L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

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

IDRAULICA PRATICA

LO STUDIO IDROGRAFICO DEL TEVERE E DEI SUOI TRIBUTARI

 $(Veggansi\ le\ Tavole\ III\ e\ IV)$

Il Tevere ha dato argomento alla 26º Monografia illustrativa della Carta idrografica d'Italia, che si sta pubblicando dalla Direzione Generale dell'Agricoltura (1).

Niuno più di noi seguiva con tanto interesse la serie degli studi idrometrici ed idrografici dei principali nostri corsi d'acqua che l'ingegnere-capo del Corpo Reale delle miniere, Giuseppe Zoppi, reggente la Divisione idraulica al Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, andava facendo con metodi rigorosamente scientifici, traendo con deduzioni ingegnosissime dalla più attenta osservazione dei fenomeni naturali, nuove teorie pel regime delle sorgenti, somministrando nuovi preziosi elementi allo studio del movimento dei grandi corsi d'acqua, ed alla più facile soluzione di tutti i problemi ai quali si mira nell'attuale risveglio industriale ed avendo per fine la migliore utilizzazione di tutte le forze naturali e l'aumento della produzione.

Niuno più di noi ha dolorosamente deplorata la morte di quell'ottimo funzionario di alto ingegno e di larghe vedute, animato dal sacro fuoco per la scienza, il cui valore non era superato che da una grande modestia. E nel cordoglio non abbiamo mancato di lamentare che l'opera sua avesse a riescire interrotta. Ma il volume che ci sta dinnanzi, mentre ci offre la prova che del materiale raccolto e di quello che si stava raccogliendo non si è voluto far scempio, ci porta pure nella lettera dell'Ispettore, Capo del R. Corpo delle Miniere, ing. comm. N. Pellati, al Ministero, la quale serve come di prefazione al libro, la notizia, certo per noi confortante, che l'opera alla quale attendeva il compianto ing. Zoppi sarà per disposizione del Ministero proseguita sotto la Direzione dell'Ispettore, Capo delle miniere, e che codesti studi idrografici così bene incominciati, sono alacremente proseguiti, mentre fra non molto saranno pronte le monografie sui fiumi Arno, Serchio e Pescara, di cui sarebbero pressochè ultimati i rilievi di campagna.

Come ricorderanno i lettori, l'ing. Zoppi, ultimato lo studio dell'Aniene, aveva intrapreso quello della Nera e del Velino coll'intenzione di estendere le sue ricerche a tutto il bacino del Tevere, per il quale si era prefisso di

(1) Carta idrografica d'Italia — Tevere — 1 vol. in-8° gr. di pag. 300, con atlante contenente la carta litologica e la carta idrografica del bacino del Tevere, nella scala di 1 a 500 mila, e n. 18 tavole di sezioni idrometriohe e diagrammi relativi. — Pubblicazione del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, Direzione Generale dell'Agricoltura. — Roma, 1899. — Prezzo L. 4.

determinare la scala delle portate in base agli idrometri di Ripetta, di Orte, di Pontenuovo e di Terni. Ma non verificandosi che troppo raramente le grandi piene adatte alle determinazioni alle quali voleva giungere, in attesa di tali piene, egli aveva per intanto intrapreso analoghi studi per il Liri-Garigliano e per il Volturno.

Dopo la morte dell'ing. Zoppi, venne stabilito che senza rinunziare alla intenzione di proseguire e completare la monografia del Tevere collo studio derivando dalle osservazioni delle sue grandi piene, si incominciasse col presentare il riassunto degli studi già fatti e dei dati di osservazione raccolti e relativi agli stati di magra del Tevere e suoi affluenti, nell'intento ragionevolissimo di non ritardare di troppo a porre a disposizione degli studiosi della idraulica e degli industriali quelle notizie e considerazioni che potrebbero forse fin d'ora dar luogo a risultati pratici di effetto immediato.

L'esecuzione di questo compito venne affidata al signor Eugenio Perrone, aiutante-ingegnere nel Corpo Reale delle miniere, il quale con intelligenza e zelo indefesso avendo per molti anni coadiuvato l'ing. Zoppi nei lavori di campagna e di tavolino, ed eseguite tutte le misure di portata, aveva completa conoscenza di tutti gli studi ed elementi raccolti pel regime del Tevere.

L'ordine seguito nella Monografia è quello stesso adottato nei volumi precedenti, ed essa consta di nove capitoli: Orografia e geologia; Pluviometri; Idrometri; Misura delle portate; Pendenze; Forza motrice; Utilizzazione delle acque; Torbide; Regime. E l'opera finisce con un'appendice sulle trivellazioni praticate nella vallata alluvionale del Tevere ai Prati di Castello (Palazzo di giustizia) e ad Ostia.

Delibiamone brevemente il contenuto.

I. — OROGRAFIA E GEOLOGIA.

Il Tevere, come il lettore potrà meglio comprendere tenendo sott'occhio la Tavola III, nasce sulla falda est del Monte Fumaiolo, dalle così dette *Vene del Tevere*, due piccole sorgenti elevate a m. 1268 sul mare, di circa 3 litri caduna, con temperatura molto bassa, di appena 7 centigradi.

Scende fra dirupi con rapida pendenza, perdendo m. 230 di altezza in un chilometro e mezzo di percorso, e poi altri 300 in due chilometri, poi con più lieve declivio, scorre molto incassato fino ad incontrare il suo primo influente, detto il Rio.

Scendendo ancora, riceve una moltitudine di piccoli torrenti, molto poveri d'acqua nell'estate, ma che, durante le pioggie, rapidamente ingrossano ed alzano il livello del fiume, tanto da portarlo in poche ore allo stato di piena; e viene così a raggiungere lo sbocco dei due torrenti Singerna e Tignana, che da destra il primo e da sinistra il secondo, confluiscono pressochè nell'istesso punto, portando entrambi qualche contributo, anche nei periodi di forte magra.

Questa parte di bacino del Tevere è in contatto, all'ovest, col bacino dell'Arno, ed all'est con quello del Marecchia.

Geologicamente quest'alta valle del Tevere apparterrebbe all'eocene medio e a quello superiore, con qualche lembo di molasse mioceniche.

Le rocce dominanti sono l'arenaria compatta ed il calcare marnoso molto fissile, turchino. I caratteri idrologici di queste roccie furono già sufficientemente studiati nel volume che riguarda i fiumi Nera e Velino; ma quivi si confermano le conclusioni stesse riguardo al grado di permeabilità, che cioè, dalle alternanze di calcari, più o meno permeabili, colle arenarie impermeabili non possono scaturire grosse sorgenti. E invero è solo nel calcare alberese che si manifestano piccolissime sorgenti le quali versano nel Tevere, mentre appena comincia a sparire l'alberese e prende predominio l'arenaria, rarissime e povere sono le sorgenti, e gravi difficoltà si devono vincere per provvedere di acqua potabile gli abitati circostanti.

La serpentina, che si presenta in varie località, da Pieve Santo Stefano fino alla confluenza del Singerna, ha l'aspetto di un conglomerato rosso cupo o bruno carico con ciottoli verdi; e se le rocce fra le quali è interposta fossero permeabili, al contatto dovrebbero trovarsi delle sorgenti alquanto grosse, tanto più che esso intercetterebbe per quasi tutta la larghezza del bacino le acque sotterranee; invece quelle rocce essendo impermeabili, mancano le sorgenti.

La frana caduta nel 17 febbraio 1855 nell'alveo, un chilometro a valle di Pieve Santo Stefano, può dare un'idea dei pericoli a cui la valle può essere esposta. Il corso delle acque rimase sbarrato per forse 60 metri d'altezza, e le acque sopraelevandosi inondarono l'abitato fino a circa 9 metri sull'attuale piano stradale, invadendo anche i primi piani delle case e lasciando depositi nel paese e nei dintorni, alti quasi 6 metri, tantochè il palazzo comunale e molte case private dovettero ridurre a sotterraneo il pian terreno, per riportarsi al nuovo livello. Una iscrizione sulla chiesa che si trova a sinistra del ponte sul Tevere, indica la data dell'inondazione e l'altezza delle acque.

Dopo la confluenza del Singerna, la valle del Tevere si allarga sensibilmente ed i corsi d'acqua molteplici che vi si immettono, acquistano importanza per le rapide e forti piene, ma in generale e fino al Chiagio, sono in estate poverissimi d'acque magre.

In questo secondo tronco del Tevere che termina alla confluenza del Chiagio, domina completamente la formazione eocenica con poca varietà di rocce; prevalgono ovunque le arenarie più o meno compatte e solo saltuariamente s'incontra qualche banco di calcare alberese quasi sempre alternato con arenarie e con scisti argillosi.

Nessun fatto caratteristico distingue questa regione, se si escludono le piccole scaturigini di acque sulfuree, all'est di Città di Castello, che alimentano il grazioso stabilimento di bagni, situato presso la stazione ferroviaria, e le sorgenti Raggio, le quali hanno origine dai monti calcarei di Gubbio e sottopassando le deiezioni detritiche che stanno ai piedi di questi, vanno ad apparire nei solchi del terreno alluvionale, al principio della pianura.

Queste sorgenti, la cui portata supera i 100 litri, stante la loro ubicazione in una plaga quasi priva d'acqua, e stante la loro altitudine (m. 408), e la loro ottima qualità (13 centigradi) potrebbero acquistare molta importanza. Presentemente da un laghetto con canale scendono al torrente Assino, del quale sono quasi l'unico alimento estivo.

Il fiume *Chiagio* è il primo dei principali confluenti che s'incontra sul corso del Tevere, e merita di essere consi-

derato, sia per l'ampiezza del suo bacino, sia per il volumè d'acqua che conduce non soltanto nelle piene, ma specialmente ancora nelle magre.

Il Chiagio si compone di due rami principali: il Chiagio propriamente detto che in alto riceve tributo perenne dalla sorgente Scirca (a m. 597 sul mare) alle falde del monte Cucco, ed ha per tributari principali il Saonda, il Rasina colle sorgenti perenni di Gualdo Tadino, ed il Tescio — ed il Topino, nel quale si immettono le acque del rinomato stabilimento climatico e di bagni di Nocera Umbra, quelle del torrente Monodre che vi conduce le limpide ed abbondanti sorgenti di Rasiglia, e quelle del fiume Simia che riunisce le acque perenni delle sorgenti del Clitunno a quelle colatizie della pianura di Foligno e del torrente Maroggia.

La geologia di questo bacino è più variata di quella del tronco superiore del Tevere, ove affiorano solamente formazioni eoceniche ed alluvionali. La vetta di monte Cucco è formata da calcari compatti, bianchi, quasi porcellanici che sembrano appartenere al lias inferiore ed ai quali se ne appoggiano degli altri rossi, scistoidi, a frattura pagliosa, lucida, appartenenti al cretacico inferiore, che a loro volta sono più in basso, fasciati da una zona di calcari bianchi, amorfi, marnosi, attribuiti al cretacico superiore. A questi calcari marnosi succedono degli scisti calcareo-argillosi, azzurri o verdastri, i quali vanno a finire al fianco est dei monti di Gubbio, mentre scendendo lungo la valle del Chiagio, questi scisti si assottigliano e scompaiono sotto le arenarie compatte eoceniche che a poco a poco diventano dominanti e ricoprono totalmente le formazioni inferiori.

L'ossatura dei monti fra i quali incomincia la valle del Topino è formata di calcari permeabilissimi del lias.

Appoggiati ai detti calcari permeabili stanno i soliti calcari scistoidi, ricoperti nel basso della valle da arenarie e scisti eocenici, i quali più non dànno passaggio alle acque sotterranee, talchè le sorgenti si manifestano dove i calcari compatti scendono fino all'alluvione, come al Clitunno, o dove incontrano il contatto con le altre roccie ora dette, come alle sorgenti di Spoleto, di Rasiglia, di Bagnara, di Nocera Umbra ed altre minori.

Nel bacino del Topino sono tre i gruppi di sorgenti di maggiore interesse: quelli di Clitunno, a m. 224 sul mare, notevoli per volume d'acqua devoluta ad usi agricoli; quelli di Rasiglia, a m. 290 sul mare, aventi il primato per usi industriali, ma con tutti i requisiti di ottime acque potabili; e quelli di Nocera Umbra, aventi grande rinomanza per scopi idroterapici.

Il fiume Nestore, confluente di destra, non offre altro interesse se non in quanto sbocca in esso l'emissario del lago Trasimeno. Questo lago non ha sorgenti interne, ed ha piccola profondità, in generale di 6 metri. La sua alimentazione è dovuta alle acque pioventi direttamente nel suo bacino esterno, quasi tutto costituito di rocce impermeabili. Epperò le escrescenze del lago sono rapide e secondano l'andamento della stagione. L'emissario antico si è sempre rivelato insufficiente allo scopo di liberare le campagne dalle continue inondazioni, e l'emissario nuovo, che doveva essere ultimato in marzo dell'anno passato, non sarebbe ancora entrato in funzione.

Il bacino del Nestore, a parte la pianura alluvionale, è costituito da rocce dell'epoca eocenica superiore e forse del miocene inferiore; anzi non si hanno che arenarie di varia compattezza, arenarie alternanti con scisti, ossia tutta una formazione impermeabile alle acque. Non manca qualche lembo di calcari grossolani nelle adiacenze del bacino del Trasimeno, ed all'ovest di Perugia, ma l'estensione di tali calcari è così piccola che per quanto essi siano permeabili,

non possono dare sorgenti di qualche rilievo, non essendo possibile rinvenire tant'acqua sufficiente ad aumentare gli scarsi condotti della Città di Perugia.

Il fiume *Paglia*, altro confluente di destra, componesi di due rami principali che si riuniscono poco prima di Orvieto, da dove, dopo breve percorso in unico alveo, si scaricano nel Tevere.

Il primo ramo, proviene dal monte Amiata, ed è formato da 4 bracci, cioè dai torrenti Paglia, Senna, Siele e Stridolone.

Il secondo si compone del torrente Chiani che incomincia a pochi chilometri dal lago di Chiusi, e dell'Astrone che proviene dai monti di Cetona.

Il fiume Paglia, che nei periodi piovosi ha piene molto forti e superiori a quelle di altri corsi d'acqua di bacino anche più esteso, ha per contro in estate un'alimentazione molto scarsa, inferiore a quanto potrebbe far credere l'ampiezza del suo bacino, che comincia presso Città della Pieve, ed è circoscritto da quello del Tevere, e dai bacini dei fiumi Arno, Orcia, Fiora e del lago di Bolsena.

