

oppure anche

$$v > \sqrt{\frac{\beta (d - \gamma) b f \cos a}{\gamma}} \quad (9)$$

dove β è un coefficiente speciale che varia con la forma del corpo e che ha il suaccennato valore medio $\frac{1}{0,076}$.

Avuto poi riguardo che in ogni caso concreto le quantità d , γ , f ed a assumono un valore costante, la detta formola si può anche mettere sotto la forma semplicissima

$$v > k_0 \sqrt{b}$$

Secondo Leslie, questa formola può avere un'applicazione generale; e per i cubi il coefficiente $k_0 = 3,23$, per i corpi rotondi $k_0 = 4,58$ ⁽²⁵⁾.

§ 4. Diverse maniere di trasporto; esperienze sul moto delle materie nell'acqua.

Abbiamo già detto che le materie possono camminare tanto parzialmente, ovvero sia *distintamente*, quanto *in massa*.

Assai spesso le materie trasportate dall'acqua si separano e marciano per gruppi secondo la loro grossezza. Così più avanti si vedono camminare le sabbie, poi indietro i materiali gradatamente più pesanti, cioè

sabbie
 Andora

⁽²⁵⁾ Secondo HOPKINS ed AIRY l'urto di una corrente cresce con la sesta potenza della velocità; cosicchè se si suppone che la velocità si raddoppi, potrà venire trasportato un materiale che sia sessanta-quattro volte più pesante.

le ghiaie, poi i grossi ciottoli e da ultimo i massi. Allora si dice che il trasporto è *parziale*.

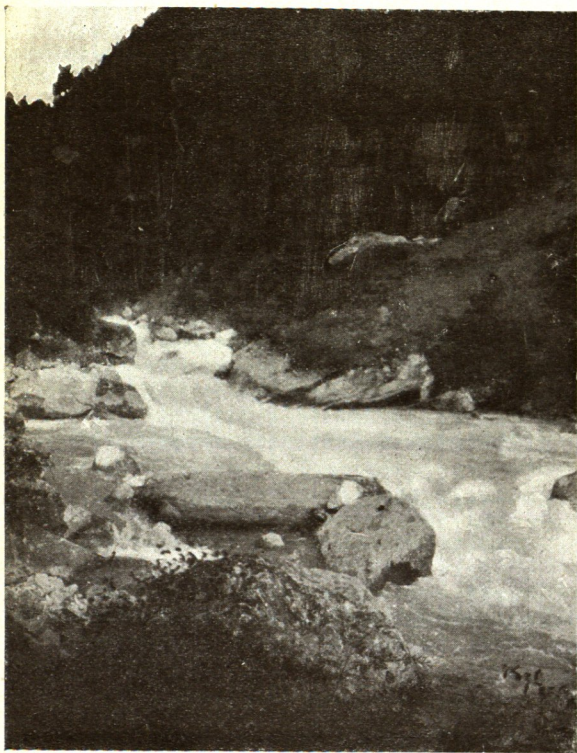
Ma quando le materie sono così mescolate, da toccarsi tutte, grosse e minute, indistintamente e in modo che si muovono tutte con una velocità pressochè eguale, allora si ha il così detto *trasporto in massa*. È questo trasporto che dà luogo alle *correnti di materie*, o *correnti lavose*.

Surell⁽³⁾ nella succitata sua opera classica sui torrenti, ha molto eloquentemente descritte queste correnti semifluide.

E. De Beaumont⁽⁴⁾ nelle sue lezioni d'idraulica pure succitate descrive uno di questi fenomeni di correnti di materie da lui potuto osservare nel Vallese presso San Maurizio. « In seguito a un violento uragano sopraggiunto nella notte, una porzione della cima della « *Dent du Midi* si era staccata il 26 agosto 1835 alle « ore 11 del mattino, trascinando nella sua caduta una « porzione del ghiacciaio o del nevaio che copre uno « dei fianchi della montagna; il tutto era franato in un « vallone, che nel fenomeno faceva la parte del *bacino* « *di formazione o di raccoglimento*.

