

INTORNO A DUE ISTRUMENTI AUTOMATICI

che descrivono in modo continuo

le curve delle piogge e delle variazioni nel pelo dell'acqua dei fiumi (1)

A tutti è nota l'importanza e lo sviluppo che gli studii idrologici hanno preso in Francia, in Prussia, nella Svizzera ed agli Stati-Uniti di America; e niuno tra noi ignora come il Ministero di agricoltura, industria e commercio fino dal 1866 istituisse una Commissione idrografica, « allo scopo « di organizzare le osservazioni pluviometriche ed idrometriche nel regno, « coordinandole con quelle che stava eseguendo la Commissione idrografica « Svizzera. »

Nel Bollettino N. 1, 1872, pubblicato nel presente anno (1873) dalla predodata nostra Commissione, si legge un rapporto delle cose operate dalla medesima, del relatore ing. prof. Raffaele Canevari.

Io non intendo, onorevoli colleghi, di darvi un sunto di questa dotta memoria, che occorre leggere per intero per formarsi una idea esatta di ciò che ha operato la solerte Commissione per costituire questo interessantissimo ramo di servizio, e dei frutti che incomincia a produrre.

Ma per altro a me giova avvertire, per lo scopo della presente comunicazione, che l'insieme delle osservazioni meteoriche ed idrometriche proposte dalla Commissione, hanno per oggetto tra le molte ricerche specificate in 14 articoli:

Di determinare la distribuzione, la intensità e la durata delle piogge in ciascun bacino, ed in correlazione con i venti dominanti (art. 1);

Di riconoscere quale sia la porzione dell'acqua piovuta che scola per l'alveo dei fiumi, e quale la parte che per filtrazione penetra nel terreno a costituire l'idrografia sotterranea (art. 2);

Di determinare il regime delle acque correnti, ossia l'epoca, la successione, l'entità e la durata dei varii stati di piena insigne, di piena ordinaria, di magra e di medie acque..... (art. 3);

Di indagare i fenomeni dei torrenti alpini, specialmente in riguardo

(1) Memoria letta alla prima sessione del Congresso scientifico, tenuto in Roma, nell'ottobre 1873.

al denudamento del monte ed al conseguente trasporto delle materie al piano (art. 5).

Si leggono nel rammentato rapporto norme dettate dalla Commissione per effettuare le nuove osservazioni dei luoghi prescelti; e sono graficamente rappresentate in tavole di corredo tra le altre cose:

La curva delle altezze giornaliere del Tevere a Roma e dell'Aniene a Tivoli, nonchè delle altezze delle piogge a Perugia ed a Roma nel decennio 1861-70;

Curve ed altezze analoghe per l'Arno a Pisa ed a Firenze durante lo stesso decennio.

Quando io ebbi cognizione di questo dotto lavoro, aveva già da qualche tempo rivolti i miei studii alla ricerca d'istrumenti automatici, che potessero facilitare le ricerche idrografiche, sia per la semplicità delle parti che li costituiscono, sia per la conseguente tenuità del loro costo, che permetta di estenderne l'applicazione al di fuori degli osservatori metereologici propriamente detti, sia infine per la possibilità di affidarne il maneggio a persone non esclusivamente destinate a queste ricerche od anche digiune della scienza, perlochè, non richiedendosi l'impiego pressochè continuo dell'opera loro, meritassero una tenue ricompensa.

Dall'esame di questo bollettino credetti di avere trovato la conferma della utilità di siffatti istrumenti per i fini che si è prefissa la Commissione, imperocchè se si vuole, come dicesi al N. 1, determinare la intensità e la durata della pioggia in correlazione dei venti dominanti, variando questi di direzione e di intensità nelle 24 ore, mi parve che sarebbe indispensabile conoscere la quantità di pioggia corrispondente allo stato amemometrico del cielo per mezzo di un registratore continuo.