La geologia del bacino del fiume Paglia è molto complessa; le trachiti bellissime del monte Amiata, somiglianti alle volte al granito, non hanno alcuna analogia coi materiali vulcanici dei monti Vulsini e Cimini, i quali a loro volta differiscono l'uno dall'altro nelle principali caratteristiche.

Così pure fra le rocce sedimentarie si riscontrano i rappresentanti di sistemi cronologicamente molto distanti, tantochè dal retico e dal lias si giunge al cretacico; dall'eocene e dal pliocene si va fino ai travertini quaternari e alle alluvioni recenti.

All'estremo sud del monte di Cetona, ad 1 km. circa dall'abitato di San Casciano, si trovano le omonime sorgenti minerali balnearie, in numero di 43, tutte termali, con temperatura da 36 a 46 centigradi, e quasi tutte saline, ma di portata riducentesi per ognuna a frazioni di litro. La loro origine potrebbe forse rintracciarsi nei calcari di Cetona, dai quali sprofondandosi sotto la linea di contatto cen le rocce impermeabili, risalirebbero, per legge idrostatica, da spaccature o faglie, che in quest'ultime si manifestano.

Il fiume Nera, che fu già ampiamente studiato a parte nel Volume 14 delle Memorie illustrative della Carta idrografica (pubblicato nel 1892), consta di due brani principali, cioè l'alto Nera ed il Velino che si riuniscono sotto la cascata delle Marmore. Il Velino ha due principali influenti, Salto e Turano, le cui acque in piena sono preponderanti.

L'alto Nera è in massima parte costituito da rocce permeabili, ma non permeabilissime, come sono quelle del bacino del Velino, le quali perciò dànno considerevole tributo di acque perenni.

Il Velino nella parte più alta del suo bacino è racchiuso in un anfiteatro del permeabilissimo calcare cretacico, che si attacca, a destra, al monte Terminillo, che è pure di calcari permeabilissimi, ma appartenenti al lias e in piccola parte, con affioramenti lungo la valle, presso Antrodoco, al trias. Poco a monte di Antrodoco ai calcari permeabilissimi del Terminillo, si appoggia la estesissima formazione calcarea cretacica, che dal monte Nuria va al monte Velino di Avezzano, e che costituisce il crinale dello sparti-acque col fiume Salto. Questa catena è quanto di più interessante siavi in tutto il bacino, perchè da essa trae alimento la grossa e bella sorgente *Peschiera*, che

sgorga nella pianura di San Vittorino, e che ha una portata minima di metri cubi 16.

Questa sorgente nasce ai piedi dei monti, al contatto della pianura, sotto un cumulo di detriti, su una fronte di quasi un chilometro. L'effetto generale delle scaturigini le fa ritenere l'efflusso di un canale, o grande vena, in cui l'acqua si raccoglie e da cui sgorga senza pressione.

Due fenomeni di speciale importanza, sebbene di genere affatto diverso, si presentano nella pianura di San Vittorino. Il primo di essi è la manifestazione estesa di acque minerali, sotto forma di frequenti laghetti dai quali con violenti ribollimenti scaturiscono centinaia di litri di acque fortemente sulfuree, e di sapore gradevole e di bassa temperatura, non più di 12°. Nel laghetto vicino a S. Vittorino sorgono dai calcari cretacei quattro polle di energiche emanazioni solfidriche, che raccolte in un canale hanno una portata di 250 litri al secondo. Oltre le sulfuree sonvi altre sorgenti di acque minerali, fra le quali, poco prima della stazione di Castel Sant'Angelo, a sinistra del fiume, una abbondante, che al sapore sembra alcalina, ed è certamente ferruginosa, come si scorge dai depositi ocracei alle sponde del canale nel quale è raccolta.

L'altro fenomeno interessante è la chiesa stessa di San Vittorino, che ultimata nel 1613, ed edificata a fianco di una sorgente, troverebbesi ora sprofondata a m. 2 sotto il piano di campagna, tantochè il suo interno è convertito in un lago che ha superato le balaustre e gli altari, le sorgenti principali essendo ora presso l'altare maggiore, ed altre minori vedendosi ribollire qua e là nell'interno della chiesa. Viene esclusa la possibilità che il terreno circostante siasi innalzato per effetto delle alluvioni del Velino, le cui inondazioni non hanno portato mai nè inghiaiamenti, nè limo, ma acqua quasi chiara. Mancherebbe il tempo ed il materiale per una colmata di due metri di altezza per una sì grande estensione. Invece i segni evidenti di uno squilibrio e sfasciamento generale dell'edifizio rendono plausibile l'ipotesi di uno sprofondamento generale del piano sul quale è costruita la chiesa. Le sorgenti che sotterraneamente dovevano serpeggiare in tutti i sensi, poterono a poco a poco, tanto per via chimica, quanto per via meccanica, asportare il materiale, formando un vuoto, nel quale tutto d'un tratto è sprofondata la chiesa sovrastante.

Un fenomeno consimile si è avuto occasione di presenziare nell'autunno del 1891, mentre si facevano codesti studi; a mezzo chilometro dalla sorgente Peschiera, a 300 metri dal lago omonimo, sprofondava d'un tratto una zona di 50 metri di diametro, formandosi un lago, per la rottura di un banco sottile di travertino quasi ferroso che si era formato sul terreno alluvionale. Le acque della Peschiera, scorrendo sotto questo travertino, avevano asportato man mano il letto sabbioso, sul quale poggiava.

Il rimanente del bacino del Velino, compresi i suoi influenti Salto e Turano, non ha molta importanza, poichè quasi tutto costituito da rocce impermeabili, per lo più arenarie e scisti eocenici, sabbie e ciottoli del pliocene, salvo alcune elevazioni calcaree, le quali però versano il loro tributo sotterraneo in altri bacini.

La bassa valle del Nera, la quale incomincia sotto la cascata delle Marmore, alla confluenza del Velino, ha il suo fondo quasi fino a Terni, ricoperto da travertini recenti, dovuti alle incrostazioni delle acque stesse della cascata. Ma sulle sponde, a varie altezze nei monti calcarei, si scorgono gli avanzi di altra zona travertinosa, più antica, la quale dimostra come il letto del Nera dovesse essere molto più elevato, e la cascata trovarsi molto più a valle, per cui, dopo un primo salto del Velino, i due fiumi s'incontrassero e in ampio bacino corressero alquanto, per

precipitare nuovamente insieme, poco prima di dove ora è l'acciaieria di Terni, incrostando intanto le sponde con quel travertino, che dalla cascata stessa fu poi quasi tutto

eroso, mano mano che essa ritiravasi.

Dopo l'incontro dei due fiumi, la valle si apre fra i calcari fogliettati, permeabili, del giurese; poi cominciano ad affiorare calcari rossi scistoidi eocenici, che da Papigno si avanzano, ai piedi di quei monti, fino alle origini del torrente Aja; ma la valle del torrente è tutta piena di arenarie e scisti argillosi che spingonsi molto in alto sui fianchi di una catena calcarea permeabilissima. Sul versante che guarda il Nera, da Narni fin presso la stazione di Montoro si presenta scoperto, e da qui comincia a sparire sotto le sabbie argillose le quali continuano fino ad Orte, ove si perdono sotto le alluvioni del Tevere. Prima di giungere alle sabbie, la massa calcarea ora detta dà luogo a sorgenti importantissime e numerose, le quali riunite, dànno un contributo di circa 12 metri cubi.

Fra il Nera e l'Aniene sono confluenti sulla sinistra del Tevere i torrenti Aja, Galantina, Farfa e Correse. Ma solo il Farfa è di qualche importanza per il volume d'acqua perenne che alcune sorgenti gli apportano, nella misura di quasi 4 metri cubi in massima magra. Queste sorgenti limpide e fredde (temperatura di 12 centigradi) scaturiscono

sotto l'abitato di Frasso Sabino.

Dell'Aniene già conosciamo lo studio idrografico speciale, pubblicato nel 1891 nel nº 4 delle Memorie illustrative della Carta idrografica d'Italia (1). Ma quello studio riguardava più essenzialmente le acque utili alle grandi industrie, ossia quelle fluenti superiormente alle cascate di Tivoli.

Ora però si riconobbe l'opportunità di completare quello studio a cagione del forte risveglio manifestatosi fra gli agricoltori della regione a sinistra del Tevere, con tendenza ad estendere le colture irrigue, e fra gli industriali per la utilizzazione di salti d'acqua. Ond'è che in questo volume del Tevere troviamo interessanti dati sulle sorgenti delle Acque Albule, le sole che trovinsi a destra dell'Aniene, e su parecchi altri fossi confluenti di sinistra, che non mancano di acque

perenni.

Le Acque Albule hanno origine nella vasta pianura travertinosa che si stende fra i monti Cornicolani, l'Aniene e prime pendici dei colli Tiburtini, e si raccolgono nel lago della Regina, profondo più di 30 metri, e di forma quasi circolare, con un diametro medio di m. 50 circa. L'acqua è ricchissima d'acido solfidrico ed ha la temperatura di 23 a 24 centigradi. All'uscita dal lago l'acqua corre in un canale scavato nel tartaro travertinoso, e dopo avere animato una segheria di travertino (ora inattiva) entra nel celebre stabilimento delle Acque Albule (2) altrettanto noto per la sua eleganza; quanto per l'efficacia curativa delle acque da cui prende il nome. Dallo stabilimento le acque precipitano e vanno a dar vita al molino Martellona, per entrare poi nell'Aniene. Ma oltre a queste che si vedono scorrere nei canali, altre acque sfuggono ai meati del travertino e scendono al fiume in passaggio coperto, rendendosi visibili, in parte, presso il greto dell'Aniene stesso, ove alcune possono misurarsi e valutarsi.

Sono confluenti di sinistra dell'Aniene, da ponte Lucano a Roma, molti fossi, dei quali alcuno è ricco d'acqua in tutto il percorso (come il fosso San Vittorino, il fosso di Corcolle

(1) Vedi Ingegneria Civile, anno 1891 a pag. 48.

e Frechisia, ed il fosso dell'Osa) mentre altri sono perfettamente asciutti in estate, ed altri ancora accolgono, soltanto nell'ultimo tronco, numerose sorgenti che ne impinguano

Il fosso dell'Osa non è che lo scaricatore delle acque abbondanti che nascono nella pianura di Pantano, alle falde dei monti Laziali, mentre quelle più alte furono incanalate e condotte, sotto il pontefice Sisto V, ad alimentare l'acquedotto Felice, che fa mostra alla fontana di piazza San Bernardo alle Terme.

Nell'avvallamento sottostante al casale di Salone, alla quota di m. 24 sul mare, scaturisce la sorgente dell'acqua Vergine o di Salone, acqua eccellente e di temperatura costante da 14 a 15 centigradi, portata a Roma fin dall'anno 733 della sua fondazione, mediante un acquedotto lungo quasi 21 chilometri, dei quali 19 circa scavati in galleria e non rivestito. Col tempo le frane interne, non riparate, sformandone la sezione ne avevano ostruito il corso. Ma nel 1570 le sorgenti furono nuovamente allacciate; fu riparato o rifatto l'acquedotto, mantenuto però sempre nella nuda roccia, senza rivestimento, e l'acqua vergine fu nuovamente condotta a Roma, ove, fra le altre fontane, fa bella mostra di sè in quella monumentale di Trevi ed in quelle di piazza di Spagna e di piazza Navona.

Ma oltre alle acque condottate, ed a quelle fluenti superficialmente nei fossi, vuol essere studiato il fatto importante di acque sotterranee, le quali hanno in quella località una circolazione lenta, ma estesa, la quale si manifesta cogli incrementi subalvei dell'Aniene, riscontrati nelle misure di portata fatte nel 1890, e coll'incremento che l'acquedotto Vergine riceve nel suo percorso da Salone a Pietralata, per infiltrazione delle pareti, come venne accertato nel 1897.

Risulterebbe pure da cunicoli e gallerie scopertesi in quest'ultimi anni, che quest'acque sotterranee fossero note agli antichi, che se ne servissero; e ad ogni modo è oramai assodato come gli estesi banchi di pozzolana della campagna romana siano veri magazzini di acque sotterranee, e come abbiano una funzione importantissima nella circolazione delle acque provenienti dai vulcani laziali.

Dall'Aniene al mare la sponda sinistra del Tevere è solcata da un certo numero di fossi, diversi dei quali hanno già discreta importanza agricola ed industriale e possono in avvenire acquistarne maggiormente.

Prima incontrasi la Marrana dell'Acqua Mariana o sorgente degli Squarciarelli, la quale, dopo avere attraversata la tenuta di Roma Vecchia, taglia la via Tuscolana e rasentando le mura, da porta S. Giovanni a porta Latina, entra in città e va a scaricarsi nel Tevere presso la Marmorata.

Poi incontrasi il fosso Almone o Acquataccio; il fosso Valchetta nel quale immettono l'emissario del lago di Albano ed il fosso Buttero colle acque della ricca sorgente della Cecchignola; per ultimo, il fosso di Malafede.

Nella zona vulcanica compresa fra l'Aniene, il Tevere ed il mare, si distinguono tre piani geologici, cioè il pliocene, caratterizzato dalle argille turchine e dal calcare conchigliare o meno. Sopra queste roccie riposano immediatamente i depositi quaternari, che formano il secondo piano, pur esso bastantemente individuato, e sostituito lungo le coste, da quella fascia di sabbioni marini, che si spinge entro terra per oltre sei chilometri dal mare e si eleva a più di m. 80 sopra il livello di questo. La terza suddivisione è quella che comprende tutti i prodotti vulcanici dei monti Laziali, e che ha particolare importanza inquantochè da essa hanno origine le acque perenni di tutta la zona. Questa formazione vulcanica dividesi a sua volta in tre classi distinte, e-cioè: 1º pro-

⁽²⁾ Vedi Ingegneria Civile, anno 1881, pag. 33 e tavole I, II e III.

dotti del cono nei quali l'alterazione dei materiali non è giunta al punto da cementarli, i quali perciò raccolgono ed assorbono in grande quantità le acque piovane; 2º pozzolane, lave e tufi disgregati che convogliano le acque assorbite e ne accolgono parzialmente, quando non sono ricoperti da elementi più compatti o cementati; 3º tufi litoidi, peperini, tufi terrosi cementati ed altri conglomerati simili che fanno l'uffizio di strato impermeabile e di regolatore dell'andamento sotterraneo delle acque stesse. Ma in causa della discontinuità e promiscuità dei depositi suddetti, le acque sotterranee di questo sistema montuoso si suddividono, e deviano in vario modo dalla loro via naturale.

