§ 3. Determinazione della portata di un torrente.

Questa determinazione è necessaria per poter stabilire la giusta sezione da assegnarsi sia ai tratti del torrente da inalvearsi, sia alla cunetta delle briglie, sia ad ogni altro manufatto, perchè la corrente non abbia a scalzare le opere alle rive e lateralmente, oppure non si abbiano a costruire opere di dimensioni eccessive.

È però sempre assai arduo il misurare la portata di piena di un torrente, più che per le difficoltà materiali inerenti al rilievo della sezione trasversale, perchè i materiali trasportati dalla corrente mettono il tecnico quasi sempre nell'impossibilità di far uso degli strumenti delicati che si adoperano per rilevare la velocità dell'acqua.

In alcuni casi si riesce a misurare la portata se non proprio durante la piena, per lo meno durante il periodo di morbida, oltre che nelle magre, mediante uno stramazzo.

L'espediente usato — quando non si ha la fortuna di trovare un salto naturale abbastanza regolare — è quello di sbarrare il torrente con una diga provvisoria in maniera da formare una specie di stramazzo non rigurgitato; e allora la portata Q è data, in funzione della larghezza L e della altezza dell'acqua allo stramazzo H, misurata a monte della chiamata di sbocco, dalla formola

$$Q = \mu_0 L \sqrt{2\, g\, H^3} \tag{25}$$

in cui per il coefficiente μ_0 nel caso di calcoli approssimati, si può prendere il valore medio 0,40.

Questa formola si può ridurre ancora a forma più semplice e facile da collocarsi, raggruppando $\sqrt{2g}$

e μ_o in un unico coefficiente, scrivendo la formola così

$$Q = k\,L\,H^{\frac{3}{2}} \quad .$$

Rammentando che $g = 9.8$; $\mu_o = 0.40$ sarà $\sqrt{2g} = 4.43$ e $K = \mu_o \sqrt{2g} = 1.77$ circa; nella pratica si può approssimativamente adottare quindi l'espressione

$$Q = 1{,}75\,L\,H^{\frac{3}{2}} \tag{26}$$

Se però non si possono fare misure, e nemmeno si può costruire uno stramazzo, allora bisogna ricorrere a mezzi indiretti; dei quali poi bisogna quasi sempre servirsi per valutare i deflussi di piena che, come si è detto, riesce di somma difficoltà se non addirittura impossibile di direttamente rilevare.

Un metodo indiretto per determinare la portata di piena è quello di desumerla dalla pioggia, supponendo che il deflusso di piena equivalga a una pioggia oraria della maggiore intensità possibile la quale abbia a precipitare sull'intero bacino del torrente.

Per ammettere le condizioni più sfavorevoli, si usa di solito ritenere il terreno come tutto già pregno di acqua, e l'atmosfera pure satura di vapore in modo che tutta la pioggia caduta sul bacino venga a defluire superficialmente e ad essere smaltita dal torrente.

Detta h la quantità oraria di pioggia, in millimetri, caduta sul bacino intiero, e detta pure q la portata specifica, cioè la portata per Km^2 e per minuto secondo in metri cubi, avremo:

$$q = \frac{1{,}000{,}000 \,.\, h}{1000 \,.\, 3600''} \quad .$$

Da questa, con facili riduzioni si ottiene:

$$q = \frac{10}{36}\,h = 0{,}278\,h \tag{27}$$

Se A è la superficie totale del bacino in Kmq., la portata totale massima di piena che potrà avere il torrente sarà allora:

$$Q = qA \tag{28}$$

Nei nostri torrenti eccettuati i bacini attigui al mare, per i quali vi è una tendenza a sorpassare la misura ([40]) è raro che le pioggie più forti dieno una altezza h maggiore di 10 mm. per ora, a cui in base alla precedente formola corrisponde un deflusso massimo di metri cubi 2.78 per secondo e per chilometro, ossia in cifra tonda 3 metri cubi.

Si sono però verificati anche dei casi in cui questo valore di h è stato notevolmente sorpassato. Per es. a Finale Emilia si è osservato una massima altezza oraria di 70 mm. (cioè circa 20 m^3 all'ora per Kmq.); dallo studio per la fognatura di Milano si rileva che durante un nubifragio si raggiunsero 25 mm. in un quarto d'ora che darebbe $q = 27{,}75$ mc.: ma queste intensità dovute a violente ed eccezionali bufere, sono circoscritte a località aventi pochi Km^2 di estensione, e inoltre hanno breve durata.

