposti i denti della fresa in un dato lavoro, bisognerà anche conoscere quale sarà il valore massimo che, nelle condizioni date,  $\varepsilon$  verrà ad assumere.

Prima dunque di procedere oltre converrà ricercare questo massimo di  $\varepsilon$ , che chiamerò  $\varepsilon_x$ , e calcolarlo in funzione dell'altezza della passata, AK, che porrò uguale ad  $s$ .

A tal fine osservo come dalla (I) risulti che per  $\alpha$  compreso fra 0 e 90° il valore di  $\varepsilon$  cresce col crescere di  $\alpha$  stesso. Ora siccome nella pratica, tranne casi speciali abbastanza rari (\*\*), un dente non lavora mai per un angolo > 90°, così non mi par difficile vedere che il valore massimo dello spessore del truciolo per un dente B corrisponderà alla posizione in cui la traccia OB della sua faccia passa pel punto A<sub>2</sub> d'intersezione della cicloide AM del dente A colla traccia KL della faccia superiore del pezzo in lavoro.

Se dunque tiriamo la retta O<sub>2</sub>A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> in modo che sia O<sub>2</sub>B<sub>2</sub>=r, il punto O<sub>2</sub> rappresenterà la posizione della fresa allorchè il dente B è in B<sub>2</sub> e lo spessore A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> del suo truciolo ha raggiunto il suo valor massimo  $\varepsilon_x$ .

Ora tiriamo A<sub>2</sub>H perpendicolare ad O<sub>2</sub>x e A<sub>2</sub>O<sub>1</sub>=r.

Con un ragionamento uguale a quello fatto per calcolare  $\varepsilon$  si potrà dimostrare che O<sub>2</sub>O<sub>1</sub>=h. Di più, dal triangolo O<sub>1</sub>A<sub>2</sub>H dove A<sub>2</sub>H=r-s si deduce:

$$\operatorname{sen} H O_1 A_2 = \frac{r-s}{r}$$

e quindi:

$$\cos H O_1 A_2 = \frac{\sqrt{2rs - s^2}}{r}$$

Ma considerando il triangolo O<sub>2</sub>O<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, si vede che:

$$O_2 A_2 = \sqrt{h^2 + r^2 - 2hr \cos \hat{O}_1 A_2}$$

sarà quindi anche:

$$O_2 A_2 = \sqrt{h^2 + r^2 - 2h\sqrt{2rs - s^2}}$$

Ora:

$$\varepsilon_x = O_2 B_2 - O_2 A_2 = r - O_2 A_2$$

quindi sarà:

$$\varepsilon_x = r - \sqrt{h^2 + r^2 - 2h\sqrt{2rs - s^2}} \quad (II)$$

che è quanto si cercava.

Dall'esame delle relazioni (I) e (II) si possono dedurre alcune proprietà della fresa che non sono senza interesse per la pratica.

1. — In primo luogo dalla relazione (I) noi vediamo che lo spessore dei trucioli è proporzionale all'avanzamento elementare  $h$  della fresa, o del pezzo in lavoro (ciò che si poteva facilmente arguire anche *a priori*), ma varia ad ogni posizione che il dente prende nella sua rotazione, come già ho

(\*) Svolgendo il radicale in serie e prendendo i due soli primi termini, essa assume la forma:

$$\varepsilon = h \operatorname{sen}(\alpha - \beta) + \frac{1}{2} \frac{h^3}{r} \cos^2(\alpha - \beta)$$

(\*\*) Ciò si verifica nelle cosiddette frese frontali, nelle quali gli spigoli taglienti sono disposti in un piano perpendicolare all'asse di rotazione.

fatto notare; e varia secondo una legge abbastanza complessa che non è possibile formulare a parole, ma che è facile rappresentare graficamente tracciando le cicloidi di due denti vicini.

2. — Dall'equazione (I) si vede ancora che, ritenendo invariate tutte le altre condizioni di lavoro (diametro della fresa, avanzamento del pezzo, ecc.), lo spessore del truciolo varia coll'angolo  $\beta$  fatto dalle faccie di due denti consecutivi, e precisamente cresce col crescere di esso. E siccome col crescere di  $\beta$  diminuisce naturalmente il numero dei denti della fresa, così se ne conchiude che lo spessore del truciolo cresce col diminuire del numero dei denti.

Converrà dunque dare alle frese il maggior numero di denti che sia possibile, compatibilmente ben inteso colla facilità di arrotarli, col diametro della fresa, ecc., poichè — a parità di tutto il resto — si potrà ottenere la stessa quantità di lavoro facendo faticar meno ogni singolo dente.

3. — Dall'equazione (II) risulta che per un'altezza della passata  $s=r$ , raggio della fresa, si ha  $\varepsilon_x=h$ , e che per qualsiasi valore di  $s < r$ ,  $\varepsilon_x$  è sempre minore di  $h$ , il che vuol dire che sempre quando l'altezza della passata sia minore del raggio della fresa, lo spessore dei trucioli è sempre minore dell'avanzamento elementare.

Ora questo è evidentemente il caso più frequente della pratica, specialmente se si adoprano frese che abbiano diametri non addirittura piccolissimi. Se ne può quindi concludere che per raggiungere un dato spessore di trucioli bisognerà in generale adottare avanzamenti notevolmente superiori allo spessore stesso, a meno di fare l'altezza della passata esattamente uguale al raggio della fresa.

Questa proprietà degli utensili multipli è una delle loro caratteristiche più originali, ed ha importanza grandissima per la buona utilizzazione della macchina. Poichè la differenza fra lo spessore massimo del truciolo e l'avanzamento dell'utensile può essere tutt'altro che trascurabile, come farò risultare esaminando partitamente l'influenza che ha su  $\varepsilon_x$  ognuno dei vari elementi del lavoro: altezza della passata, raggio della fresa ed avanzamento elementare.

Incominciamo dall'altezza della passata  $s$ . Nelle seguenti tabelle, servendomi dell'equazione (I), ho calcolato il valore che assume  $\varepsilon_x$  quando con una stessa fresa di raggio  $r$  uguale rispettivamente a 100 e a 50, e con un avanzamento elementare costante  $h=1$  si facciano diverse passate di altezze variabili di 10 in 10.

TABELLA I.

Spessore massimo dei trucioli corrispondente a valori diversi dell'altezza della passata  $s$ , ritenendo

a)  $r = \text{cost} = 100$  e  $h = \text{cost} = 1$

$s =$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\varepsilon_x =$	0.43	0.60	0.71	0.80	0.87	0.92	0.95	0.98	0.99	1.00

b)  $r = \text{cost} = 50$  e  $h = \text{cost} = 1$

$s =$	10	20	30	40	50
$\varepsilon_x =$	0.60	0.79	0.92	0.98	1.00

Si vede che variando l'altezza della passata, per es. da 100 a 20, ossia dell'80 0/100, e restando invariato tutto il resto, lo spessore del truciolo diminuisce del 40 0/100. Se dunque dopo di avere così cambiato  $s$  si volesse continuare a far sviluppare ai denti della fresa lo stesso sforzo di prima, bisognerebbe

rebbe aumentare l'avanzamento del pezzo in lavoro nella proporzione suddetta (\*).