Compresi in sprofondamenti avvenuti nelle pareti esterne del gran cratere Laziale sonvi i laghi ancora esistenti di Albano e Nemi e quelli prosciugati di Ariccia, di Castiglione, ecc.

Dallo sbocco del fiume Paglia al mare la sponda destra del Tevere ha un certo numero di influenti, dei quali i soli che presentino qualche interesse, poichè conservano anche in estate una discreta portata sarebbero: il torrente Vezza, il fosso di Gallese, il fiume Treja formato di molti rami, tra cui il fosso Vicano che è l'emissario artificiale del lago di Vico; il fosso Torraccia o di Prima Porta, il fosso della Valchetta, i fossi della Crescenza e di Acquatraversa, il fosso

della Magliana, ed il fosso Galera.

In tutta questa regione predomina la formazione vulcanica dovuta a tre sistemi eruttivi ben distinti fra loro, e cioè quello dei vulcani Sabatini, quello dei Cimini e quello dei Vulsini; con predominio in tutti tre di tufi cementati o litoidi, mentre di rocce permeabili non si avrebbero che i prodotti sciolti aerei che formano la parte più prossima ai centri eruttivi. La presenza di sorgenti minerali, e di acque termali che al Bulicame presso Viterbo, ad es., raggiungono i 57 cg. di temperatura, dimostrano come l'attività vulcanica non sia del tutto spenta. Vogliono pure essere ricordate le solfatare più importanti che sono quelle di Latera e di Canale Monterano con energico sviluppo di acido carbonico.

Gli sprofondamenti con conseguente formazione di piccoli laghi, quali tuttora avvengono nella valle del torrente Gramiccia, fra Rignano Flaminio e Leprignano, sono dovuti a dei vuoti sotterranei prodotti dall'erosione e dall'azione chimica di acque sotterranee, scorrenti nei calcari ed assorbite dal monte Soratte che sorge caratteristico in mezzo alle colline poco elevate che da Roma ad Orte formano la campagna sulla destra del Tevere.

Fuori del bacino del Tevere è il lago di Bracciano che mediante il suo emissario, torrente Arrone, si scarica direttamente nel mare. Esso fa parte del sistema vulcanico Sabatino, e pare sia il risultato dello sprofondamento di tutto un gruppo di bocche eruttive e di coni secondari. Ma fin dall'epoca Romana le sorgenti di quella località più voluminose e migliori per potabilità furono incanalate e condotte a Roma, sotto il nome di Acque Traiane, e dopo aver servito per usi edilizî, industriali e domestici vengono scaricate in Tevere. Venuto poi il bisogno di condurre a Roma una quantità d'acqua superiore a quella fornita dalle sorgenti Traiane, veniva abbassato il condotto Traiano, portandone l'incile entro il lago, a 60 cent. sotto il livello delle magre ordinarie, e sbarrata la presa dell'Arrone con una diga alta m. 1,30 sopra la soglia dell'acquedotto: e così arrivò a Roma l'Acqua Paola, ossia il miscuglio delle buone Acque Traiane con quelle inquinate del lago, dalla quale sono pure alimentate le due fontane di piazza S. Pietro in Vaticano.

II. — PLUVIOMETRI.

Anteriormente alla celebre piena del 1870 nel bacino del Tevere non funzionavano che i pluviometri di Roma e di Perugia. Dopo quella piena si comprese che era indispensabile, prima d'ogni altra cosa, lo studio del regime di tutto il bacino, e fu deliberato l'impianto di numerose stazioni pluviometriche distribuite in modo da poter indicare l'altezza media di pioggia caduta sul Tevere e sui suoi influenti.

Sebbene la distribuzione e la posizione dei pluviometri non abbiano potuto essere conformi a quanto si desiderava. ed il funzionamento di taluni di essi, pei quali il pregio maggiore e quasi unico è la continuità delle osservazioni. abbia deluso ancor più le aspettative, tuttavia è stato possibile avere dal 1872 in poi una media abbastanza esatta delle stazioni di Campagnano, Viterbo, Vallepietra, Poggio Mirteto, Subiaco, Narni, ed esatta per quelle di Roma e di Perugia, per la seconda delle quali si hanno osservazioni dal 1811 e per la prima anteriori al secolo.

Si potè poi anche tener conto della stazione di Todi che ha 11 anni di regolari osservazioni, di Norcia che ne ha 10. di Montecavo che ne ha 18 ma con due interruzioni, ecc.

Colla scorta di questi elementi si determinò la media pluviometrica pei bacini dei vari influenti del Tevere e del Tevere stesso, dividendone il bacino in zone di differente media pluviometrica, moltiplicando ogni media per la superficie della zona alla quale si riferisce, e procurandosi così i fattori per la media generale.

La media pluviometrica di tutto il bacino del Tevere a monte dell'idrometro di Ripetta risultò pertanto dedotta dai

seguenti elementi:

Zone	Superficie km. q.	Media pluviometrica mm.
Alto Tevere	2177	1062
Bacino del Chiagio	1974	1100
» del Paglia	1302	1040
Tevere dal Chiagio al Nera	2973	900
Bacino del Nera	4276	1300
» dell'Aniene	1414.	1060
Tevere da Orte a Ripetta .	2476	900
(escluso l'Aniene)		

Totale km. q. 16592

Moltiplicando ogni superficie per la media pluviometrica relativa e sommando i prodotti, si ha un totale di 17 799 194 che diviso per la superficie totale 16 592, dà la media pluviometrica di tutto il bacino del Tevere a monte dell'idrometro di Ripetta, di mm. 1073.

Questa cifra non ha un valore assoluto, ma come media generale può ritenersi esatta a meno del 5 per cento; in quantochè gli errori o le deficienze nelle osservazioni potrebbero tutto al più farla oscillare fra mm. 1021 e mm. 1125.

Per il che si può concludere che le osservazioni pluviometriche nel bacino del Tevere sono sufficienti allo studio idrografico del fiume, e rappresentano un prezioso materiale per la determinazione del regime di esso.

III. — IDROMETRI.

Numerosi gli idrometri impiantati nel 1871 sul fiume Tevere, da Perugia al mare, e sui suoi influenti principali, oltre a quello di Ripetta il quale funziona fin dal 1822. La Relazione per altro lamenta che la maggior parte di essi non siano collocati nei luoghi più opportuni ad uno studio completo dell'idrologia, mostrandosi soltanto adatti alla segnalazione delle piene.

Lo stesso idrometro di Ripetta non può dare tutti quegli elementi utili ed esatti che si sarebbe potuto avere dai suoi 75 anni di servizio, perchè le condizioni del suo funzionamento furono perturbate dai lavori di sistemazione del tronco urbano del fiume che durarono dal 1877 a tutto il 1892. Anche le indicazioni di questi ultimi anni riesciranno poco utili, perchè il fiume tende continuamente a mutare i confini del nuovo alveo, come ne fanno prova e l'interrimento oramai completo del braccio sinistro all'isola di S. Bartolomeo, e quello che a monte ed a valle del ponte Umberto I ha già interessato un terzo della larghezza dell'alveo e superato il livello delle forti magre, i quali interrimenti insieme ad altri di minore entità, hanno per effetto di estendere il rigurgito fino all'idrometro di Ripetta, e di fare variare continuamente il valore delle indicazioni idrometriche, rendendole meno comparabili fra loro, mentre è vero scopo dell'idrometro quello di poter comparare fra loro i vari stati del fiume, specialmente in tempo di piena, e di determinare la scala delle portate. Se prima che i lavori di sistemazione dell'alveo e di arginature si fossero iniziati, si fosse proceduto, con metodi opportuni, alle misure della portata del fiume, necessarie per stabilirne la scala, si sarebbe potuto calcolarne il modulo, in base a 55 anni di regolari osservazioni idrometriche; ed anche le osservazioni posteriori al 1877 si sarebbero potute correggere in relazione alle portate che si fossero periodicamente misurate. Invece non abbiamo di veramente utile ed esatto che le tre misure fatte col mulinello e con massima diligenza dal prof. Nazzani nel 1881, quando i lavori di sistemazione erano così poco progrediti da potersi ritenere insensibile la loro influenza, e le misure intraprese dall'ing. Zoppi dal 1892 al 1893 nello stato di magre e di piene a sezione completa dell'alveo sistemato prima, cioè, che i nuovi interrimenti, specialmente quello al Ponte Umberto I avessero preso qualche consistenza.

Fortunatamente per gli opportuni controlli può venire in aiuto, coi dovuti riguardi all'azione diversa del vento, l'idrometro di Ripagrande, dove la sezione dell'alveo trovasi ancora nelle stesse condizioni che si verificavano prima del 1870, come rilevasi da una interessante Relazione dell'ingegnere Bernardino Luini, integralmente riprodotta in ap-

pendice al capitolo che stiamo esaminando.

Da una serie di giudiziosi confronti, tenendo conto di un complesso di cause e procedendo sempre con opportuni controlli, si giunge alle seguenti conclusioni:

1º Che l'abbassamento delle acque del Tevere verificatosi in massima magra è stato nel 1893, in confronto al

1877, di m. 0,20 in massima magra;

2º Che gli abbassamenti risultano proporzionatamente maggiori quanto è maggiore la piena, cioè nella ragione di m. 0,09 per ogni metro di maggior altezza, per cui se si ripetesse la straordinaria piena del 1870, essa avrebbe ora una minore altezza di m. 1,24, onde è assicurato che gli effetti della monumentale opera dell'arginatura del Tevere, la più grandiosa compiutasi dopo la costituzione del Regno d'Italia, sono tali da assicurare pienamente la città contro ogni invasione del fiume, in qualunque sua piena.

Prima di abbandonare quest'argomento degli idrometri, vogliamo far nostra la raccomandazione che leggesi in fine della succitata Relazione dell'ingegnere Bernardino Luini, relativamente all'idrometro di Ripagrande, la cui grande importanza per gli studi del Tevere esigerebbe che fosse mantenuto convenientemente ed osservato regolarmente, essendo quello su cui ora bisogna basare le osservazioni del Tevere, mentre il cattivo stato in cui ora si trova non è ultima causa degli errori di lettura riscontrati nella serie delle

osservazioni periodiche. (Continua)

G. SACHERI.

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

STUDIO CINEMATICO E STATICO DEL MECCANISMO DI WORMS E ZWIEZCHOWSKI.

1. - 1 signori Worms e Zwiezchowski proposero recentemente un nuovo tipo di locomotiva, in cui all'ordinario manovellismo di spinta rettilinea viene sostituito il meccanismo

rappresentato dalla fig. 19.

La forma e il funzionamento di tale meccanismo sono molto semplici: due leve AB e CF articolate a due bielle BC e AD formano un parallelogrammo; la leva AB oscilla intorno al punto E fisso sul sostegno della macchina; la leva CF oscilla intorno al punto mobile D e comanda con l'estremo F la manovella KF solidale con l'asse motore K della macchina; la biella AD è a sua volta una leva che oscilla intorno al punto mobile A e che riceve movimento dallo stantuffo SH mediante la biella ausiliaria HI.

Gli autori Worms e Zwiezchowski credettero di poter realizzare con tale parallelogrammo considerevoli vantaggi, e

1° soppressione della testa a croce e delle guide (*);

2º adozione di dimensioni notevolmente minori per le varie parti della macchina;

3 aumento del rendimento termico della macchina stessa, dovuto alla possibilità di mettere il duomo più vicino ai cilindri, con che il vapore giunge in essi più asciutto;

4º azione quasi sempre tangenziale al bottone della manovella che comanda l'asse motore della locomotiva.

2. - Mi propongo nella nota presente di sviluppare la teoria cinematica e statica del meccanismo in questione per vedere quali particolarità presenti il moto dello stantuffo in relazione a quello della manovella e per dedurre in che misura sia vera l'affermazione degli autori intorno all'azione tangenziale trasmessa al bottone della manovella medesima.

3. — Conducendo EL parallela a BC (fig. 20) è facile rilevare che il punto L di CF descrive una circonferenza di centro E e di raggio EL; dimodochè su CF vi sono due punti L ed F che percorrono due circonferenze, e quindi il punto D, come un altro punto qualunque di CF, traccia una curva di Watt (lemniscata).

Risulta da ciò che il movimento dell'asta ID, di cui soltanto il punto A descrive una circonferenza, è molto più complesso di quello dell'asta CF; e pertanto, volendo con l'ana-lisi studiare il moto di CF e di ID, saremmo condotti senza

dubbio a formole assai complicate, specialmente per l'asta ID. Ond'è che io mi sono limitato a trattare la questione da un punto di vista esclusivamente grafico: ho costruito per punti la traiettoria (λ) descritta da D e quella (μ) descritta da I; ho disegnato le curve polari fissa e mobile (α e α_1) che individuano gli spostamenti relativi dell'asta CF e del sostegno, e lasciato di considerare le aste ID e HI, per le quali avrei potuto costruire senza difficoltà le curve analoghe, sono passato a studiare il moto più interessante dello stantuffo S.

 Per costruire la curva λ segnai tre punti l, d, f sull'orlo di una striscia di carta in modo da essere $\overline{l} \, d = \overline{L} \, \overline{D}$, df = DF e feci scorrere questa striscia nel piano della figura in guisa che i punti l e f si muovessero rispettivamente sulle circonferenze descritte dai punti L e F; le posizioni successive assunte da d dettero la curva λ .

Tracciata la curva λ, disegnai in modo analogo la curva μ, segnando sull'orlo di una striscia di carta tre punti i, a, d tali da essere $\overline{i\,a}=\overline{I\,A},\ \overline{a\,d}=\overline{A\,D}$ e spostando la striscia di carta in modo che il punto d scorresse su λ e il punto a sulla

^(*) Ritengo invece che sia un grave difetto la mancanza della testa a croce e delle guide, perchè lo stelo dello stantuffo, a causa dell'obliquità della biella ausiliaria HI, carica sempre la scatola a stoppa e ne danneggia la buona tenuta.