Se si vuole distinguere l'acqua piovuta che scorre per l'alveo del fiume, da quella che per filtrazione penetra nel terreno o è evaporata, sarebbe necessario, specialmente nel caso di fiumi torrentizii, di vedere come l'andamento della curva giornaliera *pluviometrica* corrisponda alla *idrometrica*, perchè, potendosi con questo mezzo fare con più sicurezza il confronto tra l'influsso e l'efflusso, la differenza starebbe a rappresentare l'acqua che evapora o viene assorbita dal terreno. Io dico con più sicurezza, perchè la media altezza a cui giunge il pelo del fiume in un giorno non è sufficiente a darci la somma delle portate, quando queste possono variare più volte anche nel breve periodo di 24 ore.

Non poteva sfuggire alla Commissione, composta di uomini egregi per profondità di dottrina e di esperienza nella condotta delle acque, la necessità di moltiplicare le osservazioni per lo scopo enunciato, anche nel corso di una giornata in casi eccezionali: e perciò dette analoghe istruzioni in proposito; ma chi può garantirci della esattezza degli osservatori: e che le osservazioni siano state fatte sempre nelle ore più opportune? E senza il confronto della curva *pluviometrica* colla *idrometrica* come si può trovare l'influenza della pioggia sopra le variazioni del pelo del fiume?

Per studiare poi i fenomeni dei torrenti alpini specialmente in riguardo ai diboscamenti, mi parve indispensabile questo confronto, poichè potendosi con questo mezzo determinare con precisione il tempo che impiega la pioggia caduta a formare la piena nel recipiente, potremo, raffrontando molte osservazioni eseguite sopra monti più o meno dissodati, più o meno rivestiti di piante, più o meno permeabili alle acque, argomentare della influenza di queste condizioni sulle piene.

Essendo poi indispensabile, per procedere con sicurezza nelle nuove inalveazioni, conoscere la quantità di pioggia caduta nel bacino tributario dell' emissario da costruirsi, ognuno converrà della somma importanza di procurarsi questo dato colla maggiore esattezza per non errare, nè in eccesso, nè in difetto, e come a ciò possono contribuire le curve *udometriche* raccolte sul luogo.

Non debbo tacere che mi fece impressione vedere nelle tavole delle altezze del pelo giornaliero del Tevere a Roma ed ancor più dell'Arno a Firenze non esservi una corrispondenza tra le piogge cadute e le piene di questi fiumi. Ma ben presto mi spiegai l'apparente anomalia, riflettendo che gli elementi di quelle tavole furono raccolti quando le osservazioni pluviometriche si facevano soltanto nelle stesse città che traversano questi fiumi e si avevano pochi idrometri.

Mi confortò per altro il sapere, che la Commissione idrografica aveva provveduto per le osservazioni future, coll' istituire un numero molto maggiore di stazioni pluviometriche nei bacini che alimentano i fiumi in esame, cioè: 17 nei bacini dell'Arno; 18 nella provincia dell' Umbria, e 18 in quella di Roma per il Tevere; e che aveva di pari passo provveduto ad estendere la collocazione degli idrometri (1).

Riflettendo poi che la stessa quantità di acqua caduta in giorni diversi può produrre una diversa elevazione di pelo nel recipiente, secondo che

(1) Giustizia vuole che io dica come, dopo aver letto al Congresso questo scritto, mi è caduto sott'occhio un discorso accademico del cav. prof. Alessandro Betocchi, attualmente ispettore del genio civile, sulla statistica del fiume Tevere nel quarantennio dal 1 gennaio 1822 al 31 dicembre 1861 pubblicato fino dall'agosto 1863 nel bollettino geografico nautico vol. II^a, N^o 8 e 9.

In questa dotta memoria l'autore, parlando della origine della statistica dei fiumi, dico 'averne avuta la prima idea da Giuseppe Castellano, prof. di matematica a Torino, idea che fu poi soggetto degli studi del Girard sul Nilo e di Escher sul Reno in Svizzera fino dal principio del presente secolo. E rende poi conto delle osservazioni sul Tevere incominciate dal celebre Venturoli, proseguito da Giovanni Cavalieri e portate a compimento dallo stesso Betocchi.

Ma a me interessa, per il tema che ho preso a trattare e per rassicurare i dubbiosi sulla utilità di simili studi, di citare testualmente il seguente brano della prelodata memoria.

