meno che può influire per esigere uno spessore di corona ancora più grande è quello della rarefazione che si produce in certi casi tra lo stramazzo e il paramento sottocorrente della briglia. Questo avviene quando nello spazio fra la vena e la faccia a valle della briglia, manca l'accesso dell'aria. Allora la rarefazione dell'aria può ivi raggiungere un limite tale da formarvisi una non pressione che, secondo le esperienze fatte da Bazin sul deflusso degli stramazzi, può in certi casi anche essere minore della pressione atmosferica di una quantità rappresentata da una colonna d'acqua $= 2.2\, h_1$. Perciò siccome anche questa nonpressione come è evidente tende a trascinare la corona della briglia, nella formola che serve a calcolare lo spessore della corona stessa, al carico della colonna dello stramazzo alto h_1 dovremo aggiungere anche il carico $2{,}2\, h_1$ ossia dovremo al posto di h_1 sostituire $3.2\, h_1$. E allora si otterrà per lo spessore a della corona della briglia il seguente valore:

$a > 1.41\, h_1$ quando la briglia è di muratura in calce (51)

$a > 1.86\, h_1$ quando è a secco. (52)

Però nella maggior parte dei casi della pratica non occorre di preoccuparsi degli effetti di detta rarefazione nello spazio situato fra lo stramazzo e la faccia a valle della briglia, perchè nello spazio stesso l'aria atmosferica ha, all'atto pratico, liberissimo accesso, anche per il fatto che, affinchè la corrente non distrugga la briglia, ai fianchi si dà alla corona la forma di cunetta, in modo che a valle della briglia il detto spazio, ai fianchi dello stramazzo, è in libera comunicazione.

§ 5. Stabilità generale.

Si è già visto come, per trasformare il profilo teorico cioè quello triangolare in altro che se ne scosti il meno possibile, ma in pari tempo soddisfi alle volute condizioni di stabilità anche riguardo alla corona e alla scarpa della parete a valle, si arrivi al profilo trapezio e a quello pentagonale, come quelli che sono di forma più vicina e in pari tempo sono più semplici.

Esaminiamo perciò ora quale sia il più conveniente di questi due profili, cioè del profilo trapezio e del profilo pentagono, sia nei rapporti della economia, che della stabilità generale.

Supporremo naturalmente che la briglia sia di pianta rettilinea; perchè se fosse curvilinea essa lavorando come volta rovescia, offrirebbe maggiore resistenza e richiederebbe spessore minore come vedremo in seguito.

a) *Profilo trapezio*. — Imaginando che il profilo, ovverosia la sezione trasversale della briglia, sia rappresentata dal trapezio $ABCD$ (vedi la fig. 61), le condizioni generali di stabilità sono le seguenti:

1. Il centro di pressione deve cadere nel terzo medio, perchè non solo non vi sia nessun pericolo di rovesciamento, ma anche perchè (come generalmente si ammette) la muratura non sia esposta a sforzi di tensione.

2. Il rapporto tra lo sforzo di taglio e la pressione verticale deve essere minore del coefficiente di attrito, perchè non vi sia nessun pericolo di scorrimento.

3. La pressione verticale massima deve essere minore del coefficiente di resistenza alla compressione, perchè non vi sia nessun pericolo di schiacciamento.

Consideriamo la sezione di base CD. Siano $AB = a$, $CD = b$, $AD = h$.

$\omega = 1000$ kg. il peso specifico dell'acqua per m³.
$\omega_1 = 2250$ il peso specifico in media della muratura per m³.

Le forze che agiscono sulla briglia sono il peso proprio P e la spinta dell'acqua S.

I loro valori sono [52]:

$$P = \frac{a+b}{2} h \, \omega_1 \qquad S = h \cdot \frac{h}{2} \, \omega = \frac{h^2}{2} \, \omega$$

Allora indicando con M il momento di flessione, ossia il momento di tutte le forze rispetto al centro della base G, il rapporto $\frac{M}{P}$ esprime la distanza d del centro di pressione I dal centro della base, e dovrà essere:

$$\frac{M}{P} \text{ non } > \frac{b}{6}$$

Ossia al più dovrà essere:

$$\frac{M}{P} = \frac{b}{6}$$

Questa equazione, mentre esprime che è soddisfatta la prima delle 3 suaccennate condizioni, ci serve a ricavare il valore di b.

Determiniamo anzitutto M. Esso sarà eguale alla somma algebrica di tutti i momenti parziali, cioè dei prodotti delle singole forze per i rispettivi bracci di leva, presi col segno più o col segno meno a seconda che il senso della loro rotazione è contrario o conforme a quello degli indici di un orologio.

Sarà cioè

$$M = S \cdot \frac{1}{3} h - P \cdot \overline{GF}$$

(52) Per semplificazione di calcolo si trascura la spinta prodotta dall'altezza h_1 dell'acqua al di sopra della corona. Notisi però che anche nella determinazione del peso P si è trascurato quello prodotto dalla massa d'acqua soprastante alla traversa. L'azione di queste due forze è opposta per cui esse tendono ad elidersi negli effetti. Solo per le briglie molto alte, e cioè quando per l'altezza considerevole del manufatto la spinta assume un valore notevole, conviene nel calcolo della spinta tenere conto dell'altezza dello stramazzo sulla corona, nei casi ordinari è una complicazione inutile.

Tav. 29. — Briglia in muratura nel Rio Pennate affluente del Pondo (1909) (Prov. di Forlì).