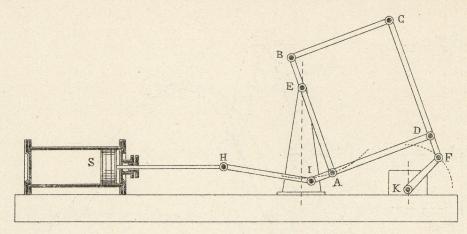


Fig. 19.

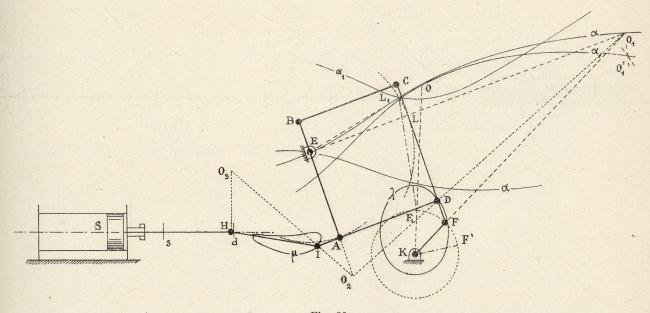


Fig. 20.

circonferenza descritta da A. Le posizioni successive assunte da i dettero la curva μ .

Osservando poi che il centro istantaneo di rotazione dell'asta CF è il punto O_1 d'incontro delle rette EL e KF normali alle traiettorie descritte dai punti L e F, disegnai facilmente due tratti della curva polare fissa suaccennata (\$\alpha\$) relativa al moto dell'asta CF. E poichè lo stesso centro istantaneo O_1 è individuato dalle due distanze E O_4 e K O_4 sul piano fisso e dalle due distanze L O_4 e F O_4 sul piano mobile, mi fu anche facile disegnare per la stessa asta CF due tratti della curva polare mobile (\$\alpha_4\$); assunta infatti come posizione speciale di \$\alpha_4\$ quella corrispondente al trovarsi dell'asta LF in L_4 F_4, ossia quella per cui il contatto attuale delle due curve polari avviene in O_4 costruii il punto O_4 della polare mobile corrispondente al punto O_4 della polare fissa, tracciando due archi di circonferenza rispettivamente di centri L_4 ed F_4 e di raggi L O_4 e F O_4 ; e la stessa costruzione ripetei per gli altri punti.

5. — In possesso della curva μ , descritta dal punto I, mi riusci facile rilevare gli estremi d e s (fig. 20) della corsa dello stantuffo e individuare le corrispondenti posizioni degli organi: posizioni che evidentemente sono entrambe di punto morto.

Dopo ciò divisi la circonferenza descritta da F in otto parti uguali cominciando dal punto morto di destra F'; e prese in esame le corrispondenti posizioni della manovella, disegnai per ciascuna di queste la forma assunta dal meccanismo. In tal modo determinai gli spostamenti dello stantuffo, che vennero tutti computati dalla sua posizione estrema di destra d.

Sviluppata poscia sull'ascissa O \(\text{\text{\$\sigma}} \) (fig. 21) la stessa circonferenza ritenuta di raggio unitario, portai sulle ordinate dei punti corrispondenti alle divisioni di essa dei segmenti uguali agli spostamenti dello stantuffo; e congiunti con una linea gli estremi di queste ordinate, ottenni il diagramma degli spazi relativo ai due elementi primari del meccanismo: un diagramma cioè, che per ogni ascissa, rappresentante uno spostamento angolare della manovella computato dalla posizione di punto morto K F', fornisce un'ordinata che rappresenta lo spazio corrispondente descritto dallo stantuffo e computato dall'estrema posizione di destra d.

In figura vennero per maggior chiarezza raddoppiate le ascisse e quadruplicate le ordinate.

Supponendo ora che la manovella KF si muova di moto uniforme, l'ascissa $O \omega$ degli spazi angolari può essere assunta come ascissa O t dei tempi pel moto dello stantuffo; e allora la linea che chiude il diagramma precedente diviene la linea degli spazi descritti dallo stantuffo: la quale, derivata con distanza polare $\overline{OP_1}$ =1", forni la linea OB_1D_18 delle velocità, e, derivata una seconda volta, fornì la linea $O_1A_1BC_1D8_1$ delle accelerazioni dello stantuffo stesso. Per comodità di figura, quest'ulțima linea fu desunta con distanza polare $\overline{OP_2}$ = $\frac{1}{2}$ $\overline{OP_1}$, e pertanto le sue ordinate rappresentano

la metà delle accelerazioni.

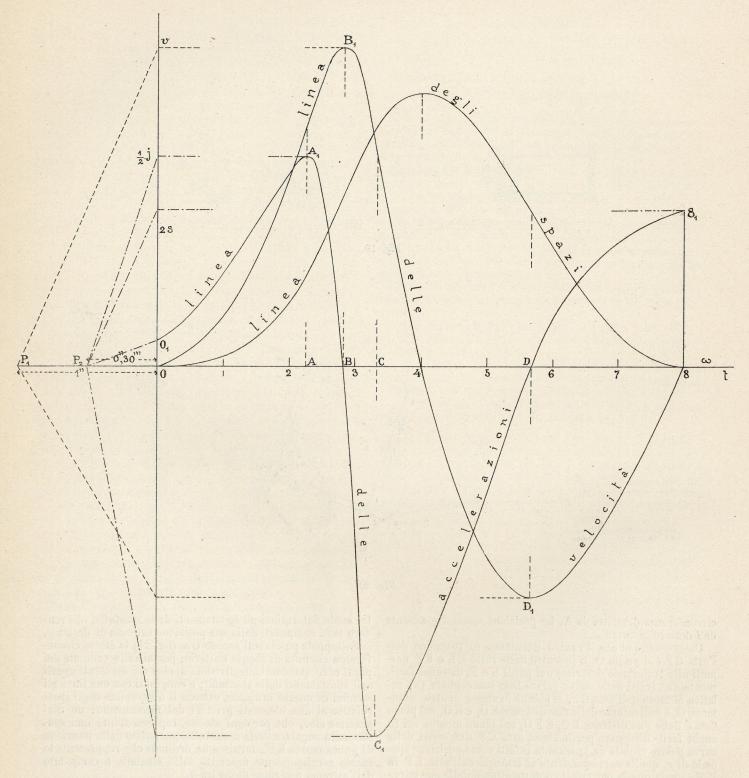


Fig. 21.

Analizzando le tre linee così desunte che individuano completamente il moto dello stantuffo per un moto uniforme della manovella, troviamo che esso non presenta in verità particolari degni di nota; osserviamo anzi che la velocità massima nell'andata si ha presso ai 3/4 della corsa e nel ritorno presso alla metà, e il rapporto fra la prima e la seconda è 1,40.

6. — Tra la velocità lineare v dello stantuffo e la corrispondente velocità angolare ω della manovella per un moto qualunque di questa esiste però una relazione geometrica molto semplice che ora vogliamo dedurre.

Consideriamo il meccanismo in una posizione generica, in quella, ad esempio, rappresentata dalla fig. 22.

Sia ω_1 la velocità angolare della leva CF intorno al suo centro istantaneo di rotazione O_1 ; ω_2 quella della leva ID intorno al suo centro istantaneo di rotazione O_2 ottenuto nell'incontro di EA con la congiungente O_1 D; e ω_3 quella della biella HI intorno al suo centro istantaneo di rotazione O_3 individuato dall'intersezione della normale H O_3 ad SH con la congiungente O_2 I. Prendendo in esame la velocità lineare del punto F nell'istante attuale, abbiamo:

 $\omega \cdot \overline{K} F = \omega_1 \cdot \overline{O_1} F \tag{1}$

e nel contempo, considerando la velocità lineare del punto D, abbiamo anche:

$$\omega_1 \cdot \overline{O_1 D} = \omega_2 \cdot \overline{O_2 D} , \qquad (2)$$

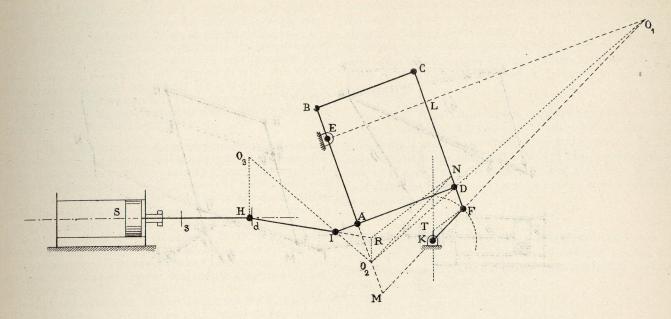


Fig. 22.

donde risulta:

$$\omega = \omega_2 \frac{\overline{O_1 F} \cdot \overline{O_2 D}}{\overline{K F} \cdot \overline{O_1 D}}. \tag{3}$$

Ora, prolungando O_1F fino all'incontro M di AB, si ha dai triangoli simili O_1DF , O_1O_2M :

$$\frac{\overline{O_1 F}}{\overline{O_2 D}} = \frac{\overline{M F}}{\overline{O_2 D}} ,$$

da cui:

$$\frac{\overline{O_1F} \cdot \overline{O_2D}}{\overline{O_1D}} = \overline{MF},$$

e perciò dalla (3):

$$\omega = \omega_2 \frac{\overline{M F}}{\overline{K F}} \tag{4}$$

Considerando adesso la velocità lineare del punto I, ab-

$$\omega_2$$
 . $\overline{O_2 I} = \omega_3$. $\overline{O_3 I}$,

e quindi dalla (4) risulta:

$$\omega = \omega_3 \frac{\overline{O_3 I} \cdot \overline{F M}}{\overline{O_3 I} \cdot \overline{K F}}.$$
 (5)

Conduciamo per O2 una retta perpendicolare ad S H sino all'incontro R della biella H I; deduciamo subito dai triangoli simili O3 H I e O2 R I:

$$\frac{\overline{O_3 I}}{\overline{O_2 I}} = \frac{\overline{O_3 H}}{\overline{O_2 R}},$$

e perciò dalla (5) si ha:

$$\omega = \omega_3 \frac{\overline{O_3 \text{ H}} \cdot \overline{\text{M F}}}{\overline{O_2 \text{ R}} \cdot \overline{\text{K F}}}.$$
 (6)

Finalmente dalla considerazione della velocità del punto H risulta:

$$\omega_3$$
 . $\overline{\mathrm{O}_3\,\mathrm{H}}=v$,

e in conseguenza ricaviamo dalla (6):

$$\omega = v \frac{\overline{MF}}{\overline{O_2 R . KF}}.$$
 (7)

Fasc. 3° - Fog. 2°

Ciò posto, tiriamo per O₂ la parallela O₂ N ad MF e per K la perpendicolare KT ad SH; congiungiamo N con R e per F tiriamo la parallela a detta congiungente; dai triangoli simili NO2 ReFKT ricaviamo:

$$\frac{\overline{O_2N}}{\overline{O_2R}} = \frac{\overline{M} \overline{F}}{\overline{O_2R}} = \frac{\overline{K} \overline{F}}{\overline{K} \overline{T}},$$

e perciò, sostituendo nella (7), abbiamo:

$$\omega = v \cdot \frac{1}{\overline{K} T},$$

$$v = \omega \cdot \overline{K} T,$$
(8)

ossia:

che è la relazione cercata.

7. — Risoluto il problema cinematico, andiamo ora a trattare il problema statico, il problema cioè della trasmissione

Data la forza motrice P agente sullo stantuffo S, il quesito che ci proponiamo è di determinare la forza tangenziale Q che si trasmette al bottone F della manovella K F in una posizione qualunque del meccanismo; talchè ritenuta P costante o variabile, riesca poi facilé dedurre Q nelle varie posizioni che assume il meccanismo, mentre il moto dello stantusso S si comunica all'albero K.

Cominciamo dal considerare il meccanismo in una posizione qualunque, per esempio in quella rappresentata dalla

fig. 23.

Nel trattare la quistione eviteremo il procedimento analitico, perchè ci condurrebbe a formole troppo complesse; seguiremo invece un procedimento del tutto grafico che più speditamente ci condurrà alla soluzione. E pure restando nel campo della statica grafica, osserviamo subito che se contem-poraneamente alla ricerca di Q ci proponessimo la deduzione delle reazioni dei diversi organi del meccanismo, dovremmo risolvere il problema nella sua massima generalità; do-vremmo cioè costruire il diagramma delle forze relative a tutti i membri del meccanismo e la cosa riuscirebbe piuttosto complicata, inquantochè, soppressa la biella B C e sostituite in sua vece due forze uguali e contrarie, una in B e l'altra in C aventi per linea comune la retta B C, per ottenere le reazioni delle cerniere E, A, D, F, necessarie alla costruzione del diagramma delle forze, occorrerebbe connettere la forza che agisce lungo la biella H I e le due forze incognite applicario P a son C con un poligono funiciolore di cui il nrimo plicate in B e in C con un poligono funicolare di cui il primo lato passassé per E, il secondo per A, il terzo per D e l'ul-

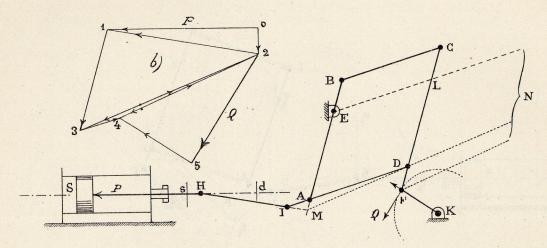


Fig. 23.

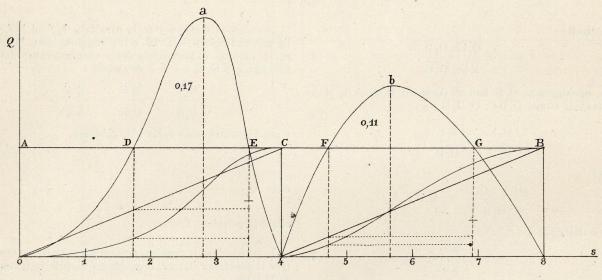


Fig. 24.

timo per F; il qual poligono richiede la costruzione dei punti uniti di due punteggiate proiettive sovrapposte (*). Volendo però trattare il problema dal solo punto di vista

Volendo però trattare il problema dal solo punto di vista della trasmissione della forza, a noi non occorre conoscere le reazioni dei membri del meccanismo, basta solo conoscere la forza tangenziale Q che verrà trasmessa ad F quando in S ne agisce una data P; e non occorre dire, che dovendosi costruire il diagramma della forza trasmessa, che esige la considerazione del meccanismo in diverse posizioni, sarà preferibile quella soluzione che più celeremente ci condurrà alla determinazione di Q.