« Noto anzi esplicitamente ed osservo che siccome il bacino del Tevere si estende a ragioni non poco tra loro dissomiglianti per giaciture, elevazioni, configurazione, coltura, ed esposizione, così la quantità di pioggia e gli effetti della evaporazione non possono a meno di essere diversi nelle singole località, e quindi non solo riescono scarse le indicazioni somministrate dall'Osservatorio del Collegio Romano, ma incomplete a mio credere debbono riputarsi anche quando vi si uniscano quelle di Perugia. Converrebbe che nel centro dei singoli bacini dei principali influenti o meglio ancora nel centro tanto della parte piana che della montuosa di ciascun bacino parziale fossero stabiliti osservatori meteorologici; ed il confronto complessivo degli elementi che per tal modo si otterrebbe, condurrebbe senza fallo a conoscenze più sicure e di più pratica utilità. »

cada uniformemente per tutte le ore 24, o invece a sbalzi e ad uragano in pochissime ore della giornata, pensai che i registratori automatici a curve continue potessero dare spiegazioni più sicure di queste differenze, di quello che non possono darle le notizie somministrate dagli incaricati delle osservazioni, quando anche si attengano alle istruzioni ricevute per questi casi eccezionali.

Questi e non altri furono gli intendimenti coi quali mi accinsi allo studio dei due istromenti che a voi presento, l'uno da me chiamato per brevità *Pluviometrografo* e già portato ad esecuzione nella rinomata officina Galileo di Firenze, e l'altro chiamato *Idrometrografo*, rappresentato soltanto in disegno.

Ora spetta a voi giudicare se ho raggiunto lo scopo prefissomi di somministrare mezzi materiali più facili e più idonei di quelli conosciuti fin qui allo studio delle interessanti questioni idrologiche del giorno, e specialmente di quelle proposte dalla Commissione, nell'interesse non solo della scienza, ma ancora della pratica applicazione nei vasti campi dell'agricoltura, della industria e del commercio.

Passo intanto alla descrizione dei due instrumenti enunciati.

PLUVIOMETROGRAFO

Il *pluviometrografo* si compone: (1)

1° Del recipiente o *udometro* che deve ricevere direttamente la pioggia, del quale è esattamente conosciuta la superficie, recipiente che prende la forma d'imbuto (a);

2° Di un vaso cilindrico di una sezione aliquota, ed assai minore di quella dell'*udometro*, posto nel gabinetto dell'osservatore e che riceve l'acqua dal primo mediante un condotto di *cautschuc* (b);

3° Di un galleggiante (c) posto nel vaso summentovato il quale sopporta una sottilissima asticciuola tenuta, in guida da una traversa che scorre lungo due fili di acciaio. Alla estremità di questi è sospesa e bilicata una sottilissima punta metallica, atta a lasciare la traccia del suo passaggio sopra una carta convenientemente preparata e divisa in 24 sezioni verticali, rappresentanti le ore, ed in tante sezioni orizzontali, che rappresentano i millimetri, ma ne sono un multiplo nel rapporto che ha la superficie dell'*udometro* alla sezione del vaso che contiene il galleggiante;

4° Di un orologio comune a pendolo, il quale, mediante l'aggiunta di un ingranaggio, imprime un movimento rotatorio ad un cilindro verticale (h) formato di foglia metallica che compie una rivoluzione in ore 24, e che è rivestito della carta summentovata.

Non occorre dire che la punta del galleggiante, salendo col crescere dell'acqua nel recipiente, segnerà una traccia che sarebbe verticale, se il

(1) Vedi fig. 2 e 3 tav. I, in fine del fascicolo.

cilindro stesse immobile, e sarà orizzontale se girerà il cilindro senza che si salzi l'acqua nel recipiente. Queste traccie, quando piove e gira il cilindro sarà una risultante di queste due linee, la quale avrà per ascisse le ore, e per ordinate le altezze della pioggia raccolte nel cilindro.

IDROMETROGRAFO

L'*idrometrografo* consiste in un galleggiante, formato da un cilindro di sottile foglia di rame e terminato da due coni, immerso in un tubo o vaso cilindrico che comunica col fiume o altro ricettacolo di acqua di cui vuolsi ad ogni istante conoscere la variazione del pelo.