Finalmente sempre allo scopo di determinare la portata di piena viene usata anche una formola affatto empirica e cioè la formola:

$$q = \frac{25}{\sqrt{A}} \div \frac{30}{\sqrt{A}}$$

e mediamente

$$q = \frac{27}{\sqrt{A}}$$

([40]) FANTOLI, INGLESE e CANEPA, « Sulla portata massima del Torrente Bisagno »; Genova, 1909. — Da questo studio si rileva che la portata massima del Bisagno, che ha un bacino di 92 kmq., si aggira presso 500 mc.

500 : 92 = 5,43
400

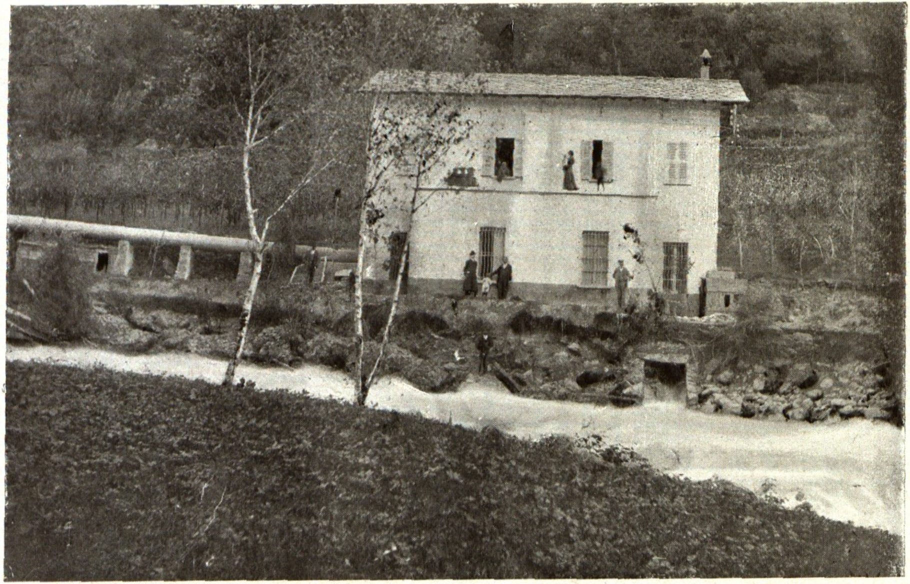
Tav. 18. — Ponte della nuova strada Ardenno-Bagni, con l'arcata sinistra asportata dal torrente Masino nell'alluvione 21-22 agosto 1911 (Valtellina).

$\sqrt{92} = 9,58$

Moo : 18

17500 : 190

320 : 10,08 = 3



Tav. 19. — Officina idroelettrica per Tirano, minacciata dall'alluvione del torrente Poschiavino la notte del 21 agosto 1911 (Valtellina).

Dove le lettere q ed A hanno lo stesso significato come nella formola (28).

Detta quindi Q la portata totale di piena del torrente, sarà

$$Q = q\,A = \frac{27\,A}{\sqrt{A}} = 27\,\sqrt{A} \qquad (29)$$

Questa formola dà però valori abbastanza vicini al vero, almeno pei nostri torrenti, quando sia applicata a bacini i quali abbiano una superficie compresa fra 1000 e 100 Kmq.; ma fornisce invece valori troppo piccoli nel caso di bacini di estensione minore di 100 Kmq., per i quali la portata di massima piena va desunta col calcolo in base alla massima pioggia che può cadere in un'ora.

Tuttavia può sembrare troppo arbitrario il principio di ritenere, che per tutti i bacini indistintamente la portata di massima piena equivalga al prodotto della massima pioggia oraria per la superficie del bacino.

Per farsi un concetto più preciso del rapporto che esiste fra la pioggia e la portata di un torrente, giova considerare il bacino suddiviso in zone, come per es. ha indicato l'ing. Imbeaux ([41]).