Richiamiamo all'uopo un interessante principio che discende da quello delle velocità virtuali:

« Se due punti H ed F possono riunirsi mediante due di» versi sistemi di legami, in guisa che tanto con l'uno quanto
» con l'altro, il movimento comunicato da H ad F sia perfet» tamente lo stesso, l'azione trasmessa ad F da una forza
» qualunque applicata in H è indipendente dalla forma e
» dalla natura del sistema dei legami che collega F ad H » (**).
Ora, poichè il movimento del parallelogrammo completo
A B C D (fig. 23) è esattamente lo stesso di quello che si
avrebbe se L descrivesse una circonferenza di centro E c

di raggio E L, è evidente che dal punto di vista della ricerca dello sforzo trasmesso, il detto parallelogrammo A B C D è sostituibile con l'altro A E L D pel quale il diagramma delle forze è subito costruito.

Infatti, decomposta la forza motrice P portata in $\overline{0}$ 1 [figura 23b] secondo $\overline{0}$ 2 normale ad S H e secondo $\overline{2}$ 1 parallela ad H I, osserviamo che l'equilibrio della leva I D è formato pel concorso della componente $\overline{2}$ 1 secondo H I e delle reazioni delle cerniere A e D; e siccome la reazione di A ha per linea E A, così quella di D ha per linea M D; quindi il poligono d'equilibrio della leva I D è 2132. L'equilibrio della leva L F è a sua volta costituito dalla forza $\overline{2}$ 3 agente secondo D M e dalle reazioni delle cerniere L ed F; e poichè la reazione di L ha per linea E L quella di F ha per linea F N, essendo N il punto d'incontro di E L con M D; onde il poligono d'equilibrio della detta leva è 2342.

Ottenuta così l'azione totale $\overline{24}$ che si trasmette ad \overline{F} , decomponendola secondo $\overline{25}$ normale a KF e secondo $\overline{54}$ parallela a KF, avremo nella prima di queste due componenti la forza tangenziale Q che cercavamo.

8. — Tenendo presente tale deduzione supposi costante la pressione P sullo stantuffo tanto nella corsa d'andata quanto in quella di ritorno, e costruii il diagramma delle forze per

^(*) Saviotti, Dinanica delle macchine, pag. 5. (**) Leauté, Génie Civil, 1893, pag. 14.

ciascuna delle otto posizioni del meccanismo che presi in esame al n. 5 per la costruzione del diagramma degli spazi.

Sviluppata quindi sopra l'ascissa o s (fig. 24) la circonferenza di centro K e di raggio uno, portai sulle ordinate dei punti 0, 1, 2..... 8 dei segmenti uguali alle corrispondenti forze tangenziali Q; e congiunti gli estremi di tali ordinate ottenni i due diagrammi equivalenti 0 a 4, 4 b 8, che sono evidentemente i diagrammi del lavoro trasmesso all'asse motore della macchina rispettivamente nella corsa d'andata e in quella di ritorno dello stantuffo.

9. - Dai diagrammi delle forze che servirono alla deduzione delle Q risultò.che la linea dell'azione totale trasmessa ad F nelle varie posizioni del meccanismo è piuttosto lungi dall'essere tangenziale; e dai diagrammi del lavoro trasmesso 0 a 4, 4 b 8, facilmente rileviamo che la grandezza dell'azione tangenziale presenta una variazione alquanto sensibile; variazione che differisce nella corsa d'andata da quella che si ha nel ritorno, tantochè il rapporto tra la massima forza tangenziale nell'andata e la massima nel ritorno è 1,40.

Possiamo quindi conchiudere che l'affermazione degli autori sull'azione quasi sempre tangenziale trasmessa al bot-

tone della manovella non è esatta.

Inoltre dal confronto dei due diagrammi 0 a 4, 4 b 8 del lavoro trasmesso, rileviamo un'altra proprietà non troppo vantaggiosa: supposta applicata all'albero motore della macchina una resistenza costante, e costruita la retta di compenso AB dei due diagrammi suddetti, i segmenti superficiali D a E, F b G, che si ottengono, rappresentano l'eccesso massimo del lavoro motore sul lavoro resistente rispettivamente nel primo e nel secondo mezzo giro dell'albero K; e il maggiore di questi due eccessi, quello cioè in base a cui si dovrebbe fare il calcolo del volano per la regolarizzazione del movimento dell'albero K, se si trattasse di una macchina fissa o di una locomobile, risulta uguale a 0,17 del lavoro motore compiuto in un giro: mentre, come si sa, esso è soltanto la decima parte circa nel caso del meccanismo di biella e manovella a doppio effetto.

Roma, 15 novembre 1899.

Ing. A. CIAPPI.

ELETTROTECNICA

IL NUOVO SISTEMA ASSOLUTO KERNTLER DI MISURE PER LE GRANDEZZE ELETTRICHE E MAGNETICHE.

Nota del prof. RINALDO FERRINI (1).

Il nuovo sistema, che mi pare degno di molta attenzione, è dovuto al signor Francesco Kerntler (2), e si fonda, come quelli attualmente adottati, sulle tre unità fondamentali di lunghezza, di massa e di tempo: centimetro, gramma e minuto secondo.

La proposta di sostituirlo ai sistemi accettati implica ovviamente la presunzione che questi siano difettosi, od almeno che quello che dovrebbe rimpiazzarli presenti maggiore semplicità e convenienza in confronto di loro.

E le cose stanno appunto così, perchè, come ora vedremo, l'A. muove agli attuali sistemi alcune obbiezioni serie e fondate. I sistemi assoluti per le misure in discorso sono tre: l'elettrostatico, l'elettromagnetico e l'elettrodinamico. Il primo è basato sulla legge di Coulomb, vale a dire sulle forze attrattive e repulsive che si manifestano tra corpi elettrizzati; il secondo sulle azioni reciproche che si esercitano tra circuiti percorsi da correnti e magneti; l'ultimo su quelle che si nanifestano tra due correnti. In realtà gli ultimi due dovrebbero confondersi in uno solo, perchè le azioni direttrici di circuiti sopra altri circuiti o su dei magneti si riducono in fatto a quelle dei rispettivi campi

magnetici. Checchè ne sia, poichè il terzo è scarsamente adoperato, ci limiteremo a considerare i primi due; non sarà difficile, a chi piaccia, applicare al sistema elettrodinamico le accuse rivolte contro di questi, Al sistema teorico elettromagnetico si collega l'aitro, che si può chiamare tecnico perchè in vigore nell'elettrotecnica, e che ha per unità fondamentali il Coulomb, l'Ampère, il Volta, l'Ohm, il Farad e l'Henry.

Poste a base di un sistema assoluto di misure tre unità fondamentali: L di lunghezza, M di massa e T di tempo, ciascuna delle unità derivate che lo costituiscono viene ad essere rappresentata dal prodotto delle tre fondamentali, affette ciascuna da un esponente opportuno. Se U è una delle unità in discorso, ed α, β e γ sono gli esponenti adatti, che possono essere positivi o negativi, interi o frazionari, ed anche nulli, si ha:

$$U = [L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma}]. \tag{1}$$

Questa relazione si chiama equazione delle dimensioni dell'unità U. Sostituendo alle precedenti tre altre unità fondamentali Lo, Mo, To, pure di lunghezza, di massa e di tempo, l'unità contemplata acquista un altro valore Uo espresso dalla:

$$U_o = [L_o^{\alpha} M_o^{\beta} T_o^{\gamma}].$$

Mentre cambia la grandezza dell'unità derivata, rimangono intatte le sue dimensioni, cioè gli esponenti dei singoli fattori del prodotto che la rappresenta, perchè tali esponenti sono imposti dalle relazioni teoriche che corrono tra l'unità derivata e le fondamentali, relazioni che non mutano al cambiare di queste. Così, per esempio, una velocità sarà sempre espressa dal rapporto tra una lunghezza ed un tempo, un'accelerazione da quello tra una lunghezza e il quadrato di un tempo, una forza dal prodotto di una massa per un'accelerazione.

Orbene, se poniamo a riscontro le unità derivate nei sistemi elettrostatico ed elettromagnetico, si osserva un pieno disaccordo nelle loro dimensioni; al contrario degli altri sistemi as oluti, questi hanno comuni le unità fondamentali, ma differenti dall'uno all'altro i loro espenenti. Lo dimostra il quadro qui sotto delle dimensioni delle principali unità derivate secondo i due sistemi.

La spiegazione di tale anomalia si trova naturalmente nella diversità delle leggi poste a base dei due sistemi. Per togliere il contrasto che ne viene col concetto di un sistema assoluto, Joubert la riguardò come conseguenza dell'essersi adottate per una stessa grandezza unità differenti nei due sistemi a quel modo che si suole indicare la distanza tra due luoghi, ora colla lunghezza del cammino da percorrere, ora colla durata del viaggio. Si può osservare per altro che la seconda maniera, sebbene più confacente in certi casi, perchè ad un viaggiatore può importare di più di sapere quanto durerà il viaggio che la lunghezza della strada da percorrere, non ci porge proprio la distanza richiesta, bensì in sua vece un rapporto tra essa ed una presunta

velocita.			
	NEL FISTEMA		Rapporto delle dimensioni
	elettrostatico	elettromagnetico	nei due sistemi
Unità assoluta di:			anticopy (a)
	1 1	3 1	
magnetismo	$L^2 M^2$	L^{2} M^{2} T^{-1}	L^{-1} T
{	3 1	1 1	
elettricità	L^2 M^2 T^{-1}	$L^{2} M^{2}$	L T-1
	3 1	1 1	
corrente	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$	L2 M2 T-1	L T −1
	1 1	3 1	
forza elettromotrice	$L^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	L^{2} M^{2} T^{-2}	L^{-1} T
resistenza	$L^{-1}T$	L T-1	$L^{-2}T^2$
		1,-1 T ²	L2 T-21
capacità	L	L-1 12	L- I

Ora la definizione di unità che esce dall'ambite della legge fisica posta a base di un sistema è manifestamente impropria, eppure ciò si verifica per talune delle unità nei due sistemi elettrostatico ed elettromagnetico, e ne deriva la contraddizione che in entrambi questi si-

⁽¹⁾ Il Politecnico. — Milano, dicembre 1899.

⁽²⁾ Die Unität des absoluten Maass-Systems in Bezug auf magnetische und elektrische Grössen, von Franz Kerntler. - Budapest, 1899.

stemi le unità di elettricità e di magnetismo hanno dimensioni differenti; la legge di Coulomb, da cui dipendono entrambe, fu adoperata per definire soltanto la prima di queste unità nel sistema elettrostatico e soltanto la seconda nell'elettromagnetico.

Nell'ultima finca del quadro qui riportato sono registrati i rapporti tra le dimensioni delle diverse unità derivate nei due sistemi. Si avverte subito che tali rapporti hanno le dimensioni di una velocità, per la seconda e la terza unità, del suo valore reciproco per la prima e la quarta, del suo quadrato per l'ultima e del valore reciproco del suo quadrato per la quinta. Tale rimarco venne fatto da parecchio tempo e condusse a scoprire che la grandezza di questa velocità, che fu denominata critica, corrisponde a quella di 300 000 chilometri al secondo con cui si propaga la luce, e con cui si propagano in genere nell'etere le oscillazioni di diverso periodo costituenti le radiazioni termiche, visibili, attiniche, elettriche e magnetiche. È la velocità colla quale si suscita il campo magnetico intorno ad un circuito elettrico nell'atto della sua chiusura. Questa osservazione è importante per l'intelligenza del nuovo sistema proposto dal signor Kerntler, di cui ora ci occuperemo.

Per mantenere la definizione delle unità nel dominio della legge fisica che le distingue, il nuovo sistema accetta dal sistema elettrostatico soltanto quelle delle unità di elettricità o di carica, di potenziale e di capacità, escludendone le altre che si riferiscono a quantità magnetiche. Assunte, come si è premesso, quali unità fondamentali il centimetro, il gramma e il secondo, l'unità E di elettricità risulta per la legge di Coulomb, espressa dalla formola:

$$\mathbf{E} = \left[\begin{array}{cc} \frac{3}{c^2} & \frac{1}{2} & s^{-1} \end{array} \right]. \tag{2}$$

Ora. la quantità di energia rappresentata dalla carica di un conduttore è data, come ognuno sa, dal semiprodotto della carica per il potenziale del conduttore. Essendo dunque l'erg l'unità di lavoro o di energia, le dimensioni dell'unità P di potenziale si otterranno dividendo quelle dell'erg $[c^2 g s-2]$ per quelle di E. Quindi:

$$P = \left[c^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-1} \right]. \tag{3}$$

Infine l'unità di capacità K non sarà altro che il rapporto tra la carica unitaria E e l'unità di potenziale P. Le sue dimensioni si riducono a:

$$\mathbf{K} = [c], \tag{4}$$

cioè l'unità di capacità è rappresentata da quella di una sfera conduttrice di un centimetro di raggio, quale viene suggerita dalla teoria.