Di qui risulta un nuovo argomento in favore delle passate grosse, poichè con esse, oltre a portar via più materia, si può utilizzar meglio l'utensile senza ricorrere ad esagerati avanzamenti del pezzo.

Confrontando poi le tabelle a) e b), giova osservare che lo spessore massimo del truciolo è tanto più piccolo per rispetto all'avanzamento elementare  $h$ , quanto maggiore è la differenza fra il raggio della fresa e l'altezza della passata. In altri termini, questo spessore dipende non solo dall'altezza assoluta della passata, ma anche da quella relativa per rispetto al diametro della fresa.

Con ciò si spiega il favore di cui in genere godono le frese di piccolo diametro (\*\*). Infatti con esse sarà sempre più facile ottenere che  $\epsilon_x$  ed  $r$  siano vicini fra di loro.

Ma l'influenza che ha il raggio della fresa sullo spessore del truciolo risulta meglio ancora dalla seguente tabella, nella quale ho calcolato i valori che assume  $\epsilon_x$  nell'ipotesi che si mantengano costanti l'avanzamento  $h$  e l'altezza della passata  $s$  e si varia invece il diametro della fresa.

TABELLA II.

Spessore massimo del truciolo corrispondente a diversi valori del raggio della fresa  $r$ , ritenendo  $h = \text{cost} = 1$  e  $s = \text{cost} = 10$

$r =$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\epsilon_x =$	1	0.86	0.74	0.66	0.60	0.55	0.51	0.48	0.45	0.43

Crescendo  $r$  per rispetto ad  $s$ , diminuisce  $\epsilon_x$ , il che conferma quanto si è detto testè, e cioè che crescere  $r$  e tener costante  $s$  viene a esser lo stesso che tener costante  $r$  e diminuire l'altezza della passata.

Possiamo dunque concludere che, a parità di tutte le altre condizioni, il raggio della fresa e l'altezza della passata hanno una ugal influenza sullo spessore dei trucioli.

Infine vediamo l'influenza dell'avanzamento  $h$ .

A questo scopo, ritenuto  $r$  ed  $s$  costanti, calcolo i valori che assume  $\epsilon_x$  per diversi valori di  $h$ .

TABELLA III.

Spessore massimo del truciolo corrispondente a diversi valori dell'avanzamento elementare, ritenendo  $r = \text{cost} = 100$  ed  $s = \text{cost} = 10$

$h =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\epsilon_x =$	0.43	0.86	1.28	1.68	2.07	2.46	2.85	3.22	3.58	3.94

Lo spessore massimo del truciolo cresce molto meno rapidamente che non l'avanzamento. Confrontando però quest'ultima tabella colle due già esposte, n. I e II, si vede che esso cresce più rapidamente col crescere di  $h$  che non coll'aumentare del raggio o della profondità delle passate. A parità dunque di tutto il resto, il variare l'avanzamento è il modo più efficace per modificare l'intensità del lavoro sviluppato da una macchina.

(\*) Nella pratica un modo ovvio e semplice di variare la quantità del lavoro prodotto consiste nel cambiare la velocità di rotazione dell'utensile. Ma questo evidentemente non può entrare nelle nostre considerazioni che si riferiscono ad un giro, qualunque possa essere la sua durata.

(\*\*) Un altro argomento in favore delle frese di piccolo diametro è il seguente: Si debba portar via la striscia P Q R S (fig. 89). Una fresa C di

Potrà quindi riuscire utile il conoscere quale avanzamento si dovrà scegliere perchè, in determinate circostanze, si abbia un determinato spessore massimo del truciolo.

Ora l'equazione (II) risolta per rispetto ad  $h$  dà subito:

$$h = \sqrt{2rs - s^2} \pm \sqrt{(2rs - s^2) - (2\epsilon_x r - \epsilon_x^2)}$$

o più semplicemente:

$$h = \sqrt{2rs - s^2} - \sqrt{(2rs - s^2) - (2\epsilon_x r - \epsilon_x^2)} \quad (III)$$

perchè col segno + al secondo radicale si avrebbero valori praticamente non ammissibili.

Supposti dunque noti  $r$ ,  $s$  ed  $\epsilon_x$ , si potrà subito trovare  $h$ .

Ora se si suppongono costanti  $r$  ed  $s$ , e se per semplicità si fa:

$$\sqrt{2rs - s^2} = k \text{ cost.}$$

l'equazione (III) prende la forma:

$$h^2 + \epsilon_x^2 - 2hk + 2r\epsilon_x = 0$$

la quale rappresenta un circolo che passa per l'origine delle coordinate, ed il cui centro ha per coordinate  $-r$  e

$$k = \sqrt{2rs - s^2}.$$

Costruendo questo circolo si avrà un modo semplice e sollecito di trovare il valore da darsi all'avanzamento, perchè con una data fresa ed una data profondità di passata lo spessore del truciolo raggiunga un determinato valore.

Per fare anche qui qualche esempio numerico, ho calcolato la tabella IV, nella quale ho ritenuto  $r = 100$ ,  $s = 10$  ed  $\epsilon_x$  variabile da 1 a 10.

TABELLA IV.

Valori da darsi all'avanzamento  $h$  per ottenere determinati spessori massimi dei trucioli ritenendo  $r = \text{cost.} = 100$  ed  $s = \text{cost.} = 10$ .

$\epsilon_x =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h =$	2.35	4.81	7.41	10.18	13.18	16.46	20.16	24.51	30.14	43.59

raggio C D incomincerà a lavorare quando il suo centro è in C, e finirà quando è giunto in C', e quindi dovrà percorrere uno spazio C'C.

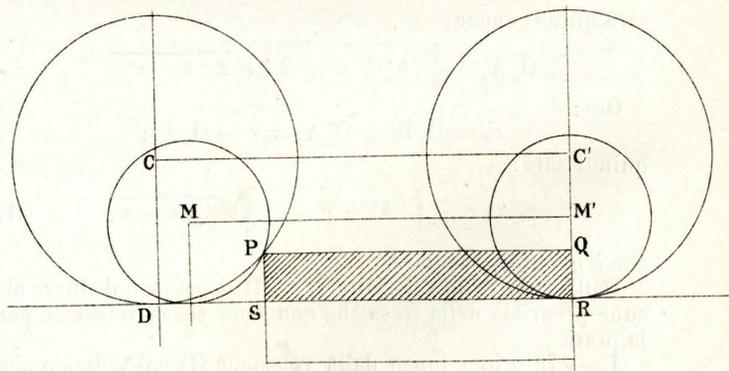


Fig. 89.

fresa invece di diametro minore M non avrà che a percorrere lo spazio MM'.

Ciò è vero sempre quando l'altezza P S delle passate è minore del raggio delle frese.

Veggasi il libro *Construction and Use of Milling machines* della Ditta *Brown and Sharpe Mfg. Co.* di Providence R. I. (Stati Uniti dell'America del Nord), ed. 1891, pag. 81, dove inoltre si aggiunge che, da esperienze fatte, risulterebbe un vantaggio in favore delle frese piccole del 10 0/0, e si dice: « In conclusione le frese piccole fanno migliore e maggior lavoro, tagliano meglio, conservano di più il loro taglio ben affilato e costano meno delle frese grandi! ».