Questo galleggiante, è attaccato alle due estremità di una sottile catena alla Vaucanson che congiunge due pulegge, una inferiore, immersa sotto il basso pelo dell'acqua ed una situata al disopra del tubo, la quale essendo dentata, riceve un movimento rotatorio dalla catena quando sale e scende il galleggiante (1). L'albero sul quale è fissata questa puleggia, impegnato alle sue estremità in due cuscinetti, è tagliato a vite, ossia a spirale, ed entra a fregamento dolce in un dado nel quale è praticato un foro. In questo foro si introduce un dente (*d*) (2), premuto da una molla, e questo dente insinuandosi nelle spire della vite fa sì che l'albero quando gira con la puleggia imprima al dado un movimento di traslazione. Quando si vuol ricondurre il dado al punto di partenza, non si deve far altro che tirare addietro il dente per sprigionarlo dalle spire della vite.

Al disotto di questo dado è saldata un asticciola (*a*) che porta una matita. Questa matita ha un piccolo anello in cui passa un filo metallico che la tiene in guida e si appoggia ad una tavoletta rivestita della carta graduata che deve riceverne la traccia durante il movimento di traslazione dell'anello.

Questa tavoletta larga circa 0^m, 35 e lunga 0^m, 60 convenientemente aggravata e sostituita al peso di un orologio attaccato ad una parete al disopra del cilindro, scende tra due guide verticali, percorrendo uno spazio da 0^m, 30 a 0^m, 35 in ore 24, perlochè ciascuna faccia del foglio fissato sulla medesima può servire per due giorni. Ed in questo modo, per un simultaneo movimento orizzontale, della matita e verticale della tavoletta, rimane sul foglio una traccia, della quale le ascisse rappresentano le ore e le ordinate le variazioni del pelo del fiume.

Per la teoria della vite s'intende subito che la scala delle ordinate sta al vero, ossia alle effettive variazioni del pelo dell'acqua in esperimento, come il passo della vite alla circonferenza della puleggia che la fa girare: dimodochè, è in libertà del costruttore di variarla, si può dire, quasi indefinitivamente, senza che nissun movimento vada perduto.

(1) Vedi fig. 1, 2 e 3, tav. II.

(2) Vedi fig. 4, tav. II.

Non occorre dirè che tutto questo apparecchio ha bisogno di esser collocato al coperto, in una fabbrica, o in un casotto qualunque, come sarebbe un piccolo chiosco prossimo al fiume.

FELICE MATTEUCCI.

APPENDICE

Dopo avere presentato al Congresso degli Scienziati Italiani in Roma, gli istrumenti descritti nella Memoria di cui sopra, mi diedi a riflettere che le stazioni pluviometriche stabilite dalla Commissione Idrografica non troverebbero nell' *udometro automatico*, ossia nel *pluviometrografo* da me esposto, tutto il vantaggio che io ho ricercato, se non vi fosse aggiunto un anemografo; imperocchè a questa sola condizione potrebbe farsi a meno della diuturna assistenza di un osservatore, il quale, a norma delle istruzioni ricevute dalla Commissione suddetta, deve registrare nel prospetto meteorologico a lui affidato, di fronte all' altezza della pioggia caduta in una data ora, la direzione del vento che contemporaneamente spirava.

Per colmare questa lacuna mi sono dato cura di studiare il modo di corredare il mio registratore della pioggia degli organi occorrenti per ottenere che sullo stesso foglio, che riceve la curva indicatrice dell' altezza dell' acqua caduta, venga segnata anche la direzione del vento che ha dominato nel giorno della osservazione.

Avendo comunicato all' abilissimo direttore della officina Galileo, ing. I. Golfarelli, il concetto formatomi per raggiungere il mio intento, ho avuto nella di lui amichevole cooperazione il modo di ridurlo alla espressione la più semplice, come si può scorgere nel disegno che passo a spiegare (1).

La fig. 1, Tav. II, rappresenta in prospetto l' orologio che sopporta e mette in movimento il cilindro (*h*) sul quale è attaccato il foglio che riceve le curve udometriche, come è stato descritto nella memoria precedente; la fig. 2 lo rappresenta in pianta.

Supposto che questo orologio sia fissato sopra due mensole infitte in una parete del gabinetto di osservazione, si applicherà alla stessa parete un' altra piccola mensola (*M*) che porti un dado, sul quale posi e possa girare liberamente il prolungamento dell' asta della banderuola *B dei venti* che passa al di sopra dell' edificio.