Se si considera una molecola d'acqua caduta nel punto m del bacino (fig. 23) si vede che essa dovrà percorrere un certo cammino $m\,b\,a$ e impiegare un certo tempo per arrivare in a. Esisteranno pure altri punti del bacino m', m'', m''' tali, che le molecole, che vi cadano, impieghino lo stesso tempo per arrivare in a. Perciò tutti questi punti saranno situati su una curva, che è il loro luogo geometrico e che si può

([41]) Ing. Dott. Ed. Imbeaux, « Essai-programme d' Hydrologie »; Zeitschrift für Gewässerkunde. Anni 1898 e 1899. Leipzig.

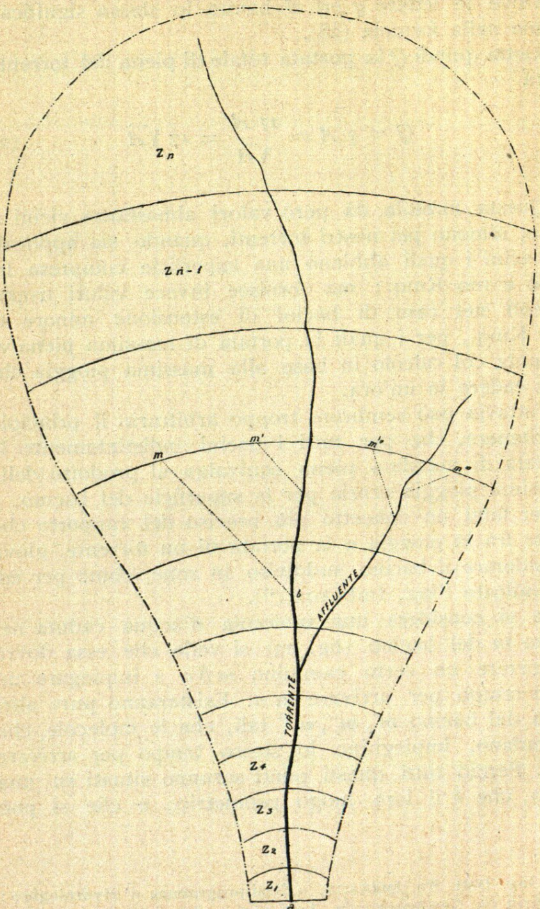


Fig. 23. — Bacino diviso mediante curve isoreocrone.

chiamare *curva isoreocrona,* ossia di egual tempo di deflusso.

Allora immaginando il bacino suddiviso in n zone Z_1, Z_2 . . . . Z_n delimitate dalle curve isoreocrone e tali che la pioggia impieghi rispettivamente una, due, ecc., n volte l'unità di tempo adottata per arrivare alla località a; e immaginando pure che questa unità di tempo (la quale per i bacini piccoli non dovrà essere maggiore del quarto d'ora o al più della mezz'ora e nei bacini grandi potrà essere di un'ora), sia nel nostro caso di un'ora; se si considera un nubifragio della durata di t ore e dell'intensità oraria r; al punto a durante la prima ora defluirà soltanto l'acqua caduta sulla prima zona Z_1; durante la seconda ora incomincerà ad affluirvi anche quella caduta su Z_2; e così via.

Ora si potranno dare due casi:

1[0] Caso ($t > n$): Cioè il numero delle ore che rappresenta la durata t della pioggia sia maggiore del numero n delle zone in cui è suddiviso il bacino. Allora il fenomeno sarà rappresentato dalla fig. 24. La massima piena sarà espressa da $r \Sigma_1^n Z$, ovverosia anche da $r A$, essendo evidentemente la superficie dell'intero bacino $A = \Sigma_1^n Z$. Questa massima piena si manterrà costante per tutto il tempo che la pioggia continuerà a cadere, ossia fino all'ora t^{ma}, dando luogo a una stanca che durerà $t - n$ ore. Poi cessando la pioggia, la zona Z_1 comincerà nell'ora seguente a non portare più il suo tributo, nella seconda ora cesserà anche la zona Z_2 e così di seguito finchè n ore dopo il termine della pioggia, cesserà anche il tributo della zona Z_n. La piena intera (crescita, stanca e decrescita) durerà così $n + t$ ore e la durata della crescita sarà eguale a quella della decrescita cioè sarà di n ore.