Tutto quanto sono venuto fin qui esponendo prova, parmi, in un modo irrefutabile quanto ho già fatto ripetutamente notare, e cioè che fra lo spessore dei trucioli e l'avanzamento del pezzo in lavoro può passare una differenza grandissima.

La tabella IV ci dice che, in determinate condizioni di lavoro, per avere dei trucioli il cui spessore massimo sia, per esempio, uguale a  $\frac{1}{10}$  di mm., occorre adottare un avanzamento elementare di mm. 0,235. Se dunque la fresa ha, per fare un caso, 20 denti, l'avanzamento per giro dovrebbe essere di  $20 \times 0,235 = \text{mm. } 4,7$ .

Ora un truciolo il cui spessore massimo sia  $\frac{1}{10}$  di mm., non si può dire certo un truciolo enorme ed eccezionale; nè tampoco straordinaria o fuori delle norme abituali a veder tagliare da un ferro da tornio o da pialla. Ora vi sono torni e pialle in cui l'utensile avanza di mezzo mm. a 4 mm. e più per giro o per corsa. Per asportare trucioli di spessore simile con una fresa di 20 denti nelle condizioni sopracitate, bisognerebbe far avanzare il pezzo di  $20 \times 1,318 = \text{mm. } 26,36$  a  $20 \times 4,359 = \text{mm. } 87,2$  per ogni giro.

Io non oserò affermare qui recisamente che sia praticamente facile e conveniente il costruire macchine capaci di avanzamenti simili. Altre considerazioni di indole non solamente tecnica debbono essere tenute in buon conto dall'industriale e dal costruttore. Ma è tanta la differenza fra quanto si pratica ora e quello che la teoria farebbe intravedere come possibile, che mi pare si possa ragionevolmente dubitare esista per lo meno una via di mezzo, la quale, una volta trovata, dovrebbe segnare un notevole progresso sullo stato attuale.

E per corroborare il mio asserto con alcuni dati pratici, citerò qui due esperienze da me fatte tempo fa su due differenti macchine fresatrici costruite anni sono da due ditte diverse, alle quali erano stati modificati alcuni degli organi che regolano il movimento di avanzamento del pezzo in lavoro in modo da ottenere gli avanzamenti per ogni giro della fresa qui sotto segnati.

1<sup>a</sup> Esperienza con una macchina fresatrice verticale:

Diametro della fresa . . . . .	$2r = \text{mm. } 46$
Numero dei suoi denti. . . . .	$n = 10$
Altezza della passata . . . . .	$s = \text{mm. } 5$
Larghezza della passata . . . . .	$\text{mm. } 50$
Avanzamento { elementare . . . . .	$h = \text{mm. } 0,76$
{ per giro della fresa . . . . .	$nh = \text{mm. } 7,6$

il che dà uno spessore massimo dei trucioli:

$$\varepsilon_x = \text{mm. } 0,48.$$

2<sup>a</sup> Esperienza con una macchina fresatrice orizzontale:

Diametro della fresa . . . . .	$2r = \text{mm. } 35$
Numero dei suoi denti. . . . .	$n = 10$
Altezza della passata . . . . .	$s = \text{mm. } 7,5$
Larghezza della passata . . . . .	$\text{mm. } 25$
Avanzamento { elementare . . . . .	$h = \text{mm. } 0,67$
{ per giro della fresa . . . . .	$nh = \text{mm. } 6,7$

ciò che dà uno spessore massimo dei trucioli:

$$\varepsilon_x = \text{mm. } 0,5.$$

Tanto nell'un caso che nell'altro le due macchine si comportarono abbastanza bene. Naturalmente le superficie fresate erano solo *sgrassate* e non *finite*: in esse si vedevano ben marcate le ondulazioni dovute alle cicloidi dei diversi denti. Esse però erano perfettamente lisce e lucenti, ciò che prova che i denti delle frese avevano tagliato a dovere, senza abrasioni o strappi anormali, e con una seconda passata più leg-

giera riuscì facile renderle perfettamente piane, e portarle al grado di finitezza voluto. Così pure le frese, dopo tali prove, hanno continuato a lavorare regolarmente senza bisogno di essere prima arrotate.

Ora, come ho detto, queste prove furono fatte con due macchine costruite anni sono, e che inizialmente davano avanzamenti massimi di mm. 1,3 e 2,2 per giro della fresa. Ho motivo di credere che i risultati sarebbero stati anche migliori, se tutte le parti delle due macchine fossero state meglio proporzionate ai nuovi sforzi cui erano sottoposte.

Ma frattanto mi pare doversi concludere che non solo si può, ma che riesce relativamente agevole aumentare notevolmente la potenzialità delle nostre macchine fresatrici. Ed è perciò che mi permetto di chiamare l'attenzione dei costruttori di macchine-utensili su di questa questione, perchè la studino e vi diano soddisfacente soluzione.

Verona, maggio 1892.

Ing. R. CHIÒ.

## CRONACA

*L'Ossario di Calatafimi in Sicilia ed il Monumento della campagna di Crimea in Torino.* — Inaugurati a pochi giorni di distanza l'uno dall'altro ed in due punti quasi estremi d'Italia, i due patrii ricordi hanno nondimeno una certa rassomiglianza di proporzioni e di forma e meritano alcuni cenni critici comparativi.

\*

Il primo, rappresentato nella figura 90, è opera del giovane architetto palermitano Ernesto Basile, che ne ebbe incarico fino dal 1885 dal ministro Depretis e venne inaugurato, come si desiderava, durante il periodo dell'Esposizione di Palermo, il 15 maggio, ricorrendo il 32° anniversario della battaglia di Calatafimi, combattuta tra i borbonici ed il generale Garibaldi, che in quel giorno seppe aprirsi la via di Palermo.

Sorge a poca distanza da Calatafimi sulla sommità di un colle detto del «pianto dei Romani» (che la tradizione vuole ivi sconfitti dai Cartaginesi), sul quale appunto nel 1860 erano accampati i borbonici. Nel fare gli scavi si rinvennero molti scheletri di soldati e quindi la località deve dirsi appropriatissima, abbenchè quanto più vasto è l'orizzonte, se da un lato vi guadagna la solennità del monumento, dall'altro resti alquanto rimpicciolito nelle sue masse.

\*

L'egregio architetto Basile ebbe in idea di far cosa severa e semplice, sia per l'indole stessa del monumento, sia perchè collocato in tal sito, dovendo dai più vedersi a distanza, non era il caso di una composizione complicata di forme o con minute decorazioni.

Le varie parti risultano molto in armonia fra di loro per proporzioni, giusti rilievi e severità di linee. Bene interpretato pure il sentimento generale che deve caratterizzare l'edificio destinato all'umano e pietoso ufficio di accogliere e conservare mortali spoglie di valorosi. Impronta, diremmo funeraria, gli comunicano infatti le antefisse angolari e la porta arcuata, profonda e depressa, che può ricordare gli ingressi ai sotterranei dei primi cristiani.