Ora indicando con x la quantità GF che per ora è sconosciuta, dai due triangoli simili NLM ed NOF ricaviamo:

$$LM : MN = OF : NF$$

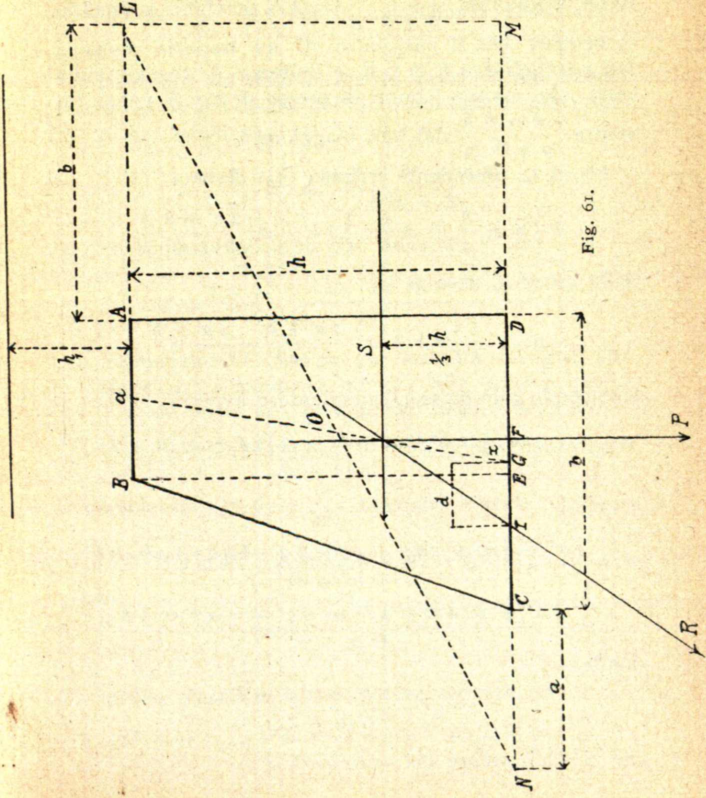


Fig. 61.

la quale equivale alla seguente:

$$h : (2\,b + a) = \left(\frac{2\,a + b}{a + b}\,\frac{h}{3}\right) : \left(a + \frac{b}{2} + x\right) \qquad (53)$$

dove la quantità $\frac{2\,a + b}{a + b}\,\frac{h}{3} = O\,F$, perchè la geometria ci insegna che il baricentro di un trapezio avente i lati paralleli a e b ($b > a$) e l'altezza h_1 trovasi sulla retta che unisce i punti di mezzo di a e b a una distanza $\frac{2\,a + b}{a + b}\,\frac{h}{3}$ dal lato maggiore b.

Allora la precedente formola (53) diventa

$$h\left\{a + \frac{b}{2} + x\right\} = \left\{2\,b + a\right\}\frac{2\,a + b}{a + b}\,\frac{h}{3}$$

dalla quale si desume

$$x = \frac{1}{3}\left\{2\,b + a\right\}\frac{2\,a + b}{a + b} - \frac{2\,a + b}{2}$$

Riducendo allo stesso denominatore avremo

$$x = \frac{2\,(a + 2\,b)\,(2\,a + b) - 3\,(2\,a + b)\,(a + b)}{6\,(a + b)}$$

e quindi

$$x = \frac{4\,a^2 + 8\,ab + 2\,ab + 4\,b^2 - 6\,a^2 - 6\,ab - 3\,ab - 3\,b^2}{6\,(a + b)} =$$

$$= \frac{4\,a^2 + 10\,a\,b + 4\,b^2 - 6\,a^2 - 9\,a\,b - 3\,b^2}{6\,(a + b)}$$

donde

$$x = \frac{-\,2\,a^2 + a\,b + b^2}{6\,(a + b)}$$

che ci dà il valore del braccio di P.

La spinta abbiamo trovato essere data da $S = \frac{\omega h^2}{2}$ ed il suo braccio rispetto al centro della base è $\frac{h}{3}$; perciò il momento di S rispetto al centro di figura G è espresso da $\frac{\omega h^3}{6}$ ed è per la suaccennata convenzione positivo.

Il momento del peso P invece, poichè il peso stesso incontra la base a destra del centro di figura sarà negativo e sarà eguale a

$$-\frac{a+b}{2} h \,.\, \omega_1 \frac{a\,b + b^2 - 2\,a^2}{6\,(a+b)}$$

Per cui sommando questi due momenti si ha

$$M = \frac{2\,\omega\,h^3 - h\,\omega_1\,(a\,b + b^2 - 2\,a^2}{12}$$

Ora rammentando che per la stabilità bisogna che la distanza fra il punto di mezzo della base e quello per il quale passa la risultante del peso e della spinta dell'acqua non sia maggiore di $\frac{b}{6}$, ossia nella ipotesi più favorevole sia uguale a $\frac{b}{6}$; dovremo avere:

$$\frac{M}{P} = \frac{\dfrac{2\,\omega\,h^3 - h\,\omega_1\,(a\,b + b^2 - 2\,a^2)}{12}}{\dfrac{a+b}{2}\,h\,\omega_1} = \frac{b}{6}$$

Ma questa equazione si può anche scrivere così

$$\frac{2\,\omega\,h^3 - h\,\omega_1\,(a\,b + b^2 - 2\,a^2)}{12} = \frac{b}{6}\left(\frac{a+b}{2}\right) . \,h\,\omega_1$$

ossia poichè tutti i termini hanno il fattore comune $\frac{h}{12}$ dividendoli per questo fattore comune si ottiene:

$$2\,\omega\,h^2 - \omega_1\,(a\,b + b^2 - 2\,a^2) = b\,(a + b)\,\omega_1 \qquad (54)$$

Per semplificare supponiamo che a cioè uno dei due lati paralleli del trapezio e propriamente quello più piccolo che corrisponde allo spessore in sommità della briglia sia eguale a una frazione dello spessore in base b cioè supponiamo che sia $a = m\,b$. Allora avremo:

$$2\,\omega\,h^2 - \omega_1\,(m\,b^2 + b^2 - 2\,m^2\,b^2) = b\,(m\,b + b)\,\omega_1$$