Per il fatto, che a mano a mano che si sale nel bacino la pendenza cresce e quindi anche crescerà la velocità del deflusso superficiale e per conseguenza anche

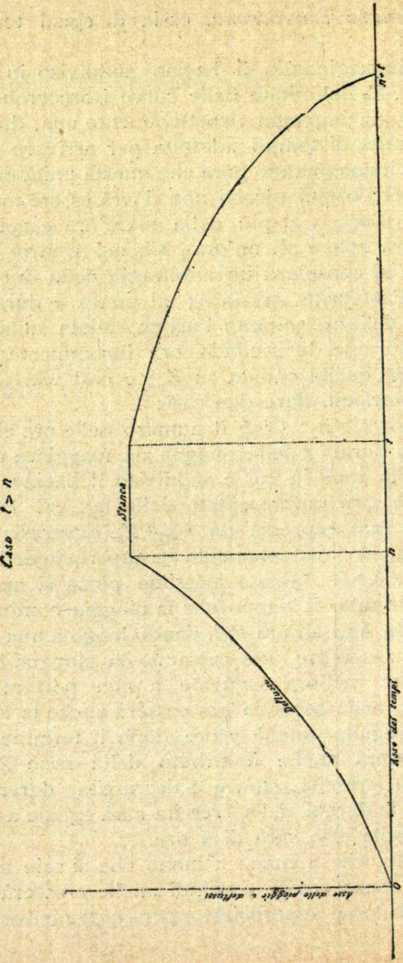


Fig. 24. — Diagramma deflusso piene.

Tav. 20. — Abitato di Cedrasco invaso dall'alluvione del torrente omonimo, la notte del 21 agosto 1911. (Valtellina).

la larghezza delle zone, in generale il ramo ascendente della curva dei deflussi, cioè quello corrispondente alla fase di crescita, volgerà la sua concavità al cielo, e invece il ramo discendente volgerà la convessità in alto.

2º Caso ($t < n$): Cioè il numero delle ore che corrisponde alla durata della pioggia è minore del numero delle zone.

La curva dei deflussi è allora rappresentata nella fig. 25. Gli afflussi si comporteranno come nel caso precedente, per tutto il tempo che durerà la pioggia, cioè per le prime t ore, alla fine delle quali la portata in a sarà $r\,\Sigma_1^t Z$. Poi nella prima ora successiva la pioggia essendo cessata, la zona Z_1, non fornirà più il suo contributo, ma sarà rimpiazzata dalla zona Z_{t+1}.

E siccome Z_{t+1} generalmente è più grande che Z_1, la piena continuerà a salire. All'ora n^{ma}, al punto a arriverà l'apporto $r\,\sum_{n-t}^{n} Z$ delle ultime t zone, le quali sono le zone più montuose e le più estese. Questo apporto darà un colmo, ma naturalmente esso sarà meno elevato dell'altezza che aveva raggiunta alla stanca la piena del caso precedente, perchè $\sum_{n-t}^{n} Z < A$.

A questo momento, le prime $n - t$ zone non danno più nulla; poi le seguenti cesseranno pure una dopo l'altra di portare il loro contributo; e la decrescita che incomincierà all'ora n^{ma} durerà t ore; essa sarà più corta della crescita, la quale invece ha la stessa durata che nel caso precedente.

Dunque, come si vede, nel primo caso che si verifica nei bacini più piccoli, la portata massima è quella data dalla formola (28), cioè è eguale al prodotto della massima pioggia per la superficie. Invece nel secondo caso che si verifica nei bacini meno piccoli, la portata di massima piena resta inferiore del detto prodotto e

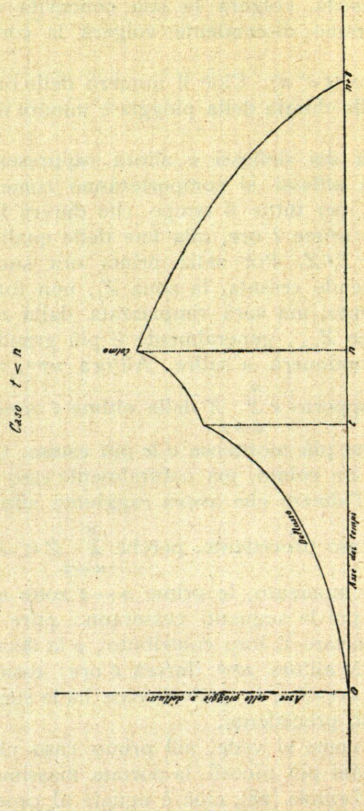


Fig. 25. — Diagramma deflusso piene.

lo resta tanto più quanto più grande è il bacino, a parità di precipitazioni atmosferiche.