Vi è del classico nella trabeazione e nella chiusura che difende l'entrata; l'A., tracciando il suo progetto, tenne conto che presso Calatafimi aveva uno splendido esempio di architettura nel tempio di Segesta e fece bene ad ispirarvisi.

Forse può trovarsi un po' troppo suddivisa e movimentata la scalea in quattro rampe, in parte doppie, ma è probabile che con tale artificio si sia voluto accrescerne la mole per chi lo vede da vicino, e si sia un po' spaziato per dar posto, in occasione di commemorazioni, a rappresentanze e bandiere da formar gruppo alla base del patrio ricordo.

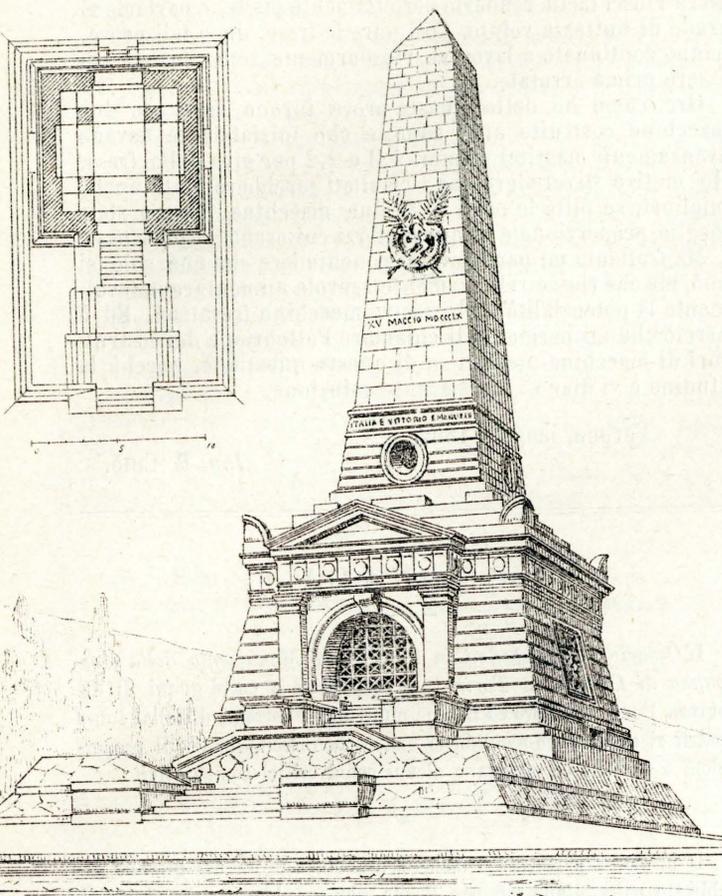


Fig. 90.

\*

I fianchi del monumento sono adornati da due bassorilievi di bronzo. Un secondo ingresso è a tergo per accedere nell'interno della piramide e della zona di base, ove sono ambienti per il custode.

Il materiale impiegato è la pietra calcarea grigia del paese, la quale ha la proprietà di potersi lavorare assai accuratamente sia nella superficie che negli spigoli. L'altezza complessiva è di m. 23.

Siccome mancava conveniente strada, si è dovuto costruire una via lunga circa tre chilometri che conduce all'Ossario. Questo fu interamente fabbricato sotto la direzione del chiarissimo architetto Basile, malgrado che i preparativi per la Mostra di Palermo ne occupassero il maggior tempo.

Il ricordo di Calatafimi è stato molto apprezzato ed ha dimostrato giustificata la fiducia che il Governo ebbe sette anni or sono nell'allora giovanissimo architetto, affidandogli l'incarico del disegno.

\*

A quindici giorni di distanza (1° giugno) si scopriva in Torino, coll'intervento di S. M. il Re, un altro monumento sorto per lodevole iniziativa dei reduci della Crimea e dedicato in memoria di quella gloriosa spedizione. Le somme raccolte raggiunsero le 65,000 lire. Quattro bozzetti di quattro scultori invitati ad una specie di concorso erano stati esposti nel 1888. La scelta cadde su quello del prof. Luigi Belli di Torino, che ebbe l'incarico dell'esecuzione, con qualche leggiera variante.

Come si scorge dalla figura 91 consta essenzialmente di una piramide, a sezione quadrata, elevata dal suolo per un seguito scalare di basamenti o zoccoli, dinnanzi alla quale si impostano vistosamente tre statue simboliche insieme aggruppate. La parte scultoria si può dire che qui volevasi predominasse su quella essenzialmente architettonica, ma, ad eccezione di un certo aspetto teatrale e meno rac-

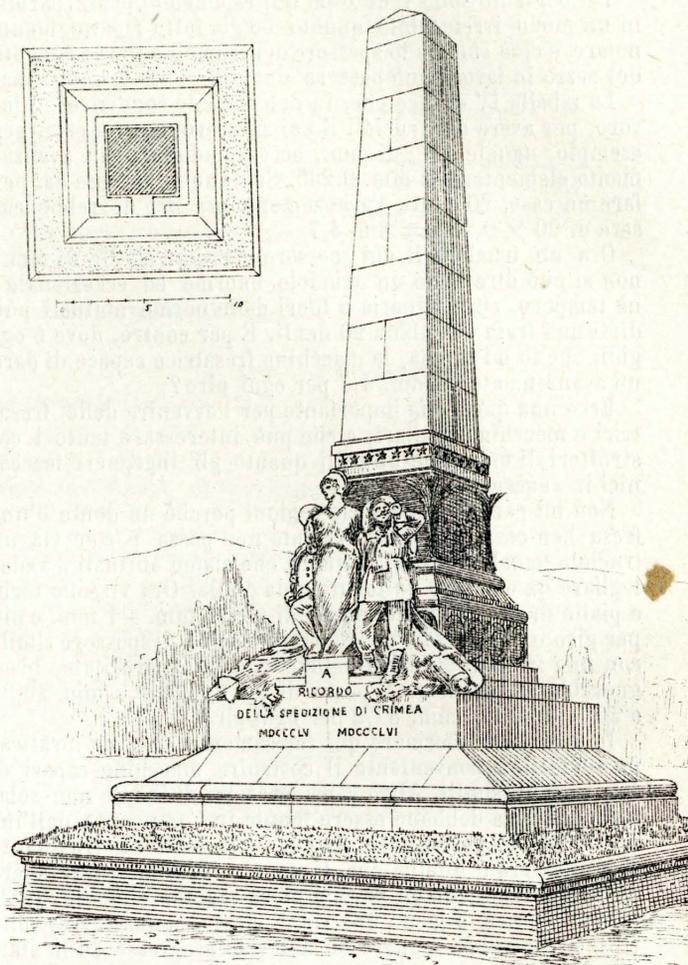


Fig. 91.

\*

colto delle tre figure, sta il fatto che le statue legano assai bene col monumento e sono benissimo riuscite le decorazioni di bronzo nella parte inferiore dell'obelisco.

Entrano nella composizione del monumento il laterizio, il granito bianco, quello rosso, il marmo, il bronzo e perfino la cotenna erbosa dei prati, volendo figurare la parte inferiore di base come una specie di trincea, coi mattoni a paramento, colla quale si è voluto ricercare un certo carattere militare alla costruzione.