Osservando che si può raccogliere b, si arriva alla:

$$b^2\,(m + 1)\,\omega_1 + \omega_1\,b^2\,(m + 1 - 2\,m^2) = 2\,\omega\,h^2$$

ossia:

$$b^2\,\omega_1\,(2\,m + 2 - 2\,m^2) = 2\,\omega\,h^2\,;$$

togliendo il fattore comune 2 e risolvendo rispetto a b si ottiene

$$b^2 = h^2\,\frac{\omega}{\omega_1}\,\frac{1}{1 + m - m^2}$$

e quindi:

$$b = h\sqrt{\frac{\omega}{\omega_1}}\cdot\sqrt{\frac{1}{1 + m - m^2}}$$

Esprimendo il valore del radicale

$$\sqrt{\frac{1}{1 + m - m^2}}$$

con n e ricordando che

$$\sqrt{\frac{\omega}{\omega_1}} = \sqrt{\frac{1.000}{2.250}} = \frac{1.00}{1.50} = \frac{2}{3}$$

Tav. 30. — Briglia in muratura costruita nel 1910 sotto la confluenza del Rio Stefano nel Rio Pennate affluente del Pondo (Prov. di Forlì).

Tav. 31. — Briglia a secco costruita nel torrente Rio S. Giacomo (Prov. di Forlì).

ossia 0.666, avremo:

$$b = 0.666\, n\, h \qquad (55)$$

Ma la briglia dovrà soddisfare anche alla condizione che la pressione massima unitaria non superi il coefficiente di resistenza alla compressione.

Perciò è necessario trovare anche il valore della pressione massima unitaria.

Ora per la legge del trapezio quando la risultante cade nel terzo medio esterno ossia quando il centro di pressione coincide col limite esterno del terzo medio, la pressione massima verticale R è data da:

$$R = \frac{2\, P}{b} \qquad (55^{\,bis})$$

Quindi sostituendo il valore di P che per noi è noto perchè abbiamo visto che il peso della briglia

$$P = \frac{a + b}{2}\, h\, \omega_1\,,$$

la pressione massima (verticale) R sarà data dall'equazione:

$$R = \frac{2\left(\dfrac{a + b}{2}\right) h\, \omega_1}{b} = \frac{a + b}{b} \cdot h\, \omega_1$$

e ponendo ancora come prima: $a = m\, b$, si ottiene:

$$R = \frac{(m\, b + b)}{b}\, h\, \omega_1 = (m + 1)\, h\, \omega_1 \qquad (56)$$

Così mentre la (55) ci dà il valore dello spessore alla base tale che la briglia non sia soggetta al pericolo di rovesciamento e nemmeno a sforzi di tensione, la (56) ci dà il valore della pressione massima verticale a cui è sottoposta la briglia.

Valentini

Ora per poter giudicare quale sia il più conveniente (sia nei riguardi dell'economia che della stabilità) fra i due profili: il trapezio e il pentagonale, cominceremo a compilare una tabella nella quale scriveremo i principali valori che possono servire a istituire il confronto fra i due detti profili e che corrispondono ai casi più frequenti nella pratica, supponendo che la briglia abbia un profilo trapezio, e riservandoci di calcolare poi un'analoga tabella per il profilo pentagonale.

La tabella per le briglie di profilo trapezio è la seguente, distinta col N. 1, avvertendo che per la sua redazione in corrispondenza ad ogni tipo di scarpa, si fissa prima a piacimento il valore di m e da esso subito si desume quello corrispondente di

$$n = \sqrt{\frac{1}{1 + m - m^2}}$$

Poi si calcola il valore di b_1 mediante la suaccennata formula (55)

$$b = 0.666\, n\, h$$

Trovato b, da esso si ricava il valore della scarpa, che è $CE = b - a = b - mb = b\,(1 - m)$. Poscia si calcolano senza difficoltà tutti i valori delle successive colonne.

TABELLA I.

Numero d'ordine	Scarpa esterna $CE = b - a$	Rapporto $\frac{a}{b} = m$	Spessore alla base b	Spessore in corona a	Volume della briglia $V = \frac{a+b}{2} h$	Valore della spinta $S = \frac{1}{2} \omega h^2$	Peso della briglia $P = \frac{a+b}{2} h \omega_1$	Rapporto $\frac{S}{P}$	Pressione massima alla base $R = (1+m) \omega_1 h$	*Osservazioni*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	$0.67 h$	zero	$0.67 h$	zero	$0.333 h^2$	$500 h^2$	$742 h^2$	0.67	$2250 h$	Profilo triangolare.
2	$0.50 h$	0.20	$0.62 h$	$0.12 h$	$0.370 h^2$	$500 h^2$	$832 h^2$	0.60	$2700 h$	
3	$0.25 h$	0.58	$0.60 h$	$0.35 h$	$0.457 h^2$	$500 h^2$	$1069 h^2$	0.47	$3565 h$	
4	$0.20 h$	0.67	$0.61 h$	$0.41 h$	$0.510 h^2$	$500 h^2$	$1147 h^2$	0.44	$3757 h$	
5	$0.15 h$	0.75	$0.61 h$	$0.46 h$	$0.535 h^2$	$500 h^2$	$1204 h^2$	0.42	$3937 h$	
6	$0.10 h$	0.84	$0.63 h$	$0.53 h$	$0.580 h^2$	$500 h^2$	$1305 h^2$	0.38	$4140 h$	
7	$0.05 h$	0.92	$0.65 h$	$0.60 h$	$0.625 h^2$	$500 h^2$	$1406 h^2$	0.36	$4320 h$	
8	zero	1.00	$0.67 h$	$0.67 h$	$0.670 h^2$	$500 h^2$	$1507 h^2$	0.33	$4500 h$	Profilo rettangol.