Se consideriamo un lungo filo metallico isolato e carico a densità uniforme, la sua azione attrattiva o repulsiva sopra una pallina conduttrice carica presentatagli da vicino, circa il suo mezzo, non dipende nè dalla carica complessiva, nè dalla lunghezza, ma soltanto dalla densità della carica o della quantità di elettricità distribuita sopra ciascuna unità lineare del filo, come l'analoga azione di un conduttore carico sopra una simile pallina vicinissima ad un suo elemento superficiale, non dipende che dalla densità elettrica dell'elemento e punto dalla carica e dalla capacità del conduttore. Il rapporto tra la carica del filo e l'unità lineare viene chiamato col signor Kerntler grado della carica, assegnandogli un'unità particolare, le cui dimensioni risultano dal quoziente di quelle di E per c, ossia per un centimetro. Sono dunque:

$$\left[\begin{array}{cc} c^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-1} \end{array}\right]. \tag{5}$$

L'unità di magnetismo µ viene definita in relazione alla legge di Coulomb come la E, e perciò le sue dimensioni sono le stesse di questa. L'intensità I unitaria di campo magnetico è misurata dalla forza esercitata dall'unità di magnetismo alla distanza di un centimetro; le sue dimensioni si ottengono quindi dividendo per c² quelle di μ. Si ha così:

$$I = \left[c^{-\frac{1}{2}} y^{\frac{1}{2}} s^{-1} \right]. \tag{6}$$

Passando ora alle unità che si riferiscono alle correnti ed ai loro circuiti, che rapporteremo addirittura alle tecniche corrispettive, il nuovo sistema introduce una distinzione relativa alla misura delle correnti, che è nuova ed importante. La misura delle correnti, prescindendo dall'effetto Joule, si fa dipendere dalle loro azioni magnetiche o dalle azioni chimiche, adoperando per le prime i galvanometri e gli elettrodinamometri, per le seconde i voltametri. Ora la forza esercitata su un polo magnetico da un circuito percorso da una corrente costante e l'intensità del campo magnetico suscitatovi intorno, a pari condizioni nella figura e nelle dimensioni del circuito, e nella giacitura e distanza del punto che si considera, sono affatto analoghe al grado della carica, perchè non dipendono che dalla quantità di elettricità che ad un istante qualsiasi si immagina o si finge raccolta in ogni centimetro lineare del medesimo. Non importa che questa si rinnovi di continuo; purchè la detta quantità si mantenga costante, anche l'azione magnetica e le forze direttrici sopra un magnete e sopra un altro circuito che ne dipendono, rimangono invariabili. La misura elettrolitica invece si fonda sulla quantità di elettricità che attraversa l'elettrolito. Conviene perciò distinguere la misura della corrente e l'unità relativa secondo che si adopera l'uno o l'altro processo per ottenerla; in conseguenza il signor Kerntler adotta due unità differenti, che denomineremo rispettivamente ampère magnetico ed ampère elettrolitico, distinguendole coi simboli Am ed Ae.

L'unità di corrente si suole definire come quella della corrente costante, che percorrendo un circuito di un centimetro di raggio, esercita su un polo magnetico unitario, situato nel suo centro, la forza di una dina per ogni centimetro della propria lunghezza, e le si attribuisce il valore di un dec-ampère. Accettando questa definizione, e ritenuti i simboli precedentemente adottati, poichè le dimensioni della dina sono:

avremo l'equazione:

 $[c \ g \ s^{-2}] = 10 \cdot \Lambda_m \frac{\left[\frac{3}{c^2} \frac{1}{g^2} \frac{1}{s^{-1}}\right]}{[c]},$

donde:

$$A_m = 10^{-1} \cdot \left[e^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-1} \right]. \tag{7}$$

Le dimensioni di Am coincidono diffatto con quelle del grado della carica (6).

Nel caso della unità di misura elettrolitica, dietro quanto s'è avvertito, questa si potrà rappresentare col prodotto di Am per uno spazio percorso con velocità uniforme. Ma con quale velocità? Ovviamente quella con cui si suscita il campo magnetico intorno al circuito. Riferendo il percorso all'unità di tempo sarà pertanto:

$$A_e = 3 \cdot 10^{10} \cdot c \, s^{-1} \cdot A_m$$

 ${\rm A}_{e} = 3 \cdot 10^{10} \cdot c \, s^{-1} \cdot {\rm A}_{m} \, ,$ e l'equazione delle dimensioni di ${\rm A}_{e}$ sarà:

$$A_{e} = 3 \cdot 10^{9} \left[\frac{3}{e^{2}} \frac{1}{g^{2}} s^{-2} \right]. \tag{8}$$

La differenza esistente fra A_e ed A_m è analoga a quella che corre tra il peso e la massa di un corpo. Sebbene il concetto teorico di queste due grandezze sia differente, pure nella pratica si confondono spesso, perchè i valori numerici delle loro misure coincidono, essendo costante il rapporto tra loro rappresentato dall'accelerazione locale della gravità; e, similmente nel caso di Ae e di Am i valori numerici delle correnti misurate con un voltametro e con un galvanometro riescono eguali per la costanza del rapporto 3.1010.c.s-1 che esiste tra l'ampère elettrolitico e l'ampère magnetico.

Notiamo che l'espressione di Ae e le altre che ne conseguono hanno legittima applicazione tanto per le correnti continue come per le alternanti e per le oscillatorie, perchè la velocità di propagazione degli scotimenti nell'etere è in ogni caso la stessa.

Il Coulomb, C, rappresenta la corrente trasmessa nell'elettrolito per minuto secondo. Le sue dimensioni si ottengono subito col moltiplicare per s quelle di A. Si ha così:

 $C = 3 \cdot 10^9 \left[\frac{3}{e^2} \frac{1}{g^2} \frac{1}{s^{-1}} \right]$ (9) La potenza di una corrente è espressa dal prodotto della sua misura elettrolitica per la forza elettromotrice. Assumendo il watt come unità di potenza, il Volta, unità di f. e. m., che rappresenteremo con V, sarà dato dal quoziente:

$$V = \frac{W}{A_e}$$
,

e la sua equazione sarà:

$$V = [10^7 \cdot c^2 g \, s^{-3}] : \begin{bmatrix} 3 \cdot 10^9 \, c^{-2} \cdot g^{\frac{1}{2}} \cdot s^{-2} \end{bmatrix},$$

ossia:

$$V = 3^{-1} \cdot 10^{-2} \left[\frac{1}{e^2} \frac{1}{g^2} \frac{1}{s^{-1}} \right].$$
 (10)

Perciò l'unità di resistenza Ohm, simbolo O, data dal rapporto tra V ed A_m risulta:

$$0 = 3^{-1} \cdot 10^{-1}, \tag{11}$$

e quindi priva di dimensioni: un numero astratto.

Il Farad, F, capacità unitaria, si ottiene dal rapporto $\frac{C}{V}$; la sua formola è:

$$F = 3^2 \cdot 10^{11} [c],$$
 (12)

vale a dire contiene 3^2 . 10^{11} unità di capacità, quali si erano definite nel sistema elettrostatico (4).

Un'altra unità ci rimane a considerare, non contemplata dall'autore del sistema, che è l'Henry; è noto che indicando con α il ritardo di fase dovuto all'autoinduzione, di coefficiente l, in un circuito di resistenza ohmica r, sede di una f. e. m. alternante un periodo T, si ha:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \pi l}{\mathrm{T} r} \cdot$$

Ora, essendo tg α un numero astratto, bisogna che l ed r T siano grandezze omogenee. Seguendo pertanto l'ordine delle idee dell'A., poichè l'autoinduzione è la reazione al suscitarsi del campo magnetico intorno al circuito, porremo in luogo di T la distanza a cui esso si pro paga in un secondo, che è $3 \cdot 10^{10} \cdot c$, e ne verrà:

$$l = 3.10^{10} [c] \times 3^{-1}.10^{-1}$$

ossia :

$$l = 10^9 [e].$$
 (13)

All'identico risultato si arriva partendo dalla relazione l $\frac{d}{dt}i = E$, dove significano i l'intensità all'epoca t della corrente in un circuito di a. i., l ed E la f. e. m. dovuta all'a. i. stessa. Posto che E valga un Volta e mettendo in luogo di $\frac{di}{dt}$ il rapporto tra A_m e lo spazio $3 \cdot 10^{10}$. c. percorso in un secondo colla rapidità di propagazione degli scotimenti nell'etere, si ha:

$$l. \frac{10^{-1} \left[\frac{1}{c^2} \frac{1}{g^2} \frac{1}{s^{-1}} \right]}{3 \cdot 10^{10} [c]} = 3^{-1} \cdot 10^{-2} \left[c^{\frac{1}{2}} \frac{1}{g^2} c^{-1} \right],$$

donde ancora

$$l = 10^9 [c].$$

Le dimensioni di *l* coincidono con quelle d'una capacità, ancora in pieno accordo con quanto insegna la teoria.

Oltre la distinzione delle due unità a cui riferire le correnti, secondo la maniera della loro misurazione, il nuovo sistema, a differenza dei precedenti, porge dimensioni eguali per le unità di potenziale e di capacità, tanto considerate in rapporto ad un conduttore carico, come in rapporto ad un circuito attivo. L'unità di resistenza non ha dimensioni; qui è un semplice numero, mentre nel sistema elettromagnetico ha le dimensioni d'una velocità e nell'elettrostatico quelle della reciproca di una velocità.

Veramente venne sostenuto da Jamin che l'espressione dell'unità di resistenza nel sistema elettromagnetico vigente avesse un proprio significato fisico: indicasse cioè la velocità colla quale una verga della lunghezza unitaria deve muoversi perpendicolarmente alla propria direzione ed a quella delle linee di forza di un campo magnetico uniforme di intensità unitaria per produrre la corrente unitaria traverso

la propria resistenza; ma Bertrand ebbe già criticata questa interpretazione, mostrandola illegittima. Osserva poi il Kerntler che assegnando a diverse aste che si muovano nel campo considerato una eguale lunghezza, le rispettive influenze sulla corrente in ciascuna di loro dipendono soltanto dal prodotto delle loro sezioni e delle loro conduttività specifiche (*), prodotto le cui dimensioni sono tutt'altro di quelle d'una velocità.

L'essere nulle le dimensioni della resistenza unitaria nel nuovo sistema deriva dalla parità delle dimensioni di A_m e di V. Ora invece nell'attuale sistema elettromagnetico le dimensioni:

$$\left[\begin{array}{cc} \frac{3}{c^{\frac{3}{2}}} \frac{1}{g^{\frac{1}{2}}} s^{-2} \end{array}\right]$$

dell'unità di f. e. m. sembrano appoggiate ad una dimostrazione ineccepibile, che è questa: se denominiamo a la lunghezza della verga testè considerata, v la velocità uniforme con cui attraversa, nel modo indicato, il campo magnetico di intensità H, la f. e. m. E che vi si suscita per induzione magnetica è espressa dalla:

$$E = a \cdot v \cdot H, \tag{14}$$

quindi, per:

$$a=[c], v=[c\,s^{-1}], H=\left[\begin{array}{cc} \frac{1}{c^{\,2}}\,g^{\,\frac{1}{2}}\,s^{-1} \end{array}\right]$$
 unità di intensità (6),
$$\mathrm{E}=\left[\begin{array}{cc} \frac{3}{c^{\,2}}\,g^{\,\frac{1}{2}}\,s^{-2} \end{array}\right].$$

Ma a siffatto calcolo il signor Kerntler obbietta che, affinchè si produca ai termini della verga la differenza di potenziale espressa da E, è d'uopo che lo scotimento dell'etere circostante ad essa si sia propagato a tutta la sua lunghezza, ciò che richiede un certo tempo, assai breve, gli è vero, ma di cui bisogna pur tener conto, sostituendo nella (14) ad a il quoziente:

$$-\frac{a}{3.10^{10} c s^{-1}}$$
.

Invece della (13) si ottiene con tale correzione la:

$$E = 3.^{-1} \ 10^{-2} \left[c^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-1} \right]$$

come sopra.

Il sistema Kerntler, che mi sono studiato di esporre chiaramente, merita il titolo di sistema unico per tutte le misure elettriche e magnetiche, perchè non ci costringe, secondo l'ordine statico o cinetico del fenomeno che si considera, a ricorrere ora alle unità del sistema elettrostatico, ora a quelle dell'elettromagnetico. L'unità di capacità, e similmente quella di potenziale, vale per le prime non meno che per le altre; il Coulomb e l'unità di carica di un conduttore hanno identiche dimensioni e si possono sempre sostituire l'una all'altra. È inoltre un sistema così logico, consentaneo in tutto a sè stesso, in pieno accordo colle ultime deduzioni della scienza riguardo alla natura dell'elettricità e del magnetismo, che lo rende degno di seria considerazione. Altre proposte ed osservazioni notevoli contiene l'opuscolo del suo A., che non è qui il caso di riportare, bastandomi di richiamare su questo sistema l'attenzione delle persone competenti.

Riguardo alle applicazioni pratiche, le unità in uso, come vengono definite praticamente, rimangono inalterate; cambiano soltanto i loro rapporti colle nuove unità teoriche da sostituire alle attuali, quando avvenga di tenerne conto in qualche calcolo. Sono del resto rapporti facili a ritenersi, poichè la nuova unità di f. e. m. corrisponde a 300 Volta, e la nuova di resistenza a 30 Ohm; il microfarad a 900 000 centimetri, cioè alla capacità d'una sfera di 9 chilometri di raggio.

È una considerazione che potrà appianare le difficoltà e menomare le ripugnanze all'adozione del sistema.

^(*) Preferisco la voce conduttività all'altra conducibilità, ora usata da parecchi fisici, perchè più corretta. La conducibilità veste la forma passiva dell'attitudine ad essere condotti, mentre qui si tratta dell'opposta attitudine a trasmettere.

NOTIZIE

Importanti proprietà della lega di alluminio e magnesio (magnalio). - Come è noto, l'alluminio puro non possiede proprietà tecnologiche molto buone; è di difficile lavorazione, ha poca durezza e resistenza, specialmente se fuso; il suo colore grigiastro non è vivace, ed assai difficilmente si riesce ad ottenere il metallo lucente; anche le saldature si eseguiscono con difficoltà. Le sue buone qualità si riducono quindi alla sola leggerezza ed alla facilità di laminarlo; requisiti del resto abbastanza importanti, ed infatti nel 1899 la produzione dell'alluminio è stata di 4000 tonnellate.

Da qualche tempo si era tentato di migliorarne le qualità formando diverse leghe, le quali però non hanno dato buoni risultati. Anche dalle leghe di alluminio e magnesio eransi ottenuti risultati poco soddisfacenti. Ma il dottor Mach avrebbe riconosciuto che ciò dipendeva dalla poca purezza dei metalli impiegati. Ed oggi che per via elettrica i due metalli si possono avere quasi perfettamente puri, i risultati ottenuti dal signor Mach con una serie di sistematiche esperienze meritano tutta l'attenzione degli industriali, tanto più che il dottor Mach ha ottenuto dall'Impero Tedesco apposito brevetto, e l'invenzione sua è stata da lui brevettata anche in altri Stati.

L'inventore ha dato il nome di magnalio a qualsiasi lega d'alluminio con magnesio, sebbene siavi tutta una serie di leghe, le quali hanno proprietà ben diverse tra loro. Giova anzi subito avvertire che il magnesio nel magnalio esplica una importanza analoga a quella che

ha lo stagno nella lega bronzo.