L'obelisco è di granito di Baveno, non lucidato, e così pure il piedistallo che sorge dalla trincea: il granito di Alzo non concorre che nella formazione della gradinata immediatamente superiore. Attorno ai quattro lati dello zoccolo sono ripetuti i quattro stemmi delle Potenze alleate, cioè quello inglese, quello della Turchia, l'italiano e quello coll'aquila imperiale francese. Le targhe hanno forma ellittica o di scudo e sono separate da daghe. Il motivo è semplice ma risalta bene.

Due bassorilievi in bronzo sono a destra e sinistra della piramide. Uno vuol rappresentare l'assedio di Sebastopoli, ed il secondo la battaglia della Cernaia. Due altre tavole dello stesso metallo completano il dado. In quella a tergo è questa iscrizione: *Re Principi — Esercito Armata — Municipi Cittadini — eressero — 1892*. Quella anteriore è liscia e serve di fondo al distacco delle statue di marmo.

Di buonissimo effetto sugli spigoli del dado le fronde di palma che se ne distaccano ricurvandosi superiormente. E così pure la fascia poco al di sopra con sagome semplicemente rettilinee di granito con sette stelle italiane per ogni lato.

\*

Nel gruppo statuario la muliebre figura centrale, che rappresenta la Vittoria, non manca di una certa imponenza marziale, coi suoi abiti guerreschi, sebbene siavi qualche particolare esagerato, come ad esempio l'amplissimo manto. La fiancheggiavano due militi, un bersagliere ed un marinaio per significare le forze di terra e di mare.

Il gruppo, inferiormente, si allarga fino a sporgere dalla gradinata con un'ancora, un cannone, fronde di quercia e di alloro ed i panneggiamenti del manto della statua di mezzo. Bene in vista la dedica del monumento.

Questo sorge oltre Po sul prolungamento del Corso V. E., in un piazzale in via di formazione, sull'asse del ponte sospeso Maria Teresa. La località alle falde della collina non sarebbe stata male scelta, ma alcune ville preesistenti troppo a ridosso, munite di certe cinte barocche e pesanti ne hanno sacrificato alquanto la vista specialmente di facciata, giungendo dal ponte.

L'altezza complessiva del monumento è di metri 20; la massima larghezza presa sull'orlo in pietra della trincea erbosa è di m. 13,10 come può calcolarsi sulla piccola planimetria a fianco della figura.

\*

Lo scultore Luigi Belli, allievo del prof. Tabacchi, è assai noto in Torino, ed il suo nome è sempre apparso con onore nei concorsi riferentisi all'arte sua. Sono a lui dovuti, principalmente, il bozzetto per il monumento detto del Fréjus su programma del conte Panisera, il monumento ai caduti di Mentana in Milano, e la statua di Raffaello per Urbino, altro concorso vinto fra ben quaranta concorrenti.

\*

Le piante che accompagnano le due vedute sopra citate sono in una stessa scala pel confronto delle aree occupate. Su quella che si riferisce all'Ossario non si è però indicata la platea sulla quale sorge di m. 28 x 20.

A primo aspetto guardando la figura prospettica sembrerebbe alquanto depressa e tozza la massa inferiore dell'Ossario stesso, ma oltre alla considerazione che doveva esser praticabile nell'interno, ciò deriva dal punto di veduta della prospettiva. Infatti se si guarda l'elevazione geometrica dell'edificio tale difetto sparisce (fig. 92).

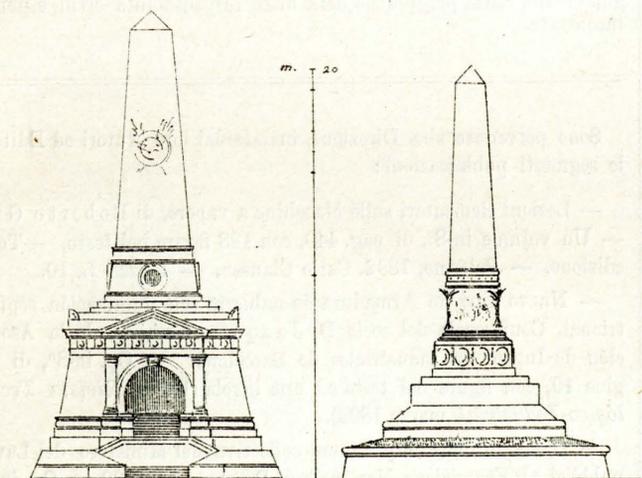


Fig. 92.

Ci limitiamo a disegnare il solo contorno della figura, ponendo a fianco anche il profilo del ricordo della Crimea per farne meglio vedere le differenze.

Dall'esame dei due monumenti si capisce tosto che l'uno è il disegno d'un architetto e l'altro è l'opera di uno scultore.

30 giugno 1892.

A. FRIZZI.

## DISPOSIZIONI TECNICO-LEGALI

## LEGGE SULL'ESERCIZIO DEI TELEFONI

7 aprile 1892, n° 184

Art. 1. È libero a chiunque di stabilire per proprio uso esclusivo comunicazioni telefoniche nei proprii fondi, purchè i fili non passino sopra o sotto il suolo pubblico o la proprietà altrui.

Nessun'altra comunicazione telefonica può essere stabilita senza chiedere ed ottenere la concessione del Governo.

I modi e le forme per domandare ed ottenere queste concessioni saranno fissati nel regolamento.

Art. 2. La concessione potrà essere revocata in caso di inosservanza degli obblighi con essa imposti e delle disposizioni della presente legge.

Quando ha luogo questa revoca della concessione, niun diritto spetta al concessionario perchè venga rilevato il materiale della sua rete telefonica.

Art. 3. Il Governo potrà esercitare direttamente comunicazioni telefoniche e accordare altre concessioni nello stesso comune, quando le giudichi d'interesse pubblico, e l'attuale concessionario si rifiuti ad ampliare o migliorare il servizio in conformità degli inviti che riceverà dal Governo.

Art. 4. La concessione di linee telefoniche può farsi ad uso privato o ad uso pubblico, per servizio comunale o per servizio intercomunale.

Le concessioni di linee telefoniche ad uso privato sono limitate alla corrispondenza tra fondi del medesimo concessionario, o tra fondi di uno e fondi di altro concessionario. Esse non possono farsi servire ad uso pubblico, nè venir poste in comunicazione con altre linee telefoniche pubbliche o private.

La durata delle concessioni delle linee telefoniche ad uso privato è stabilita dal Governo nel decreto di concessione.

Art. 5. I concessionari di linee telefoniche possono far passare i fili senza appoggio, sia al disopra delle proprietà pubbliche e private, che dinanzi a quei lati di edifici, ove non siano finestre od altre aperture praticabili a prospetto.

I fili devono essere collocati in guisa da non impedire al proprietario il libero uso della cosa propria, secondo la sua destinazione.

In ogni altro caso, per il passaggio e l'appoggio dei fili telefonici, è necessario il consenso del proprietario. Però la servitù di appoggio o di occupazione delle proprietà, così private che pubbliche, può sempre essere imposta con decreto del prefetto, a senso della legge 25 giugno 1865, n. 2359, sotto l'osservanza delle disposizioni seguenti.