« Questo ammasso di materie terrose e di ghiacci si « fondeva a mano a mano; l'acqua defluiva per mezzo « di diverse ondate successive, trascinando un'immensa « quantità di terre e di pietre. La materia fluida seguiva la pendenza d'un vallone che sboccava nella « vallata del Rodano, fra *San Maurizio* e la cascata di « *Pisse Vache*, per una gola ristretta, all'uscita della « quale essa si spandeva sul cono di deiezione del torrente che esce da questa stessa gola e che è denominato *Nant de Saint-Barthélemy*.

« La superficie del cono di deiezione si ricopriva di « un'acqua nera come l'inchiostro che arrivava fino al « Rodano, dopo avere abbandonato sul suo passaggio, « a misura che essa perdeva velocità, spandendosi, una



Tav. 5. — Torrente Mera alla confluenza del torrente Vallate
sopra Chiavenna (Valtellina).

« parte delle materie che essa teneva in sospensione.
« Il fenomeno si rinnovò quasi periodicamente per più
« giorni; il 29 agosto esso era ancora assai frequente
« e assai intenso. Ogni volta che la fusione del ghiaccio
« aveva prodotto una quantità di melma sufficiente
« perchè essa potesse rompere la coesione e l'attrito,
« questa massa si metteva in moto e veniva a sboccare
« con estremo impeto per la gola di Saint-Barthélemy.

« Le materie terrose abbandonate dal torrente acqui-
« stavano assai presto consistenza, e dopo due o tre
« giorni si poteva camminare sulla loro superficie. Una
« porzione considerevole del corso di dejezione ne fu
« ricoperta, e in alcuni punti se ne misurò uno spessore
« di parecchi metri.

« Un effetto curioso da notare in questa corrente era
« quello di vedere con quale facilità pietre e blocchi
« calcari compatti di più metri cubi erano trascinati
« dalla massa melmosa in movimento, sulla quale sem-
« bravano galleggiare come pezzi di legno sull'acqua
« ordinaria ».

Alcuni autori osservano che vi hanno correnti di ma-
terie così dense che probabilmente il peso dell'acqua è
soltanto di un ottavo e forse anche meno del peso
totale.

Il Du Buat stesso sperimentando sulla Senna ed i
suoi affluenti avrebbe cercato di determinare la velocità
alla quale cessano di essere trasportate le materie con-
vogliate da quei corsi d'acqua, ed avrebbe trovato il
seguito valore limite della velocità di trasporto:

1. Per l'argilla scura da stoviglie:
(grossezza o lato m. 0,0005), velocità limite m. 0,081
2. Per la sabbia minuta:
(grossezza o lato m. 0,0002), velocità limite m. 0,162
3. Per la sabbia grossa:
(grossezza o lato m. 0,0005), velocità limite m. 0,216

4. Per la ghiaietta grossa come un grano d'anice:
(grossezza o lato m. 0,0001), velocità limite m. 0,108

5. Per la ghiaietta grossa come un pisello:
(grossezza o lato m. 0,004), velocità limite m. 0,189

6. Per la ghiaietta grossa come una piccola fava:
(grossezza o lato m. 0,008), velocità limite m. 0,325

7. Per ciottolini di mare arrotondati di circa 1 pollice:
(grossezza o lato m. 0,025), velocità limite m. 0,650

8. Per ciottoli grossi come un uovo da gallina:
(grossezz. e lato m. 0,045 ÷ 0,055), veloc. lim. m. 0,975

Sul Reno tedesco superiore furono istituite esperienze dirette a determinare le velocità alla quale i diversi materiali incominciavano a porsi in moto. I materiali riposanti sul fondo venivano agitati mediante un'asta e si mettevano in moto, quando la velocità (che era misurata all'altezza di 5 centimetri sul fondo), assumeva rispettivamente i seguenti valori:

