

TAVOLA FATTA SULLA FORMOLA DI DARCY

relativa al movimento uniforme dell'acqua in un tubo a sezione circolare costante

MEMORIA

dell'Ingegnere DOMENICO REGIS

*Letta ed approvata per la stampa negli Atti della Società
nell'adunanza 30 giugno e 6 dicembre 1870*

1. In una delle nostre ultime adunanze io vi presentai alcune tavole grafiche atte a risolvere con prestezza tutte le questioni che s'incontrano ordinariamente nella pratica dell'ingegnere, relative al movimento dell'acqua in un fiume od in un canale a regime costante. Per vostra cortesia voi avete voluto accogliere favorevolmente quel mio lavoro, e lo voleste stampato negli Atti della nostra Società.

Come complemento a quel mio lavoro io vi presento oggi un'altra tavola, la quale potrà servire a risolverò quei problemi che possono incontrarsi in pratica, relativi al movimento uniforme dell'acqua in un tubo a sezione circolare costante.

Questa tavola è fatta sulla forinola, proposta da Darcy per la soluzione di tali problemi.

Le variabili che si considerano in questa forinola sono le seguenti:

D Diametro costante del tubo.

i Perdita di battente per metro corrente dovuta all'attrito dell'acqua nel tubo.

Q Portata per minuto secondo.

v Velocità media dell'acqua, cioè il quoziente della portata divisa per la superficie della sezione del tubo; le

quali variabili s'intendono legate fra di loro dalle seguenti due equazioni:

$$\frac{1}{4} D i = \left(\alpha + \frac{2 \beta}{D} \right) v^2 \quad (1) \quad Q = \pi \frac{D^2}{4} v \quad (2)$$

$$\alpha = 0,000507 \quad \beta = 0,00000647 \quad \pi = 3,141593;$$

α e β essendo dei coefficienti proposti da Darcy per un tubo non nuovo, che s'intende anzi già coperto nell'interno da una leggera crosta depositatavi dall'acqua.

Tra le due equazioni (1) e (2) ho eliminato la variabile v , e dall'equazione risultante ho ancora dedotto l'equazione che segue:

$$\frac{1}{4} d I = \left(507 d + 1294 \right) \frac{16 q^3}{\pi^2 d^5} \quad (3)$$

dove d rappresenta il diametro del tubo espresso in centimetri.

q » la portata espressa in litri.

I » la perdita di battente su 100 metri di lunghezza del tubo.

Su quest'ultima equazione convenientemente modificata, come dirò in seguito, è fatta la tavola che qui vi presento.

Le quote delle varie linee di livello che sono linee rette danno i valori di d . I valori di I si leggono sull'asse verticale $0 J$; quelli di q sull'asse orizzontale $0 Q$, i quali vedonsi portati in tre scale differenti, una cioè per i valori di q inferiori a 100 litri, un'altra più piccola per i valori di q compresi fra 100 litri e 1000 litri, ed una terza ancora per valori superiori ai 1000 litri; motivo per cui vedesi la tavola divisa in tre parti, e le linee di livello vedonsi piegate sulle verticali che corrispondono ai valori di $q = 100$ e $q = 1000$.

Da questa tavola non comparisce il valore della velocità inedia, la quale, quando si desidera, potrà trovarsi dividendo la portata per la superficie della sezione del tubo.

Un esempio servirà meglio che qualunque spiegazione a far conoscere l'uso della tavola:

Domandasi di qual diametro dovrà essere un tubo che unisca due recipienti d'acqua, e serva al passaggio continuo da un recipiente all'altro di litri 15 ogni minuto secondo; la perdita di battente per metro corrente, dovuta unicamente all'attrito, dovendo essere di $0^m,016$, corrispondente a metri 1.6 per 100 metri di lunghezza del tubo.

Si cerchi nella tavola il punto d'incontro della orizzontale che corrisponde ad $1^m,6$ colla verticale che corrisponde a 15 litri, si vedrà che a quel punto corrisponde una quota di centimetri 14 approssimativamente; questa darà il diametro che dovrà avere un tubo, il quale soddisfi alle condizioni del problema, e non sia nuovo ma si supponga anzi già coperto nell'interno da una leggera crosta depositatavi dall'acqua.