Art. 6. La domanda sarà rivolta direttamente al prefetto e accompagnata da un piano descrittivo dei luoghi e delle opere da eseguirsi, insieme all'offerta dell'indennità, quando questa sia dovuta.

Il prefetto, sentite le parti in contraddittorio, ed inteso il parere dell'ufficio del Genio civile, ordina il pagamento della somma offerta ed accettata od altrimenti convenuta, e, nel caso di dissenso, di quella che verrà stabilita dall'ufficiale del Genio civile; ed, in seguito a dimostrazione dell'eseguito pagamento o deposito delle somme anzidette, autorizza il passaggio e l'appoggio sulle proprietà private e pubbliche dei fili della linea telefonica.

La servitù deve essere costituita in modo da riescire la più conveniente allo scopo e la meno pregiudizievole alla proprietà servente, avuto anche riguardo alle condizioni delle proprietà vicine.

Contro il decreto del prefetto è ammesso il ricorso ai termini dell'art. 3 della legge sul contenzioso amministrativo, 20 maggio 1865, n. 2248, allegato E, salvo sempre agli interessati il diritto di impugnare davanti all'autorità giudiziaria la stima fatta dall'ufficiale del Genio civile.

Il proprietario ha sempre facoltà di fare nel fondo suo qualunque innovazione, ancorchè questa importi la rimozione o il diverso collocamento dei fili telefonici, nè per questo è tenuto ad alcuna indennità.

I comuni e le provincie non possono esigere, per le concessioni di linee telefoniche, canoni, vantaggi o privilegi, all'infuori di quelli consentiti dalla presente legge.

Art. 7. Quando è necessario di collocare lateralmente o sul davanti, od appoggiare fili telefonici a monumenti pubblici, o che abbiano un merito artistico o storico, devono prescriversi i modi per rimuovere da essi ogni danno o per conservarne l'effetto.

Art. 8. Ciascuna concessione di linea telefonica, ad uso pubblico, non può durare più di 25 anni, ma è riservata al Governo la facoltà di procedere al riscatto dopo 12 anni dalla data del decreto di concessione o del provvedimento prefettizio, di cui all'art. 6, ove questo occorra, e previo l'avviso di un anno.

Il riscatto comprende la cessione di tutti i materiali e gli apparecchi delle linee o degli uffici, e la sostituzione dello Stato in tutti i diritti del concessionario, anche verso i terzi.

Il prezzo del riscatto sarà determinato di comune accordo, e, mancando l'accordo, da tre arbitri scelti, uno dal Governo, uno dal conces-

sionario, il terzo dal presidente del Tribunale, i quali giudicheranno inappellabilmente.

Tale prezzo non potrà in verun caso oltrepassare la somma che corrisponderà al reddito netto medio dei precedenti tre anni di esercizio, moltiplicato pel numero degli anni per cui dovrebbe ancora durare la concessione. Il reddito netto si calcherà sottraendo dal reddito lordo le spese generali, le tasse ed il costo dell'esercizio.

Il Governo potrà prendere possesso della rete che vuole riscattare, senza attendere che il prezzo del riscatto sia stato determinato.

Art. 9. Al termine della concessione di ogni comunicazione telefonica ad uso pubblico, essa, con tutto il materiale e con tutti gli apparecchi, diventa proprietà dello Stato senza pagamento di alcun corrispettivo.

Art. 10. Ciascun concessionario di linee telefoniche ad uso privato paga ogni anno allo Stato un canone fisso di lire 20 per ogni circuito di comunicazione e di lire 5 per ogni stazione in più di due, aggiungendo inoltre un solo diritto proporzionale di lire 3 per chilometro o frazione di chilometro oltre i primi tre chilometri di linea.

Il canone fisso si può aumentare fino alla metà della tariffa d'abbonamento al telefono pubblico (articolo 16, lettera a), se la comunicazione è stabilita in locali di uso pubblico.

Art. 11. I concessionari di comunicazioni telefoniche ad uso pubblico per l'interno di un comune, o per un gruppo di comuni contigui e allacciati ad un solo ufficio centrale, pagano ogni anno allo Stato un canone corrispondente al 10 per cento delle quote dovute dagli abbonati in base alla tariffa comune, senza tener conto di alcun ribasso speciale non consentito dalla presente legge. Pagano inoltre lire 50 annue per ciascun posto telefonico pubblico.

Art. 12. Per l'esercizio telefonico intercomunale, che sia fatto con linee ed apparati propri del concessionario, questi paga allo Stato un annuo canone corrispondente al 5 per cento del prodotto lordo.

Quando all'impianto ed alla manutenzione delle linee telefoniche intercomunali provvede il Governo, esso riscuote la intera tassa della corrispondenza intercomunale.

Art. 13. Quando il Governo lo richieda, il concessionario di una comunicazione telefonica comunale per uso pubblico deve collegare il proprio ufficio centrale coll'ufficio della rete intercomunale che faccia capo allo stesso comune. In questo caso le spese, la manutenzione e l'esercizio del collegamento sono a carico del concessionario della rete comunale; ma tanto questo quanto il Governo possono esigere dagli utenti delle rispettive reti una soprattassa, non superiore però del 5 per cento sulle tariffe.

Art. 14. Il concessionario di una linea telefonica intercomunale ad uso pubblico deve garantire la integrità del provento annuale medio percepito dallo Stato, per telegrammi privati scambiati fra le località da collegarsi per telefono.

Il provento medio annuale sarà computato sui prodotti del triennio precedente la concessione.

Il concessionario però non è obbligato a compensare la diminuzione dovuta a modificazione della tariffa telegrafica, od a casi di forza maggiore, per cui siano scemati tanto i proventi del telegrafo che quelli del telefono.

Art. 15. Vanno esenti dal pagamento d'ogni canone i comuni per le linee telefoniche da essi stabilite all'oggetto di congiungersi con le stazioni governative del telegrafo.

Art. 16. La tariffa delle corrispondenze telefoniche non può eccedere i limiti massimi qui stabiliti:

a) Per ciascun abbonato o per ciascun circuito, entro il raggio di tre chilometri dall'ufficio centrale, lire 200 all'anno per le linee aeree e lire 300 per le linee sotterrate.

Nelle distanze maggiori, per ogni 200 metri o frazione di 200 metri, è ammesso l'aumento di lire 6 per le linee aeree e di lire 8 per le sotterrate;

b) Per ogni cinque minuti di corrispondenza nei posti telefonici pubblici centesimi 30, salva la facoltà dell'aumento, per le distanze maggiori di tre chilometri, in ragione di 5 centesimi al chilometro;

c) Per cinque minuti o frazione di cinque minuti di corrispondenza fra due comuni che non formano parte della stessa rete telefonica, entro il raggio di chilometri 500, lire tre con aumento; per le distanze maggiori, in ragione di centesimi 60 per ogni 100 chilometri o frazione di 100 chilometri, salva la facoltà di accordare abbonamenti con tariffa non eccedente questo limite.

Art. 17. Il concessionario ha l'obbligo di soddisfare a tutte le richieste dei privati che esigano speciale comunicazione dove già esiste una rete telefonica.