1. Ghiaia grossa come pisello:
(grossezza o lato m. 0,004), velocità m. 0,75

2. Ghiaia grossa come una fava:
(grossezza o lato m. 0,008), velocità m. 0,90

3. Ghiaia grossa come nocciola:
(grossezza o lato m. 0,016), velocità m. 0,92

4. Ghiaia grossa come uova da piccione:
(grossezza o lato m. 0,02 ÷ 0,03), velocità m. 1,12

5. Pietre di circa 1 kilogrammi:
(grossezza o lato m. 0,075), velocità m. 1,59

6. Pietre di circa 2,5 kilogrammi:
(grossezza o lato m. 0,100), velocità m. 1,80

Telford ha osservato la velocità, alla quale il fondo del corso d'acqua incominciava a corrodarsi, ed ha trovato i seguenti risultati:

1. Per la terra sciolta:
(grossezza m. 0,00002), velocità m. 0,076

2. Per l'argilla :
(grossezza m. 0,00005), velocità m. 0,152
3. Per la sabbia :
(grossezza m. 0,0002 ÷ 0,0005), velocità m. 0,305
4. Per la ghiaia assai minuta :
(grossezza m. 0,002 ÷ 0,004), velocità m. 0,609
- 5 Per ciottolini :
(grossezza m. 0,025), velocità m. 0,914
6. Per pietrisco :
(grossezza m. 0,05), velocità m. 1,220
7. Per ciottoli : (grossezza m. 0,08),
conglomerati e schisti teneri velocità m. 1,520
8. Per roccia tenera stratificata : velocità m. 1,830
9. Per roccia dura : velocità m. 3,050.

Come si vede, esiste una certa differenza tra questi risultati, la quale dipende anche da una certa indeterminatezza nella forma e grandezza dei materiali, che non furono bene specificate dagli sperimentatori, tanto che le suindicate cifre relative alla grossezza vennero qui esposte solo in via induttiva. Ma più che tutto dipende dalla circostanza che i fenomeni indagati erano sensibilmente diversi. Infatti, mentre il Du Buat, prendendo a considerare materiali già in moto, cercava quale era la velocità minima capace di tenerli in moto, gli ingegneri tedeschi e il Telford si proponevano di determinare la velocità necessaria per mettere in movimento materiali che erano fermi sul fondo, ossia per scavare un fondo di data natura, e quindi ricercavano una velocità che doveva essere maggiore, perchè questa prima di tenere quei materiali in moto, doveva essere capace di staccarli dal fondo e imprimere loro forza sufficiente per metterli in movimento.

Altra osservazione pure interessante e che merita di essere citata venne fatta nell'anno 1890 a Panama, dove si è trovato che in un canale dove l'acqua era dotata

della velocità di m. 2,00 ÷ 2,40 al minuto secondo, la corrente era capace di trascinare una pietra che aveva la sezione trasversale di m. 0,10 per m. 0,10 e la lunghezza di m. 0,20, e quindi lo stesso volume di una pietra cubica avente il lato di m. 0,125. Ma ogni qualvolta a quella pietra se ne aggiungevano altre anche più piccole, ciò bastava perchè tutte insieme cioè quella grande e quelle piccole subito si arrestassero.

Queste esperienze riconfermano il fenomeno, già più sopra dimostrato anche analiticamente, che quando una corrente si carica di altre materie, la sua velocità media diminuisce.

§ 5. Considerazioni pratiche sulla velocità di trasporto.

Dalle formole (8) e (9) si possono cavare le seguenti conclusioni.

A parità di volume, quanto più compatte e quindi pesanti sono le pietre, tanto più difficilmente esse sono trasportate dall'acqua. Le pietre che sono disposte col loro asse più corto nella direzione della corrente, sono mosse più facilmente di quelle che hanno l'asse maggiore nella stessa direzione. Quindi quando si abbia la facoltà di disporre artificialmente una pietra sul fondo del torrente, in modo che ne sia meno facile lo smovimento, bisognerà collocarle in modo che la sua dimensione maggiore venga a trovarsi sull'asse longitudinale del torrente; e lo stesso dicasi quando devasi disporre la pietra stessa sul fondo, per assicurare il letto.

Poichè secondo i risultati dell'osservazione il coefficiente β della formola (9) assume un valore relativamente più grande per le pietre sferiche, il moto di queste, a parità delle altre circostanze, dovrebbe essere meno facile. Ma quando si rifletta che con questo ge-

← Carlo Valentini