Vediamo ora se i valori che si trovano nella tabella soddisfano realmente alle condizioni di stabilità.

Cominciamo dallo scorrimento.

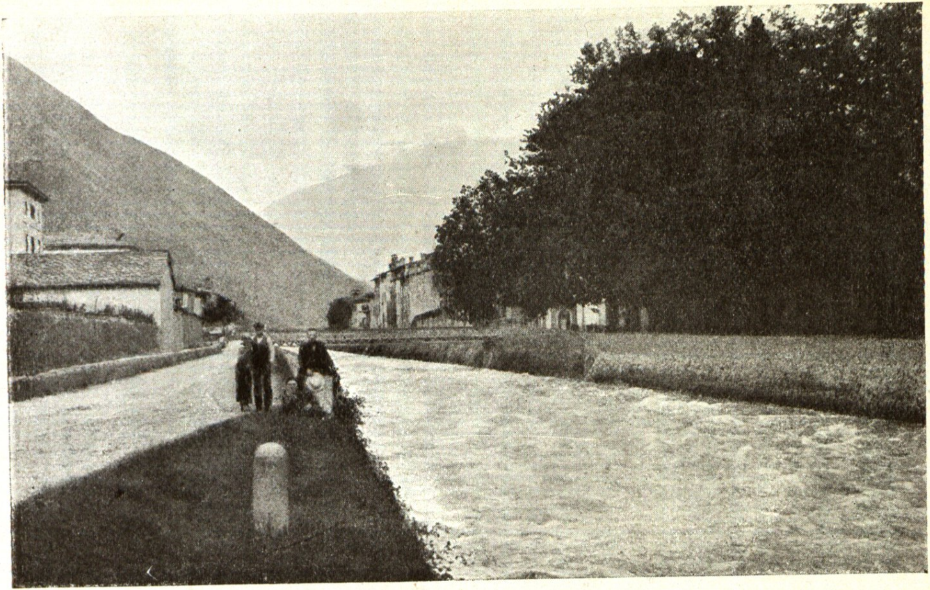
Perchè la stabilità sia assicurata sotto tale riguardo dovrà essere

$$\frac{S}{P} < f$$

dove f è il coefficiente d'attrito che è rispettivamente 0.76 per muri a secco; e 1 per muri con malta.

Dalla tabella si vede che tutti i valori della colonna 9 sono più piccoli non solo di 1 ma anche di 0.76. Da questo lato dunque non v'è nessun pericolo. Quanto alla rotazione o rovesciamento avendo noi posto per base ai nostri calcoli la condizione che la risultante di tutte le forze applicate al manufatto abbia un braccio di leva (rispetto al centro di figura G della base) minore o tutto al più uguale a $\frac{b}{6}$, in grazia di questa ipotesi non potranno esistere sforzi di trazione in nessun punto della massa muraria e tanto meno vi sarà pericolo di rovesciamento.

Finalmente nei riguardi della compressione massima verticale la tabella ci dice che essa assume valori variabili tra un minimo $R = 2250\ h$ $\left\{ \text{per } m = \frac{a}{b} = 0 \text{ cioè pel profilo triongolare} \right\}$ ed un massimo $R = 4500\ h$ $\left\{ \text{per } m = \frac{a}{b} = 1 \text{ cioè pel profilo rettangolare} \right\}$. È evidente quindi che bisogna conoscere il valore dell'altezza della briglia h per determinare, caso per caso, il rispettivo valore della pressione massima R. Ora è evidente che perchè questo valore di R non oltrepassi il limite di 12 kg. per cm^2, ossia di 120.000 kg. per m^2 che si suole considerare come il limite massimo di re-



Tav. 32. — Fiume Adda arginato a Tirano (Valtellina).

sistenza anche per le murature costruite con grande accuratezza, se la briglia avrà la forma rettangolare, l'altezza non dovrà superare i m. 26.66, e se la briglia avrà la forma triangolare, non dovrà superare l'altezza di m. 53.33.

Fin qui ci siamo limitati ad accertarci della stabilità rispetto alla base del manufatto. È però facile convincersi col semplice ragionamento che quando le anziaccennate condizioni di stabilità sussistono alla base, sussistono anche per tutte le altre sezioni, senza bisogno di verifica.

Infatti la formola (55) $b = 0.666\, n\, h$ ci dice che b varia in proporzione diretta dell'altezza; dunque se la risultante generale interseca la sezione di base all'estremo a valle del terzo medio, poichè risalendo dalla base stessa verso le sezioni superiori del trapezio le loro larghezze decrescono in ragione maggiore dell'altezza, la risultante stessa si avvicinerà al centro. Ne deriva che quanto più la sezione che si considera è lontana dalla base e tanto più la pressione tenderà a distribuirsi uniformemente e in pari tempo diminuirà il pericolo di sforzi di tensione.

La formula (56) ci dimostra, che la pressione massima decresce col diminuire della profondità e quindi nelle sezioni superiori è minore che alla base, anche nella ipotesi che il centro di pressione cada sempre all'estremità del terzo medio; dunque nelle sezioni stesse avvicinandosi invece la risultante al centro, la pressione massima diminuirà ancora più.