Il concessionario avrà diritto di esigere da chi richiede la comunicazione soltanto un compenso per la spesa d'impianto, non superiore però alla quinta parte dell'abbonamento annuale.

La tariffa deve essere uguale per ciascuna categoria di utenti; solo si ammettono ribassi, non superiori al 20 per cento, su ciascun apparato, per coloro che assumono più di un apparato per proprio uso.

Per il pubblico servizio, gli uffici governativi, provinciali e comu-

nali hanno diritto al ribasso della metà sulla tariffa; gli uffici postali e telegrafici, alla franchigia completa. Però le spese d'impianto per gli uffici che godono franchigia completa sono a carico del Governo.

Sugli abbonamenti concessi a uffici governativi, provinciali o comunali non è dovuto al Governo alcuno dei canoni di cui agli articoli 11 e 12.

Art. 18. Ogni comunicazione telefonica, stabilita o esercitata senza la necessaria concessione, sarà tosto tolta per semplice provvedimento amministrativo a spese del contravventore, e questi sarà deferito all'autorità giudiziaria per l'applicazione di un'ammenda da 300 a 2000 lire.

Trattandosi di comunicazioni istituite per uso esclusivo di un privato, purchè la linea non si prolunghi oltre cinque chilometri e purchè attraverso solamente fondi privati, non potrà procedersi penalmente che ad istanza dei proprietari, sopra o sotto i fondi dei quali sieno stati condotti, senza loro consenso, fili telefonici.

Art. 19. Alla violazione del segreto della corrispondenza telefonica si applicano le disposizioni contenute nel capo V, titolo II, libro II del Codice penale.

Ai danni recati alle comunicazioni telefoniche pubbliche e private si applicano le disposizioni dell'articolo 315 del Codice stesso.

Le pene saranno però ridotte da un terzo ad un sesto pei danni arrecati alle comunicazioni telefoniche private.

Art. 20. La responsabilità per danni recati senza dolo nell'esercizio delle comunicazioni telefoniche è limitata alla restituzione delle tasse ed al pagamento delle indennità stabilite dai regolamenti e dagli atti di concessione.

Art. 21. Il Governo può, con decreto reale, sentito il Consiglio dei ministri, sospendere, o limitare, o assumere provvisoriamente l'esercizio delle comunicazioni telefoniche per motivi di pubblica sicurezza.

Tali provvedimenti non daranno mai luogo a indennità.

Saranno però ridotti i canoni di cui agli articoli 11 e 12 in proporzione del tempo che dureranno le sospensioni, la limitazione o l'assunzione provvisoria delle linee telefoniche.

Art. 22. Il Governo può in ogni tempo ordinare, nell'interesse della sicurezza pubblica o dei pubblici servizi, le modificazioni necessarie alla disposizione delle reti e linee telefoniche, provvedendovi d'ufficio a spese del concessionario in caso di inadempimento.

Art. 23. Le disposizioni degli articoli 5, 6, 7 e 20 della presente legge si applicano anche alla costruzione e all'esercizio delle comunicazioni telegrafiche.

Art. 24. Il regolamento di cui all'art. 1°, da approvarsi con decreto reale, dietro parere del Consiglio di Stato, fisserà altresì i modi e le forme per la revoca eventuale delle concessioni, e provvederà generalmente per tutto quanto concerne la polizia, la sicurezza e la regolarità del servizio telefonico, in conformità della presente legge.

Lo stesso regolamento potrà comminare, come clausola penale da applicarsi con provvedimento amministrativo, una ammenda da lire 50 a 500 per le contravvenzioni alle disposizioni della legge e del regolamento, senza pregiudizio delle altre responsabilità civili e penali incontrate.

Sono pervenute alla Direzione, inviate dai loro Autori od Editori, le seguenti pubblicazioni:

— Lezioni elementari sulle Macchine a vapore, di Roberto Gill. — Un volume in-8°, di pag. 440, con 188 figure nel testo. — Terza edizione. — Palermo, 1892. Carlo Clausen. — Prezzo L. 10.

— Nuevo tipo de Armadura de cubierta con iluminación septentrional. Conferencia del socio D. Joaquín Arájol, de la Asociación de Ingenieros industriales de Barcelona. — Op. in-8°, di pagine 19, con figure nel testo ed una tavola (De la *Rivista Tecnológico-Industrial*, marzo 1892).

— Catalogo della Esposizione collettiva del Ministero dei Lavori pubblici all'Esposizione Nazionale di Palermo del 1892. — Op. in-8°, di pag. 165.

— Sulle fasi delle sorgenti della valle di Serino destinate all'alimentazione dell'acquedotto di Napoli, per l'ing. prof. Gaetano Bruno. — Op. in-8°, di pag. 12, con quadri numerici. — Napoli, 1892 (Dal *Bollettino del Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Napoli*).

— L'acquedotto di Napoli e le formole della conduttura forzata delle acque, per B. De Benedictis, Maggiore Generale. — Op. in-8°, di pag. 73, con due tavole. — Roma, 1892 (Dalla *Rivista di Artiglieria e Genio*).