Questa asta, per un tratto corrispondente all' altezza del cilindro *h*, (fig. 1) porterà otto piccoli bracci le di cui proiezioni orizzontali, che fanno tra loro angoli corrispondenti ad un ottavo di circonferenza, si vedono in-

(1) Vedi, in fine del fascicolo, la tavola II.

con numeri progressivi nella fig. 2; questi bracci sono situati in piani orizzontali paralleli ed equidistanti. Di fronte ad ogni braccio si trova una asticella, rappresentata in pianta colle lettere *C*, *t*, *m* ed in prospettiva distinta con le iniziali degli otto venti principali. Ogni asticella ha presso il suo punto di attacco (*C*) una porzione elastica formata da un pezzo di molla che le permetta di spostarsi ogni qualvolta il braccio corrispondente delle banderuole passi sotto il risalto o *tallone* (*t*); alla estremità (*m*) dell'asticella è fissata con vite una sottile punta metallica, che per effetto della oscillazione, che si produce immediatamente dopo che il braccio ha abbandonato il *tallone*, segnerà un punto sulla carta di cui è coperto il cilindro *h*; l'ascissa di questo punto segnato sul lembo inferiore della carta indica l'ora, o per meglio dire l'istante, in cui si produce. Così sapremo quale è il vento che spirava in tale istante, osservando in quale degli otto piani corrispondenti alle diverse asticelle, il punto è stato segnato.

Per potere liberamente montare e smontare il cilindro (*h*) che porta la carta, è necessario di poter allontanare tutte le otto asticelle; a questo scopo esse sono fissate ad una lista di ottone (*l l'*), la quale, avendo le estremità incernierate in due bracci (*b b*) infitti nella parete, può ricevere un movimento che produce nelle asticelle uno spostamento angolare, indicato nella pianta, fig. 2, con linee punteggiate, quando si sfilino i due perni (*p p'*).

Non debbo lasciare di avvertire che il lembo inferiore della carta si deve supporre diviso in 24 ore, delle quali 12 diurne e 12 notturne, e quando l'indice della pioggia (*i*, fig. 2) si trova di contro al num. 12 indicante il mezzogiorno, quello del vento ossia le punte metalliche (*m*) delle asticelle si troveranno di contro all'altro num. 12, che per la pioggia rappresenta l'ora notturna, e per il vento l'ora diurna, dimodochè staccata la carta dal cilindro e distesa, il vento corrispondente a ciascuna ordinata della pioggia, non si leggerà sulla medesima, ma in quella omologa. (1)

Questo istrumento che nella sua semplicità soddisfa a due scopi parrebbermi si possa chiamare *Umbroanemografo*.

FELICE MATTEUCCI.

(1) Credo inutile di far conoscere il sistema che io tengo per preparare e valermi del foglio che nel pluviometro deve ricovere la curva dell'andamento della pioggia. Avvolgo al cilindro un foglio di carta bianca della *giac* di modo che il lembo esterno che sopravanza di alcuni centimetri l'interno si possa collocare quando si rimonta il cilindro di faccia all'indice della pioggia, lo fermo alle due sue estremità con due anelli di nastro elastico, affunico la carta alla fiamma di un lume a petrolio e rimetto il cilindro al suo posto. Quando poi debbo rinnovare il foglio, immergo quello che ha servito per un istante in un bagno di alcool nel quale è stato disciolto 1/20 di gomma lacca e fattolo poi asciugare per pochi secondi trovo fissato il nero fumo e perciò reso indelebili le tracce bianche lasciate dall'indice della pioggia. Sottoponendo poi questo foglio ad una lastra di cristallo, o ad una tela trasparente divisa con linee verticali in 24 intervalli che rappresentano le ore e con tante linee orizzontali, che rappresentano i centimetri e i millimetri, chiunque può vedere a colpo d'occhio l'andamento della pioggia, e ricavare i numeri degli accrescimenti di altezza ora per ora, e nelle sue frazioni. Lo stesso sistema sarebbe da seguirsi anche per lo strumento adattato alla indicazione dei venti.