Finalmente il rapporto $\frac{S}{P}$ dipende solo dalla inclinazione della scarpa ed è costante per tutte le sezioni di un dato trapezio, quindi se non vi è scorrimento sulla base non ve ne sarà neanche sulle sezioni superiori.

b) *Profilo pentagonale.* — Come abbiamo già detto questo profilo si ottiene da quello triangolare teorico

A B C (fig. 62) ritenendo che lo spessore in corona *C D* invece di essere nullo sia sufficiente per garantire la incolumità della scarpa e della corona e sia costante

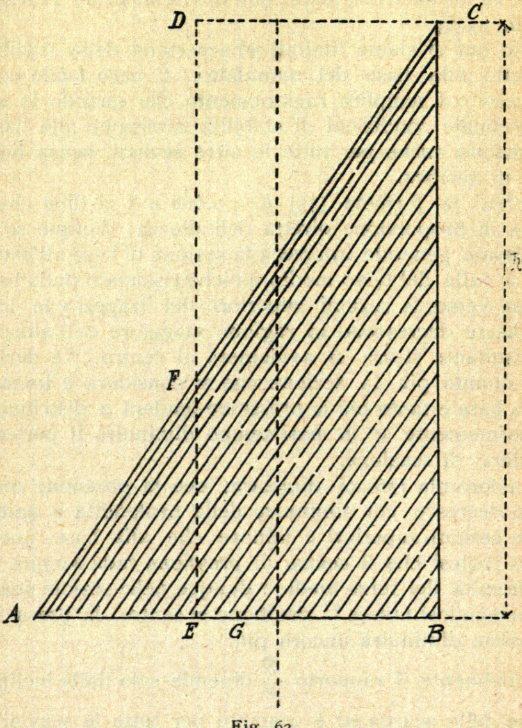


Fig. 62.

fino al punto in cui la parete verticale esterna *DF* incontra la scarpa *CA* inclinata in ragione del 2 di base per 3 di altezza. Cosicchè il profilo pentagonale risulta come costituito dalla unione dei due triangoli simili ABC e CDF.

È evidente che, se la forma triangolare è capace di resistere, tanto meglio vi resisterà la forma pentagona, sia nei riguardi della rotazione sia in quelli dello scorrimento. Infatti è ovvio che se nel profilo teorico ABC la risultante passa per l'estremo a valle del terzo medio, passerà più verso il centro di figura nel profilo pentagonale perchè l'aggiunta della parte CDF aumenterà il peso P spostandone verso destra la linea d'azione; mentre invece la spinta S dell'acqua rimane inalterata.

Così, componendo le due forze, p e p_1 (fig. 63), la risultante nella briglia pentagonale tenderà ad avvicinarsi alla verticale e incontrerà la base più vicino al centro di figura ossia al punto G che non nel caso del profilo triangolare.

Aumentando poi il peso complessivo P, il rapporto $\frac{S}{P}$, il quale rappresenta la tendenza allo scorrimento, diventa sempre più piccolo e diventa quindi sempre minore del coefficiente d'attrito f; per modo che anche in riguardo allo scorrimento la stabilità è maggiore nel profilo pentagonale, che in quello teorico (triangolare).

Resta ora a considerare la pressione massima. E noi la determineremo per ogni caso tipico, allo scopo di poter quindi istituire il confronto fra il profilo pentagono e quello trapezio.

Rammentiamo che le formule le quali danno le pressioni verticali, massima e minima, cioè le pressioni verticali che rispettivamente si verificano allo spigolo esterno e a quello interno sono date dalla espressione

$$R = \frac{P}{b} \pm 6\,\frac{M}{b^2}$$

dove R significa la pressione verticale massima o minima cioè rispettivamente quella allo spigolo interno od esterno secondo che nel secondo membro si prende il segno + o —, P è la pressione complessiva verti-

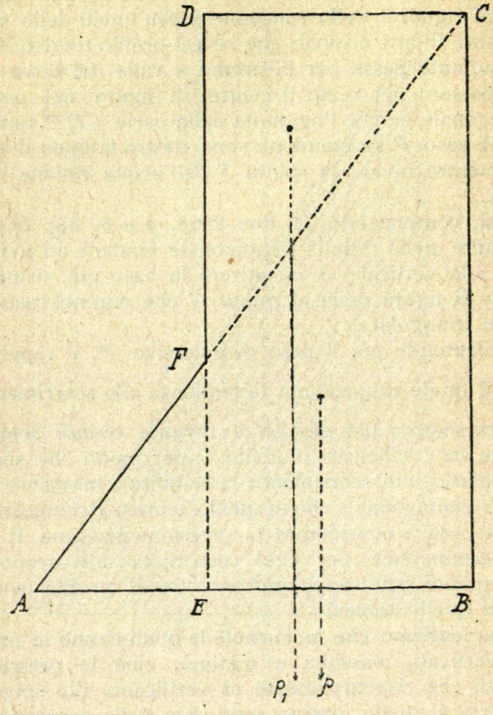


Fig. 63.

cale, ossia la pressione normale alla sezione considerata, b la larghezza della sezione stessa ed M il momento flettente.

Per le applicazioni pratiche conviene aver già preparati calcolati i valori corrispondenti ai principali casi che sogliono occorrere; perciò come pel profilo trapezio calcolammo i valori pei casi più caratteristici, così ora li calcoleremo anche per quello pentagonale.

Però per non ripetere il calcolo che è sempre quello, per tutti i casi, ne considereremo dettagliatamente soltanto uno, cioè quello che corrisponde alla scarpa $AE = \frac{1}{5} BC$ cioè $= 0.20\,h$. Allora essendo pur sempre nell'ipotesi del profilo pentagono la base AB eguale a $\frac{2}{3}$ dell'altezza h cioè $AB = 0.67\,h$, lo spessore a in sommità DC sarà eguale ad $AB - AE = 0.47\,h$.

Qualora si voglia esprimere lo spessore in sommità in funzione di b, siccome $b = \frac{2}{3}\,h$, basterà sostituire nella precedente equazione al posto di h il suo valore che si ricava da quest'ultima espressione ossia $h = \frac{3}{2}\,b$ e si otterrà:

$$a = 0{,}47 \cdot \frac{3}{2}\,b = 0{,}70\,b$$

Ricordiamo che per calcolare i momenti, va ritenuto $\omega = 1000$ il peso specifico dell'acqua e $\omega_1 = 2250$ quello della muratura.