Da quanto ci è dato conoscere, per ottenere che sia di facile lavorazione ed abbia grande resistenza, la lega dev'essere di 100 parti d'alluminio con 10 a 30 parti di magnesio; se vuolsi una lega facile a laminarsi, bastano da 2 a 10 parti di magnesio La lega di 100 parti di alluminio con 10 parti di magnesio corrisponde, quanto a proprietà tecnologiche, allo zinco laminato; quello con 15 parti di magnesio all'ottone fuso; con 20 parti al bronzo tenero; con 25 parti al bronzo duro

Col 2 al 5 per cento di magnesio la lega può essere facilmente trafilata; col 5 all'8 per cento è un ottimo materiale atto alla laminazione; coll'8 al 10 per cento costituisce un materiale di fusione che si può lavorare con facilità; col 20 al 30 per cento, essendo più dura, può essere adoperata per i cuscinetti e per le superficie di contatto e per altri simili congegni delle macchine; con oltre il 30 per cento essa dà un metallo duro, che però si screpola, ma è assai lucente e molto adatto come metallo da specchi.

La resistenza del magnalio fuso cresce colla quantità del magnesio, ma diminuisce per converso la sua malleabilità; quanto più magnesio contiene il magnalio, tanto più quest'ultimo è fac le a screpolarsi nella

In una lega contenente dal 10 al 20 per cento di magnesio la resistenza alla rottura è di 30 a 42 chg. per mm. quadrato, e l'allungamento del 10 per cento.

Alla laminazione si hanno risultati soddisfacenti, specialmente col

magnalio fuso.

La lega col 10 al 15 per cento di magnesio ha colore quasi biancoargenteo, e colla brunitura acquista viva lucentezza, che conservasi lungamente al contatto dell'aria e dell'acqua, purchè i due componenti siano chimicamente puri

Sotto il rapporto chimico il magnalio si comporta come l'alluminio; è cioè intaccato dagli alcali, dall'acido cloridrico, ma non dagli ossiacidi, e sopratutto resiste all'acido solforico.

Il peso specifico del magnalio è di poco inferiore a quello dell'alluminio puro, onde sono conservati i pregi di questo metallo, e rimossi

alcuni difetti che ne impedivano l'impiego.

La sezione di rottura presenta una superficie di granatura molto fina, come quella dell'acciaio. Fonde tra 600 e 700°, e quando è fuso è molto fluido; portato al colore rosso bruno, riempie perfettamente le forme di contorni i più minuti, siano di sabbia o di metallo; nè riesce difficile impedire che il metallo fuso riesca poroso.

La lavorazione meccanica è assai facile; si può facilmente segare, tagliare, piallare, comprimere, raschiare; alcune specie si possono anche laminare e fucinare a freddo. Si possono anche praticare nel ma-

gnalio chiocciole per viti.

Il prezzo del magnalio è più elevato di quello dell'alluminio, in causa del forte costo del magnesio, che vale da 21 a 22 lire il chg, mentre l'alluminio costa circa 3 lire; ma poichè il materiale grezzo per ottenere il magnesio è in natura assai sparso, una volta che l'impiego del magnalio si sarà esteso, potrà essere possibile ottenerlo pure a prezzi convenienti.

La « Deutsche Magnalium-Gesellschaft », che si è costituita per sfruttare il trovato Mach, si propone di applicare la nuova lega per la fabbricazione dei caratteri da stampa, per gli strumenti ottici e meccanici e per gli oggetti di uso comune, in sostituzione dell'ottone.

(Rivista di Artiglieria e Genio).

Risultato del Concorso Gori-Feroni per la meccanica applicata. — Come è noto, la nobildonna marchesa Caterina Gori-Feroni, con testamento del 1864, destinava una cospicua parte della rendita della sua eredità alla fondazione in perpetuo di alcuni posti o premi da conferirsi a giovani italiani, educati in Italia e di età inferiore ai trent'anni, i quali vengono così a fruire per sei anni del premio mensile di lire trecento, coll'obbligo di compiere studi superiori di perfezionamento presso una cospicua Università nella Teologia, nelle Lingue orientali, nell'Architettura o nella Meccanica.

Questi concorsi vengono di volta in volta banditi dalla Società di esecutori di pie disposizioni in Siena. Per la prima volta il pensionato per la Meccanica toccava al toscano Dino Padelletti; in Architettura lo ebbero contemporaneamente per la prima volta il nostro Crescentino Caselli, ora professore di Architettura nell'Accademia Albertina di Belle Arti, ed il milanese Pio Soli.

Siamo lieti di annunciare che l'ing. Modesto Panetti, che i lettori dell'*Ingegneria* conoscono molto favorevolmente, è riuscito vincitore del nuovo Concorso per la Meccanica, tenutosi in Siena nei giorni 19-23 dello scorso dicembre.

La Commissione esaminatrice, nominata dal Governo, era composta del prof. comm. I. Nazzani, della Scuola degli Ingegneri di Roma, e

del prof. cav. Canevazzi, di quella di Bologna. L'ing. Panetti è da alcuni anni Assistente nella Scuola degli Ingegneri di Torino alla cattedra di Scienza delle costruzioni del professore cav. Guidi, e di Macchine termiche e ferrovie del prof. cav. Penati. Onde ci rallegriamo vivamente coll'ing. Panetti, che in questo concorso ha tenuto alto il nome della Scuola del Valentino.

G. S.

BIBLIOGRAFIA

Anwendungen der graphischen Statik nach Prof. Dr. C. Cul-MANN, bearbeitet von Dr. W. RITTER, Professor am eidgenössischen Polytechnikum zu Zürich. — Dritter Teil: Der Kontinuirliche Balken Op. in-8° di pag. 270 con 184 figure nel testo e 4 tavole. Zürich, Verlag von Albert Raustein, 1900.

La nuova pubblicazione del Ritter fa seguito a due altri lodatissimi volumi dati alle stampe negli anni 1888 e 1890, coi quali il chiarissimo professore principiava la sua opera magistrale sulle Applicazioni della Statica grafica, continuando i celebri studi del suo grande maestro il Culmann.

L'A. trattò in quei due primi volumi (*) i problemi relativi alla determinazione delle tensioni interne nelle travi a parete piena e nei sistemi reticolari in genere: oggi pubblica la terza parte del suo lavoro sulla trave continua, promettendo fra breve tempo altri due volumi che ne saranno il compimento: uno sull'arco, e l'altro sulla spinta delle terre, sui muri di sostegno e sulle volte.

Dieci anni sono trascorsi dalla pubblicazione della seconda parte a quella del presente volume; ed in questo periodo la rovina del ponte di Mönchenstein (**) produsse nella Svizzera un risveglio negli studi della scienza delle costruzioni, e diede agli ingegneri occasioni frequentissime di applicare i metodi più disparati di calcolo alla verifica della stabiliti di manufatti già esistenti ed ai progetti di nuove opere d'arte, secondo le norme del regolamento sancito il 19

agosto 1892.

In conseguenza il prof. Ritter fu distolto più volte dal suo lavoro e costretto a ritardarne il compimento. Ma fra queste ricerche eseguite per doveri professionali, l'A. ebbe occasione, come egli stesso dice, di risolvere molti problemi nuovi, di trovare nei procedimenti usuali parecchie semplificazioni, e di valutare coi risultati ottenuti il grado di approssimazione dei metodi adottati. Con questi preziosi materiali egli arricchì il volume che stava componendo, e aggiunse nnovi pregi a quelli, che gli sono abituali, della concatenazione dei ragionamenti e della uniformità di metodo nelle dimostrazioni.

L'argomento trattato nel presente volume è in modo speciale famigliare al Ritter, che sin dall'anno 1883 aveva pubblicato una Memoria pregevolissima sulla trave continua (***) che risolveva nel caso di sezione costante, determinando i momenti sugli appoggi per mezzo della ben nota decomposizione del diagramma dei momenti flettenti e del metodo di Mohr per dedurne la curva elastica.

Nel volume testè pubblicato, oltre al caso semplice suddetto, l'A. prende in esame i problemi più complessi che si presentano a proposito di travi continue, e li risolve quasi tutti col metodo accennato, che

(*) Ne pubblicò in questo stesso periodico la recensione particolareggiata il chiarissimo prof. ing. G. Crugnola nel luglio 1888 e nel dicembre 1890.

(**) RITTER, und TETMAYER, Bericht über die Mönchensteiner Brüc-

ken Katastrophe. — Zürich, 1891.

(***) Die elastische Linie und ihre Anwendung auf den continuirlichen Balken. — W. Ritter. — Zürich, 1883.

trasforma ed analizza nelle dimostrazioni assai brevi; cosicchè chi legge è guidato passo passo più addentro nella sua essenza per vederlo sotto altri punti di vista ed apprendere nuovi significati meccanici di

enti geometrici già noti, nei quali sta la ragione del procedimento. Tuttavia il Ritter ha sentito più vivamente che nei due primi volumi il bisogno di valersi dei nuovi metodi, che si fondano sui teoremi dei lavori virtuali, del minimo lavoro e di reciprocità; aggiunge quindi una Nota per enunciarli e dimostrarli con brevi ragionamenti, che si uniformano assai bene al carattere di tutta l'opera, e coi quali egli giunge ai risultati per mezzo di pochi e semplicissimi sviluppi di formole, che non allontanano la mente di chi legge dall' argomento di-

Dai teoremi citati l'A. deduce le proprietà dell' ellisse di elasticità di una travatura qualsiasi; e nella curva fondamentale delle classiche ricerche di Culmann si rivede l'analogia fra i problemi della statica dei corpi elastici, e quelli del moto di un corpo rigido intorno ad un suo punto, analogia scoperta dal Kirchhoff (*)

La nota termina con una breve teoria delle linee d'influenza, dedotte prima per mezzo del principio di reciprocità, poi cogli altri metodi più

comuni ed elementari.

Il volume è diviso in otto capitoli. Il primo di essi costituisce un'introduzione, nella quale si richiamano e si illustrano con esempi i metodi già svolti nel precedente volume per tracciare la curva elastica di una trave a parete piena o reticolare, sia trascurando l'influenza dello sforzo di taglio nel primo caso, e la deformazione delle aste di parete nel secondo, come l'A. suggerisce, quando il tracciamento della curva ha il solo scopo di dedurre le quantità staticamente indeterminate, sia tenendone conto per trovare gli effettivi cedimenti del sistema.

In tal caso l'A. raggruppa nelle travi reticolari un'asta di parete ad ogni asta del contorno, applica la somma dei due pesi elastici all'antipolo della linea d'azione dello sforzo di taglio rispetto all'ellisse d' elasticità della coppia di sbarre che considera, e ne deduce con un poligono funicolare gli abbassamenti dei singoli nodi.

Chiude il capitolo uno specchio riassuntivo delle espressioni anali-tiche di alcune freccie di incurvamento per una trave a due appoggi nelle condizioni più usuali di carico, e nel caso di un determinato mo-

mento all'incastro per trave completamente scarica.

Queste formule servono in seguito, ricorrendo al principio della sovrapposizione degli effetti, a calcolare la freccia d'inflessione per la sezione di mezzo d'una campata di trave continua, dopo averne determinati i momenti sugli appoggi.

Il secondo capitolo risolve il problema della trave continua a sezione costante col metodo già svolto dal Ritter nella Memoria precedentemente citata.

La discussione principia coll'ipotesi di una sola campata carica, che gli dà motivo di suggerire ingegnose semplificazioni al procedimento generale in molti casi pratici, e gli permette di dedurre le posizioni più sfavorevoli dei carichi per le sollecitazioni a sforzo di taglio ed a momento flettente in una sezione qualsiasi.

Vengono poi tracciate le linee dei massimi e minimi sforzi taglianti, dei massimi e minimi momenti per un carico uniforme mobile, costruendole per punti, o sostituendole, secondo il noto metodo approssi-

mato, con archi di parabola.

Le ricerche eseguite graficamente pel caso pratico di una trave da ponte simmetrica con 4 luci, offrono occasione di eseguire i calcoli delle singole membrature secondo le disposizioni del regolamento svizzero citato

L'A. riprende in seguito il problema della trave continua di sezione costante, tenendo conto della deformazione delle aste di parete. Considera perciò le trisecanti come verticali, su cui si intersecano le tangenti estreme alla curva elastica della corrispondente campata, nell'ipotesi che il relativo diagramma dei momenti flettenti sia un triangolo colla base su una delle verticali di appoggio ed il vertice sull'altra; e le deduce quindi in questo caso come antipolari delle verticali di appoggio rispetto all'ellisse di elasticità del tronco di trave, che copre la campata stessa. Valendosi di queste verticali che distano dagli ap-

poggi di tratti d alquanto diversi da $\frac{1}{3}$ 7, finisce al solito modo la costruzione, e corregge i segmenti intercettati sulle verticali degli appoggi dai lati estremi del 2º poligono funicolare, moltiplicandoli pei rapporti $\frac{1}{3}$ l:d.

Il capitolo termina col calcolo grafico delle sollecitazioni prodotte in una trave continua da dislivelli degli appoggi, e di quelle a cui viene assoggettata durante il lanciamento.

Il terzo capitolo tratta gli stessi problemi col metodo delle linee d'influenza, che permettono la determinazione delle sollecitazioni massime anche per un sistema di carichi concentrati mobili.

Dette linee vengono prima tracciate, determinando i diagrammi del momento flettente e dello sforzo di taglio per un carico unico insistente in parecchi punti della trave collocati a conveniente distanza, poi le deduce come linee di deformazione dell'asse geometrico della trave, secondo il metodo classico, che deriva naturale dal principio di reciprocità.

L'A. spiega in queste pagine una pratica profonda dei risultati, suggerendo parecchie semplificazioni, accompagnate da preziosi criteri sul corrispondente grado di approssimazione; dimostra inoltre molta versatilità nei molteplici artifizî, che lo conducono nel modo più diretto al tracciamento delle linee d'influenza, ed alla determinazione dei coefficienti che occorrono per leggervi in giusta scala i segmenti intercettati.

Egli aggiunge però che il secondo metodo, per quanto pregevolissimo dal punto di vista teorico, è d'ordinario il meno spedito, salvo in alcuni casi che tratta di proposito, i quali sono:

1º quando le travi sono a due campate (e, potrebbe aggiungere, anche a tre campate simmetriche), per le quali tutte le linee d'influenza si deducono tracciando la linea elastica per una sola condizione di

carico; 2º quando si tratta di ponti con piccole luci, pei quali si progettano travi di sezione costante, cosicche basta tracciare le linee d'influenza per quelle sezioni, nelle quali le sollecitazioni raggiungono i massimi valori.