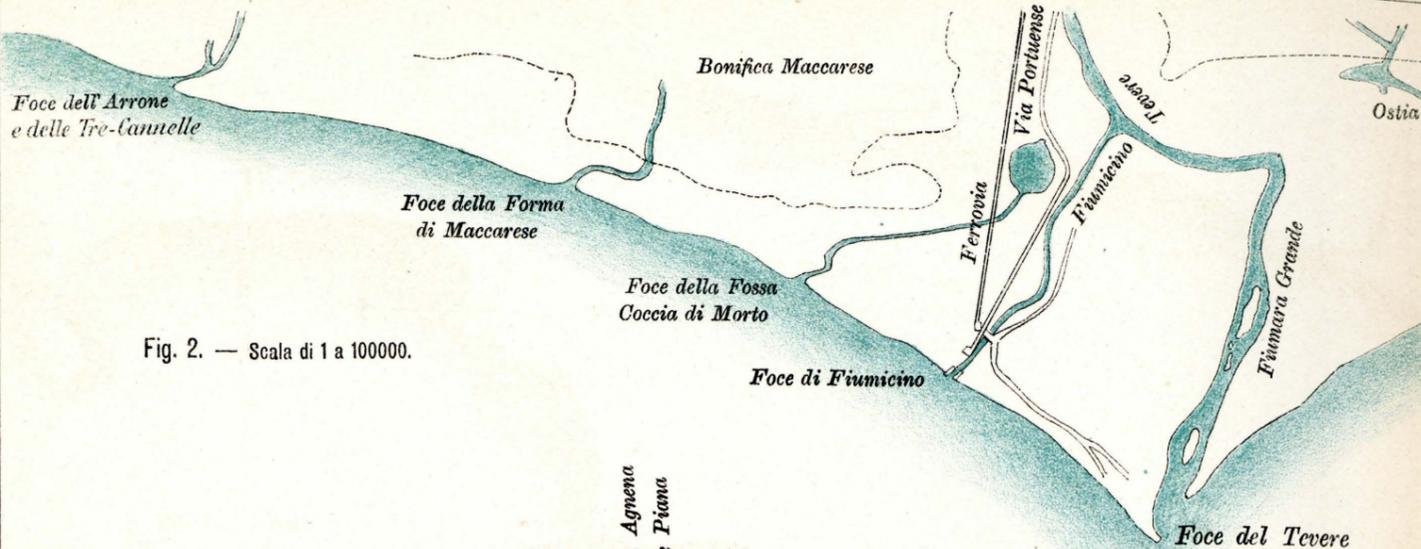
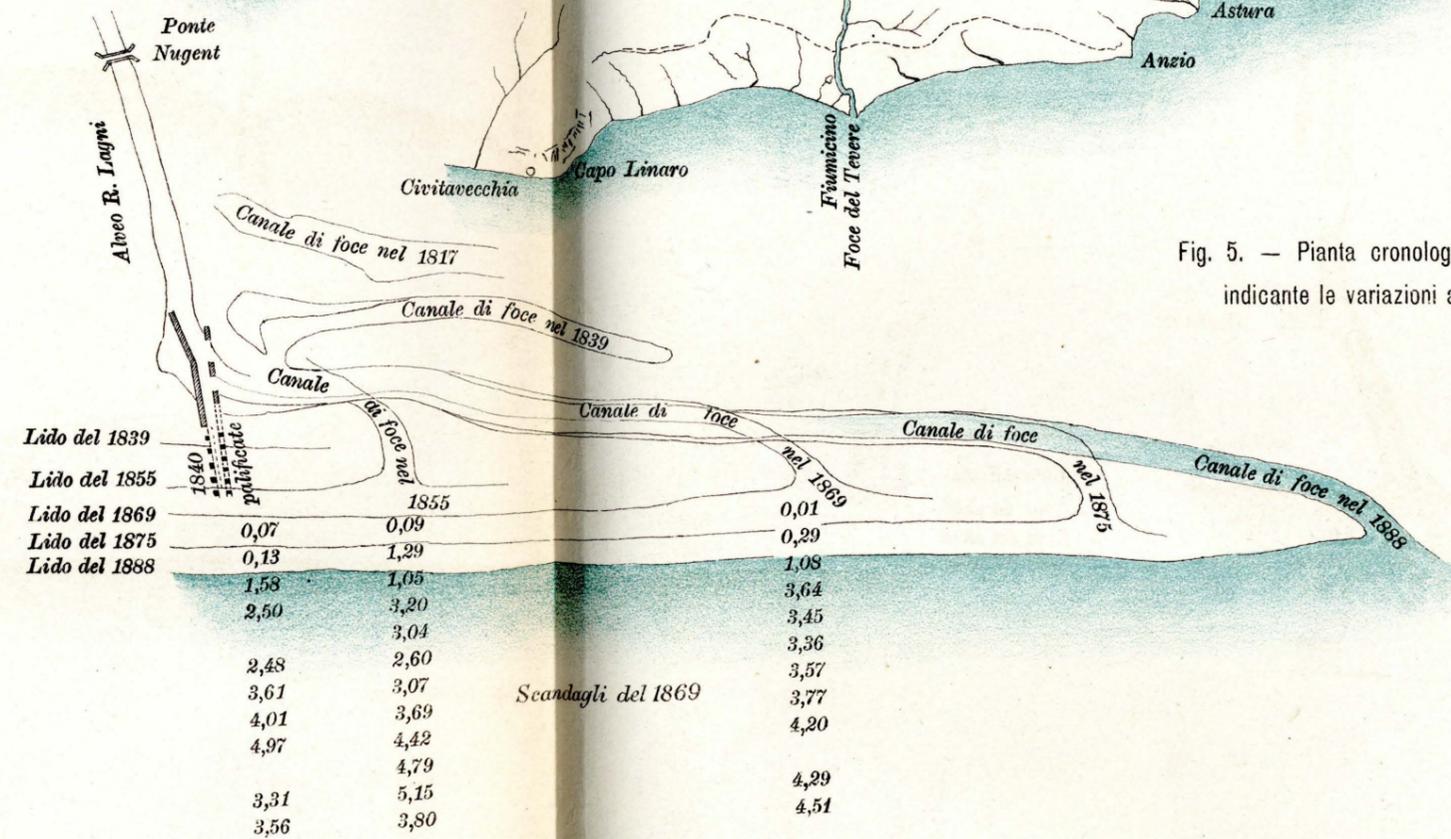
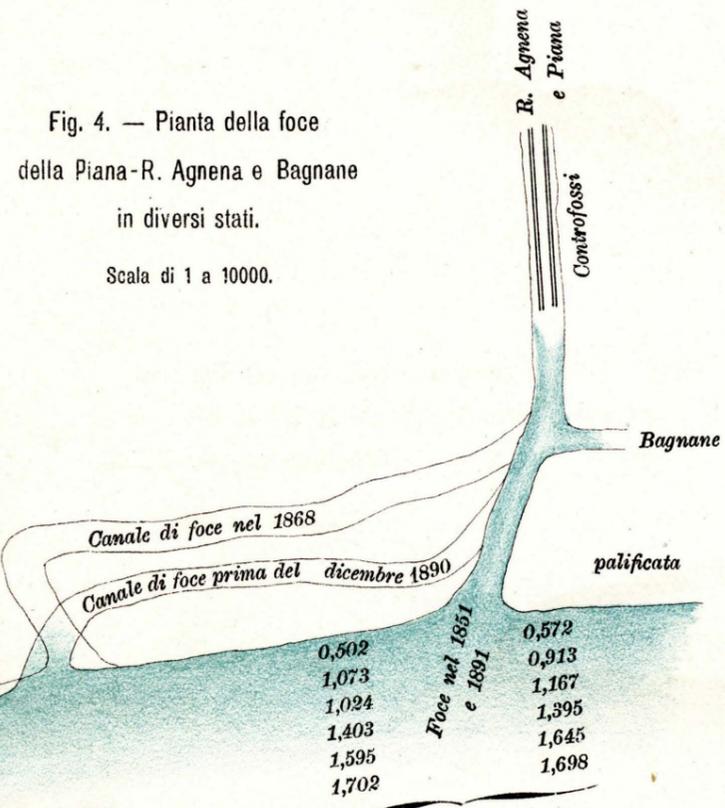


Fig. 4. — Pianta della foce della Piana-R. Agnena e Bagnane in diversi stati. Scala di 1 a 10000.



(Ufficio delle bonifiche - Napoli).

Scala di 1 a 10000.

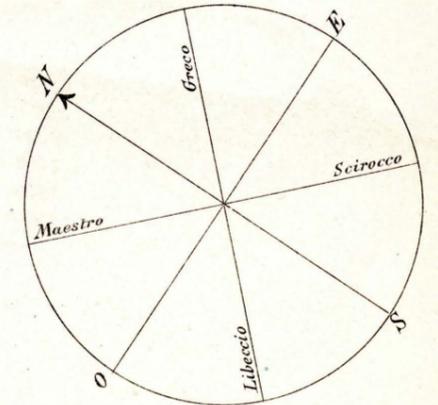


Fig. 3. Scala di 1 a 100000.