Il peso del solido pentagonale si può ricavare tosto decomponendo il pentagono nei due triangoli ABC ed FDC dei quali riesce facile determinare il peso, data la loro similitudine ed essendo fissati i rapporti delle basi e delle rispettive altezze.

Per il peso complessivo del solido pentagonale si ottiene: $P = 0.500\,\omega_1\,h^2$ e la spinta si ha come in tutti gli altri casi $S = 0.50\,\omega\,h^2$. Il momento di flessione è eguale alla somma dei momenti delle due forze: per S si ha ancora, come sempre,

$$M_s = 0.50\ \omega\ h^2\ \frac{1}{3}\ h\ ;$$

la ricerca del braccio del peso di tutto il pentagono si farà considerando prima il baricentro del triangolo più grande poi quello del più piccolo, poichè il baricentro generale, come è noto, sarà nel punto che dividerà in parti inversamente proporzionali alle rispettive aree la retta congiungente i due baricentri parziali.

Le aree dei due triangoli stanno fra loro come il quadrato dei lati omologhi, dunque il triangolo grande starà a quello piccolo come stanno fra loro i due numeri 1 e 0.49 ossia approssimativamente come 1 e 0.50. Perciò, se si suppone divisa la retta che congiunge i due baricentri parziali a un terzo circa di distanza dal baricentro del triangolo più grande, si troverà il baricentro generale.

Ripetendo il calcolo per tutti i casi più caratteristici si ottengono i seguenti valori.

Profilo teorico (Per le lettere vedi ancora le figure precedenti).

Scarpa $AB = 0.67\ h$
$AB = b$
$BC = h$
ω peso dell'acqua per $m^3 = 1000$ kg.
ω_1 peso della muratura per $m^3 = 2250$ kg.
$P =$ peso della briglia $= 0.333\ \omega_1\ h^2$
$S = 0.50\ \omega\ h^2$
$M = 0.037\ \omega_1\ h^3 - 0.167\ \omega\ h^3$
$R = \{\ 1125 \pm (1125 - 2250)\ \}\ h$

Quindi:

$$R_{max} = 2250\ h$$
$$R_{min} = 0$$

Profilo pentagono collo spessore in sommità a eguale ad $^1/_4$ di quello della base b ($a = 0{,}25\ b$);

Scarpa $A\,E = 0{,}50\ h$

$$P = 0{,}354\ \omega_1\ h^2$$
$$S = 0{,}50\ \omega\ h^2$$
$$M = 0{,}042\ \omega_1\ h^3 - 0{,}167\ \omega\ h^3$$
$$R = \{\ 1195 \pm (1265 - 2250)\ \}\ h$$

quindi $R_{max} = 2180\ h$

$$R_{min} = 210\ h$$

Profilo pentagono collo spessore in sommità $a = 0{,}62\ b$;

Scarpa $A\,E = 0{,}25\ h$

$$P = 0{,}465\ \omega_1\ h^2$$
$$S = 0{,}50\ \omega\ h^2$$
$$M = 0{,}044\ \omega_1\ h^3 - 0{,}167\ \omega\ h^3$$
$$R = \{\ 1597 \pm (1334 - 2250)\ \}\ h$$

quindi $R_{max} = 2513\ h$

$$R_{min} = 681\ h$$

Profilo pentagono. — Spessore in sommità $a = 0{,}70\ b$;

Scarpa $A\,E = 0{,}20\ h$

$$P = 0{,}499\ \omega_1\ h^2$$
$$S = 0{,}50\ \omega\ h^2$$
$$M = 0{,}040\ \omega_1\ h^3 - 0{,}167\ \omega\ h^3$$
$$R = \{\ 1665 \pm (1215 - 2250)\ \}\ h$$

quindi $R_{max} = 2700\ h$

$$R_{min} = 630\ h$$

Profilo pentagono. — Spessore in sommità $a = 0{,}77\ b$;

Scarpa $A\,E = 0{,}15\ h$

$$P = 0{,}536\ \omega_1\ h^2$$
$$S = 0{,}50\ \omega\ h^2$$
$$M = 0{,}034\ \omega_1\ h^3 - 0{,}167\ \omega\ h^3$$
$$R = \{\ 1800 \pm (1033 - 2250)\ \}\ h$$

quindi $R_{max} = 3017\ h$
$R_{min} = 583\ h$

Profilo pentagono. — Spessore in sommità $a = 0{,}85\ b$;

Scarpa $A\ E = 0{,}10\ h$
$P = 0{,}577\ \omega_1\ h^2$
$S = 0{,}50\ \omega\ h^2$
$M = 0{,}025\ \omega_1\ h^3 - 0{,}167\ \omega\ h^3$
$R = \{\ 1935 \pm (788 - 2250)\ \}\ h$

quindi $R_{max} = 3427\ h$
$R_{min} = 443\ h$

Profilo pentagono. — Spessore in sommità $a = 0{,}93\ b$;

Scarpa $A\ E = 0{,}05\ h$
$P = 0{,}621\ \omega_1\ h^2$
$S = 0{,}50\ \omega\ h^2$
$M = 0{,}014\ \omega_1\ h^3 - 0{,}167\ \omega\ h^3$
$R = \{\ 2086 \pm (425 - 2250)\ \}\ h$

quindi $R_{max} = 3911\ h$
$R_{min} = 261\ h$

Profilo rettangolo. $a = b$;

$P = 0{,}667\ \omega_1\ h^2$
$S = 0{,}50\ \omega\ h^2$
$M = 0{,}167\ \omega\ h^3$
$R = (2250 \pm 2250)\ h$

quindi $R_{max} = 4500\ h$
$R_{min} = 0$

Nella seguente tabella si trovano riassunti tutti i suaccennati valori.