Per ultimo risolve il problema della trave continua ad infiniti apoggi, ed aggiunge opportune tabelle che dànno i valori dei momenti flettenti sotto i pesi e in corrispondenza ai sostegni per parecchie ipotesi di carico.

Nel quarto capitolo prende in esame la trave continua a sezione variabile, e vi adatta il solito metodo opportunamente trasformato secondo i criteri accennati, tanto nel caso di un sistema reticolare di altezza variabile, quanto in quello di una trave di altezza costante.

Ricerca inoltre le massime tensioni nelle aste di una trave retico lare continua di due campate, deducendone le linee d'influenza dalla curva elastica del sistema, supposto appoggiato sui sostegni estremi, e caricato in corrispondenza a quello di mezzo da una forza concen-

Traccia poi per questa stessa ipotesi di carico il diagramma reci-proco della travatura, e deduce dallo sforzo relativo ad un'asta qual-siasi il coefficiente della linea d'influenza che le compete, per leggervi in conveniente scala le grandezze ch'essa fornisce. L'applicazione del metodo fatta ad un caso concreto ne rivela gli eccezionali pregi, e dimostra che la variabilità nell'altezza della trave e nella sezione delle aste non complicano sensibilmente il procedimento, al contrario di quanto accade nei metodi esposti al principio del capitolo.

Nei due capitoli seguenti, i più nuovi e caratteristici di questo pregevolissimo volume, si risolve il problema della trave continua su appoggi che si deformano con legge di elasticità, sia rotando, sia spostandosi verticalmente per effetto dei momenti flettenti e delle pressioni, che si sviluppano nelle sezioni di appoggio.

Il quinto capitolo tratta il primo dei casi accennati, nel quale il diagramma dei momenti flettenti presenta sugli appoggi discontinuità uguali ai momenti che corrispondono alla rotazione delle sezioni estreme delle pile. Per conseguenza i lati del secondo poligono funicolare non si intersecano più sulla controverticale, ma vi staccano un segmento che l'A. calcola in funzione del rapporto fra il momento sollecitante l'estremità superiore della pila e la corrispondente rotazione del piano di appoggio. Il Ritter dà a quesio rapporto il nome di misura dell'elasticità della pila (elastizitätsmass).

Dal risultato ottenuto deduce la posizione dei punti fissi, calcola per ogni appoggio, nell'ipotesi di una sola campata carica, il rapporto fra i momenti flettenti che si sviluppano nelle sezioni immediatamente adiacenti a destra ed a sinistra di esso, e risolve quindi graficamente il problema di cui fa un'applicazione numerica, tracciando le linee d'influenza per un ponte a 3 campate su pile metalliche a cui la trave è

vincolata rigidamente.

Segue un cenno sul calcolo degli sforzi prodotti in costruzioni di tal natura da una variazione di temperatura, o dalla spinta di un treno frenato, e per ogni caso sono indicate le parti del manufatto, nelle quali si sviluppano le tensioni massime, e se ne dànno numericamente alcuni valori dedotti da calcoli eseguiti.

Il capitolo termina con alcune applicazioni a casi pratici, e tra questi è particolarmente degno di nota quello dei longoni da ponte, pei quali la misura dell'elasticità dell'appoggio sarebbe data dal rapporto fra i momenti torcenti e le corrispondenti rotazioni della suola superiore del traverso. L'A. lo ottiene con un metodo sbrigativo e giunge alla conclusione che i longoni si possono normalmente calcolare come travi continue con appoggi semplici.

Nel sesto capitolo si svolge con larghezza anche maggiore, attesa l'importanza pratica dell'argomento, il problema difficilissimo della

^(*) De l'équilibre et du mouvement d'une tige élastique infiniment mince. — Кікснногг. — « Journal de Crelle », 1860.

trave continua su appoggi cedevoli. La trattazione analitica, anche facendo astrazione dalle deformazioni dovute allo sforzo di taglio e dalla variabilità della sezione, conduce ad un sistema di tante equazioni lineari quanti sono gli appoggi intermedì, e in ciascuna di esse compaiono nel caso generale 5 incognite.

L'A. ricorre quindi ad un metodo affatto speciale fondato sulla teoria

dell'ellisse di elasticità, e incomincia dal caso semplice di una trave sollecitata da un carico solo. Il procedimento consiste nella ricerca delle linee d'azione delle risultanti per ogni campata scarica, e per i due tronchi in cui la campata carica è divisa dall'unica forza applicata.

Dette linee si ottengono per mezzo di calcoli grafici eseguiti sui pesi elastici e sui semi-assi delle ellissi di elasticità dei singoli tronchi.

Nel caso di più carichi insistenti sulla trave, si può risolvere il pro-

blema ricorrendo al principio della sovrapposizione degli effetti: ma l'A. espone anche un metodo ingegnosissimo e diretto, valido soltanto

quando tutti i carichi siano applicati ad una stessa campata.

Esso consiste nel tracciare il diagramma dei momenti flettenti per la porzione di trave caricata dai pesi insistenti sulla trave e da una forza uguale ed opposta alla loro risultante; nel dedurne la curva elastica corrispondente, l'angolo formato dalle tangenti estreme, e la verticale su cui esse si intersecano; e nello scomporre la campata di cui si tratta nei tronchi situati a destra ed a sinistra di detta verticale, procedendo poi a un dipresso come nel caso precedente.

Fanno seguito:

1º Un esempio caratteristico relativo al caso di un ponte su zattere, pel quale si deducono le linee d'influenza, tracciando i diagrammi dei momenti flettenti relativi ad un carico concentrato, il quale occupi successivamente posizioni diverse.

2º Un' importantissima applicazione al calcolo degli sforzi generati nel corrente superiore di una trave da ponte ad impalcatura inferiore senza doppia controventatura, in conseguenza delle deformazioni

3º Una trattazione rigorosa della trave continua ad infiniti appoggi elasticamente cedevoli, illustrata da una tabella numerica, che fornisce i momenti e le reazioni dei tre appoggi adiacenti, nell'ipo-tesi di un carico concentrato sulla mezzerìa di una campata. E finalmente alcune applicazioni di quest'ultima teoria ai longoni da

ponte ed alle rotaie con armamento di traversine (*).

Il settimo capitolo tratta di alcuni tipi di travi armate cou tiranti e colonnette, o rinforzate da saettoni obliqui, quali si adottano negli arcarecci di grandi tettoie e nei ponti spingenti in legname.

L'A. principia dalle travi rinforzate con saettoni, che si calcolano correntemente come travi continue su appoggi di livello non cedevoli, e adotta egli pure quest'ipotesi come abbastanza approssimata pel fatto che i saettoni si considerano come solidi caricati di punta e quindi hanno dimensioni esuberanti per lo sforzo normale che sopportano.

Volendo però dedurre le sollecitazioni massime prodotte nelle singole membrature da un sistema di carichi concentrati mobili è costretto a tracciarne le linee d'influenza col metodo già svolto nei capitoli 3° e 4° per la trave continua a due campate, e che qui adatta al caso di una trave armata con due saettoni ed una sottotrave, valendosi di procedimenti che ricordano assai da vicino il calcolo degli archi con sole cerniere d'imposta. Scelta infatti per incognita la spinta orizzontale del sistema ne traccia la linea d'influenza come curva elastica del trave disarmato e caricato da due forze applicate ai punti di appoggio sui saet-toni. Essa gli permette subito il calcolo delle aste costituenti l'armatura, e fornisce le superficie d'influenza per i momenti delle singole sezioni della trave principale.

Brevi considerazioni gli bastano per adattare il procedimento accen-nato al caso in cui la sottotrave manchi o sia collegata alla trave principale, e l'uso dei punti di nocciolo cui ricorre rende più evidente l'ana-

logia coi noti metodi per la risoluzione grafica dell'arco. Il calcolo delle travi armate con tirante e colonnette è invece svolto col metodo rigoroso dei lavori virtuali. L'autore se ne vale per determinare il coefficiente della curva elastica relativa alla trave disarmata e caricata come nel caso precedente, quando la si consideri come linea d'influenza della tensione orizzontale del sistema.

Seguono alcune interessanti applicazioni al caso di travi di considerevole altezza e con eccentricità sensibile negli attacchi.

L'ultimo capitolo tratta delle travi continue, trasformate in sistemi

staticamente determinati col mezzo di conveniente numero di cerniere.

L'A. traccia le linee d'influenza per ciascuna delle aste, segnando la spezzata in cui si deformerebbe l'asse geometrico della trave nell'ipotesi in cui quell'asta sola subisse un piccolo allungamento. Aggiunge però che sono preferibili per prontezza di esecuzione altri metodi, ai quali accenna, dedotti dai procedimenti ben noti per calcolare i massimi sforzi negli elementi di una travatura semplicemente appog-

Nel caso più comune di trave parallela e di carico accidentale uni-

(*) Per una trattazione analitica di tale argomento vedi: J. W. Schwedler, Beiträge zur Theorie des Eisenbahn, Oberbaues. — Zeit. für Bauwesen, 1889.

formemente ripartito, consiglia la ricerca delle linee dei massimi e minimi momenti flettenti, dei massimi e minimi sforzi di taglio, che deduce subito dalle singole ipotesi di carico, potendo tracciare per ciascuna di esse colla massima facilità il diagramma dei momenti grazie alla presenza delle cerniere.

Segue un'applicazione ad nna curiosa trave da ponte di 3 campate, munita di un sistema di sospensione in prossimità degli appoggi (*), e resa staticamente determinata con 2 cerniere nella campata di mezzo. L'A. deduce le linee d'influenza delle singole aste per mezzo di 3 diagrammi reciproci, relative a 3 diverse ipotesi di carico del tronco di

trave compresa fra uno degli appoggi estremi e la cerniera più vicina. Il capitolo termina con un'applicazione alle travi Gerber delle teorie svolte nei capitoli 5° e 6° relativamente alla cedevolezza degli appoggi.

Dalla precedente enumerazione dei principali argomenti trattati risulta con quanta abbondanza di particolari e rigore di procedimenti, il chiarissimo prof. Ritter ha svolto il suo tema in così piccolo volume.

La sua opportunità e la sua importanza eccezionale saranno quindi riconosciute da tutti coloro che lo mediteranno alquanto; poichè lo studioso del calcolo grafico vi troverà coordinati mirabilmente i metodi già noti coi nuovi che l'A. ha saputo ideare, e il tecnico, anche senza approfondirne le ragioni, potrà valersene nelle sue ricerche come di una guida chiara e sicura. M. PANETTI.

Alfredo Melani. — Manuale di Architettura italiana antica e moderna. — Op. in-16° (Manuali Hoepli) di pag. 459, con 131 figure nel testo e 70 tavole. — Milano, 1399. — Prezzo lire 6.

È giunto alla terza edizione questo pregevole Manuale, che colle sue edizioni precedenti aveva già incontrato largo favore nel pubblico. Ora non si tratta solo di una nuova edizione, ma di una vera rifusione di forma e di contenuto di tutta l'opera. Le vignette intercalate nel testo che erano 63, nella terza edizione ora sono 131; le tavole che erano 11, ora sono 70. Nelle nuove figure è fatta larga parte a quelle di sistema fototipico. Così di molti dei monumenti italiani ora si hanno non solo le date e le notizie storiche più importanti, la pianta e la elevazione: ma altresì la rappresentazione fotografica, che è di carattere impersonale, ed è la sola che raggiunga la vera espressione di autenticità nella determinazione delle qualità artistiche ed archeologiche di

Per ciascheduno dei grandi periodi etrusco, italo-greco, romano, paleo-cristiano, bizantino, lombardo, gotico, rinascimento e barocco, in cui è divisa la materia, sono esposte sommariamente le condizioni generali topografiche, storiche e tecniche in cui si svolge l'architet-tura, e fa seguito il cenno e la descrizione dei principali monumenti di arte sacra e di arte profana, con indicazione del nome dell'architetto, quando è conosciuto, e della data di nascita e di morte.

Il libro si chiude con un capitolo dedicato all'architettura neo-classica e moderna; ma quivi l'argomento è appena accennato a grandi scorei; tuttavia anche questo capitolo ha la sua importanza per i nomi e le date che vi compaiono degli architetti dell'epoca dell'Impero, molti dei quali godono più che altro di una riputazione circoscritta alle provincie in cui operarono, e non hanno ancora preso posto nei libri di

soggetto biografico-architettonico.

Il periodo barocco è stato arricchito di una preziosa appendice delle opere che architetti italiani fecero all'estero, e così vi compaiono i nomi di Andrea Pozzo da Bologna, di Santino Solari da Como, di Ottavio Barnacini, dei fratelli Carnevali, di Domenico Martinelli da Lucca, di Gabriele de Gabriel da Rovereto, di Ferdinando Bibbaro. da Bologna, di Giacomo Marinari da Udine e di altri, i quali, sebbene abbiano raggiunto la fama in terra straniera, non riuscirono meno italiani nell'opera e nella propaganda che essi esercitarono; onde i loro nomi non vogliono essere dimenticati nel libro d'oro della nostra architettura.

Un encomio particolare va ancora reso all'autore di questo Manuale che, servendosi delle recenti pubblicazioni dell'architetto Camillo Boggio da Torino, ha colmato una lacuna che esiste in quasi tutti i libri di architettura, i quali, parlando del Piemonte, è molto se ricordano i nomi del Juvara e del Guarini. Qui il Melani non solo parla delle opere di questi due grandi maestri, ma fa altresì la rivendicazione di quelle del Vitozzi, dei Castellamonte, di Francesco Gallo e di altri, che hanno anch'esse la loro importanza

Ciò che rende poi questa nuova edizione di una utilità pratica incalcolabile sono i nuovi indici più diffusi per nome dei luoghi e degli autori; e il libro, lungi dall'essere solo un Manuale per quelli che non sono dell'arte, come dice modestamente l'autore nella sua prefazione, è diventato una guida, un commentario utilissimo anche all'architetto, all'ingegnere, agli allievi, e in generale a tutti quelli che in qualsiasi modo si interessano agli studi ed al progresso dell'arte.

C. CASELLI.

^(*) Sono esempi di questo sistema combinato il ponte Federico sul Neckar in Mannheim, e il ponte pedonale sullo Spree progettato ed illustrato dal Müller. — Breslau, Zeit. für Bauwesen, anno 1900,



Torino, Tip-Lit. Camilla e Bertolero di N.Bertolero, editore.