Tav. 33. — Torrente Mallero arginato da Sondrio fino al suo sbocco in Adda.

TABELLA II.

Numero d'ordine	Scarpa esterna $AE = b - a$	Rapporto $\frac{a}{b} = m$	Spessore alla base b	Spessore in corona a	Volume della briglia $V = \frac{1}{3} h (1 + m^2)$	Valore della spinta $S = \frac{1}{2} \omega h^2$	Peso della briglia $P = \frac{1}{3} h^2 (1+m^2) \omega_1$	Rapporto $\frac{S}{P}$	Pressione massima e minima alla base R	*Osservazioni*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	$0.67\,h$	zero	$0.67\,h$	zero	$0.333\,h^2$	$500\,h^2$	$742\,h^2$	0.67	$2250\,h$ zero	Profilo triangolare.
2	$0.50\,h$	0.25	$0.67\,h$	$0.17\,h$	$0.354\,h^2$	$500\,h^2$	$787\,h^2$	0.64	$2180\,h$ $210\,h$	
3	$0.25\,h$	0.62	$0.67\,h$	$0.42\,h$	$0.461\,h^2$	$500\,h^2$	$1037\,h^2$	0.48	$2513\,h$ $681\,h$	
4	$0.20\,h$	0.70	$0.67\,h$	$0.47\,h$	$0.497\,h^2$	$500\,h^2$	$1118\,h^2$	0.45	$2700\,h$ $630\,h$	
5	$0.15\,h$	0.77	$0.67\,h$	$0.52\,h$	$0.531\,h^2$	$500\,h^2$	$1195\,h^2$	0.42	$3017\,h$ $583\,h$	
6	$0.10\,h$	0.85	$0.67\,h$	$0.57\,h$	$0.574\,h^2$	$500\,h^2$	$1291\,h^2$	0.39	$3427\,h$ $443\,h$	
7	$0.05\,h$	0.93	$0.67\,h$	$0.62\,h$	$0.622\,h^2$	$500\,h^2$	$1399\,h^2$	0.36	$3911\,h$ $261\,h$	
8	zero	1.00	$0.67\,h$	$0.67\,h$	$0.670\,h^2$	$500\,h^2$	$1507\,h^2$	0.33	$4500\,h$ zero	Profilo rettangol.

c) Confronto fra i due profili. — Onde poter paragonare, sia dal lato della stabilità, sia da quello della economia, il profilo trapezio e quello pentagono si è composta la seguente tabella, che serve per tutti i principali casi, che possono occorrere nella pratica.

Si vede dal confronto che sia per economia come per stabilità il profilo pentagono è più soddisfacente del trapezio. Per economia è più conveniente il profilo pentagonale perchè con esso il volume della muratura è sempre minore. Quanto alla stabilità, propriamente le cose stanno in questi termini. Riguardo alle pressioni come si rileva dalle colonne 11 e 12 è sempre più favorevole il profilo pentagonale; invece riguardo allo scorrimento quest'ultimo presenta qualche piccola inferiorità in confronto col profilo trapezio, ma però la inferiorità anche nei casi più sfavorevoli si riduce solo a un centesimo, come si può vedere dalle colonne 13 e 14 della tabella ultima. Questo minimo inconveniente è poi compensato largamente dal vantaggio economico, poichè per le briglie più piccole, cioè per le briglie non più alte di 4.^{m}50 che nella pratica sono poi le più frequenti, si trova che la differenza dei volumi fra il trapezio e il pentagono è 0,014 h^2, e dovendosi di queste briglie modeste sempre costruirne molte, la detta superiorità economica è tutt'altro che trascurabile. E questa per altro è sempre sensibile anche quando si debbano costruire poche briglie, ma di dimensioni notevoli.

Concludendo, i due profili che più s'avvicinano al teorico e che meglio convengono nella pratica sono il trapezio e il pentagono. Ma a rigore il profilo fra tutti più conveniente è quello pentagono, il quale poi allo scopo di evitare gli angoli acuti nei conci della parte inferiore si può modificare all'atto costruttivo sostituendo alla parete esterna inclinata FA una gradinata equivalente (fig. 64).

Wang II, pag 323

TABELLA III.

Numero d'ordine	Altezza massima della briglia in metri h	Scarpa massima ammissibile	Spessore alla base col profilo		Spessore in sommità col profilo		Volume della briglia col profilo		Maggior volume col profilo	Pressione in Kg. per m² sullo spigolo a valle e su quello a monte col profilo		Rapporto fra lo sforzo di taglio e la pressione normale col profilo		Osservazioni
			Pentagono	Trapezio	Pentagono	Trapezio	Pentagono	Trapezio	Trapezio	Pent.	Trap.	Pent.	Trap.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4.50	0.25 h	0.67 h	0.60 h	0.42 h	0.35 h	0.461 h^2	0.475 h^2	0.014 h^2	2513 h 681 h	3555 h 0	0.48	0.47	I dati di questa tabella sono desunti dalle tabelle 1ª e 2ª. La scarpa massima ammissibile registrata nella colonna 3ª è determinata con le norme accennate più sopra.
2	7.00	0.20 h	0.67 h	0.61 h	0.47 h	0.41 h	0.497 h^2	0.510 h^2	0.013 h^2	2700 h 630 h	3757 h 0	0.45	0.44	
3	12.00	0.15 h	0.67 h	0.61 h	0.52 h	0.46 h	0.531 h^2	0.535 h^2	0.004 h^2	3017 h 583 h	3957 h 0	0.42	0.42	
4	28.00	0.10 h	0.67 h	0.63 h	0.57 h	0.53 h	0.574 h^2	0.530 h^2	0.006 h^2	3427 h 443 h	4140 h 0	0.39	0.38	
5	oltre 28.00	0.05 h	0.67 h	0.65 h	0.62 h	0.60 h	0.622 h^2	0.625 h^2	0.003 h^2	3911 h 261 h	4320 h 0	0.36	0.36	

Valentini

Circa alla massima compressione, soggiungiamo soltanto non essere prudente come abbiamo già osservato spingerla oltre i 120000 kg. per m^2 ossia 12 kg. al cm^2 perchè questa va considerata come il limite massimo

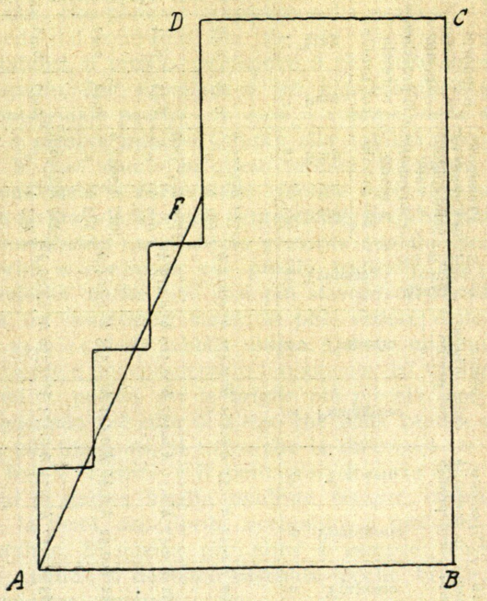
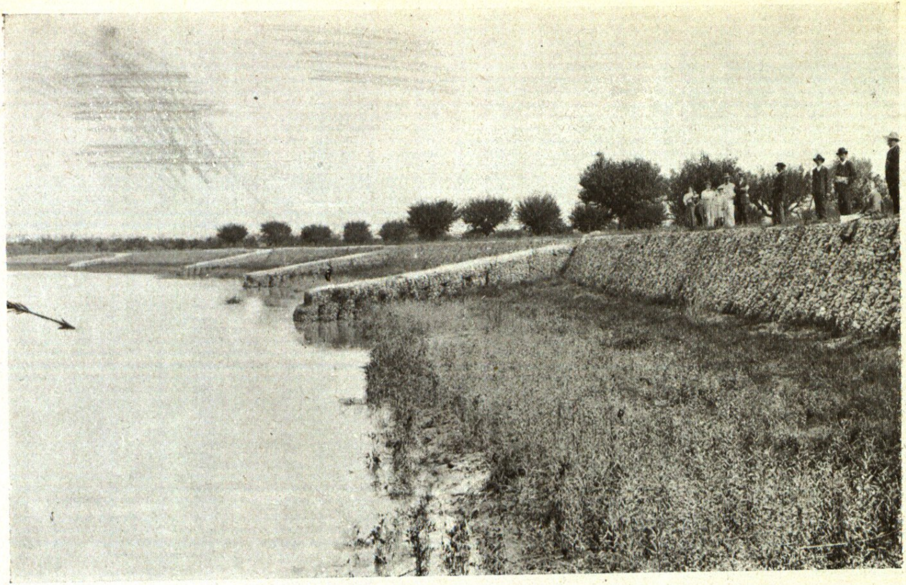


Fig. 64.

di resistenza anche per le murature costruite con grande accuratezza. Perciò siccome col crescere di *h* cresce tale pressione e anche dalla precedente tabella si può facilmente vedere che verso i 30 m. si raggiunge proprio questa pressione che si ritiene come la massima ammissibile, così quando si abbiano da costruire bri-

Valentini



Tav. 34. — Fiume Tanaro (Provincia di Alessandria)
difesa con pennelli e mantellatura spondale (ml. 1400) di gabbioni.
Lavoro eseguito nel 1908-09 alla Botta di alluvioni-Cambiò, dal Consorzio di 3ª categoria sedente in Sale.

Tav. 35. — Lavoro eseguito nel 1909 dal Genio Civile di Bologna, a Bazzano, sul torrente Samoggia. Difesa di sponda e gradinata (m. 158) costituita da un unico gabbione a scomparti senza pareti raddoppiate.

glie che sorpassino la detta altezza, sarà necessario allargare la sezione di dette briglie sia a monte che a valle, nella parte inferiore alla profondità di 30 metri.

Valentini

§ 6. Briglie curvilinee.

Quando le sponde tra le quali scorre il torrente sieno solide e quindi siano formate da roccia compatta e continua, invece della consueta forma rettilinea può

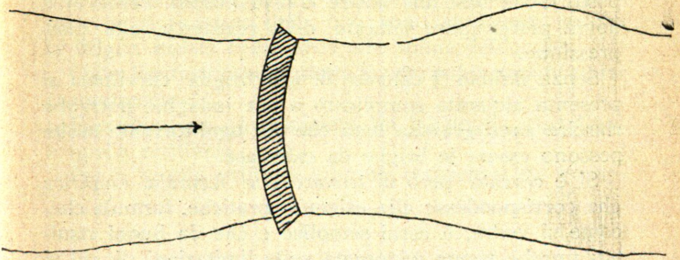


Fig. 65.

convenire di assegnare alla briglia la forma di arco di circolo volgente la convessità a monte (vedi fig. 65).

Queste briglie si possono considerare come volte ad arco orizzontale che sopportano la pressione dell'acqua e la eventuale ulteriore spinta delle terre scaricandole sulle due rive, le quali perciò devono essere solidissime.

La natura rocciosa delle sponde è condizione indispensabile per la costruzione di tali manufatti. Si incontrano, è vero, anche dei terreni non rocciosi e pur tuttavia abbastanza solidi per poter sostenere la briglia, ma potrebbe esser grave errore il costruirla curvilinea, perchè noi non sappiamo quali sorprese ci possa riservare il torrente che potrebbe con erosioni anche