2. Debbo qui ricordare che Darcy ha calcolato i suoi coefficienti per tubi di ghisa nuovi, ammettendo, in appoggio alle sue esperienze, che gli stessi coefficienti debbono duplicarsi quando si tratti di tubi di qualsiasi materia, già usati però, e coperti nell'interno da una crosta di depositi.

Io ho preferito di costruire la tavola in base a questi coefficienti già duplicati, sia perchè in pratica si hanno da considerare più spesso tubi già usati, che non tubi nuovi; sia poi anche perchè con questi coefficienti si tien conto della massima resistenza d'attrito che possa incontrarsi; che se i tubi saranno più puliti, si avrà una resistenza d'attrito ed una perdita di battente minore di quella data dalla tavola, e per conseguenza una portata maggiore, la quale potrà sempre regolarsi col mezzo di una chiavetta, od altro; mentre invece non potrà trovarsi rimedio quando il tubo fosse troppo piccolo.

Questa tavola, tuttavia, potrà ancora usarsi per tubi di ghisa nuovi colla seguente osservazione: quando si cerchi la perdita di battente, si dovrà prendere la metà del valore dato dalla tavola; e se questa perdita di battente è data, e si cerca nella tavola il diametro del tubo, o la portata, si

dovrà duplicare la perdita di battente data, e corcare nella tavola il diametro o la portata che sarà dovuta alla perdita di battente duplicata.

Riprendasi l'esempio sopracitato, e suppongasi ora che il tubo che deve servire di comunicazione ai due recipienti debba essere nuovo e di ghisa. Si duplichino allora, la perdita di battente per metro corrente, che si [sorta così a 0^m,032, corrispondente a 3^m,2 per cento; e si cerchi sulla tavola il punto d'incontro della orizzontale che corrisponde a 3^m,2 colla verticale che corrisponde a litri 15; si leggerà il diametro sufficiente per un tubo di ghisa, finché si mantiene pulito nell'interno.

3. Dirò ancora poche cose per far conoscere come ho costruito la tavola che ho l'onore oggi di presentarvi.

L'equazione (3), posto $I = J^2$, può mettersi sotto la seguente forma:

$$q = \frac{\frac{d^3}{8}}{\sqrt{507 \cdot d + 1294}} J. \quad (4)$$

Se quest'equazione si riferisce a tre assi di coordinate uno dei quali sia OQ per la variabile q , il secondo sia OJ per la variabile J , ed il terzo per i valori del diametro d s'intenda condotto per O perpendicolarmente ai primi due, (lessa rappresenta una superficie, le cui linee di livello, corrispondenti a valori costanti di d , si proiettano sul piano del disegno secondo rette che passano per l'origine O).

Siccome però non convenne di prendere i valori di q e di I in una stessa scala, e di più la scala per i valori di q cambia nelle parti in cui è divisa la tavola, perciò su questa non è disegnata la superficie data dall'equazione (4), ma sono rappresentate, nelle tre parti in cui essa è divisa, tre superficie diverse le cui equazioni si ottengono dall'equazione (4), ponendovi

$$q = \frac{175 \sqrt{10}}{16} q_1$$

per la superficie rappresentata nella prima parte,

$$q = \frac{175 \sqrt{10}}{3} \left(q_2 - \frac{1500}{175 \sqrt{10}} \right)$$

per quella che è rappresentata nella seconda parte, e finalmente

$$q = \frac{175 \sqrt{10}}{0,38} \left(q_3 - \frac{3920}{175 \sqrt{10}} \right)$$

per la superficie che è rappresentata nella terza parte, riferita sempre agli stessi assi sopraindicati.

L'unità lineare è rappresentata sull'asse OJ dalla lunghezza che dà 1 metro di perdita di battente, ed è eguale a millimetri 12, 5. $\ddot{O}10$.

La lunghezza dell'unità lineare, non che i coefficienti numerici che si vedono nei valori q , avrebbero potuto essere più semplici, ed è inutile che io qui dica le ragioni per cui ho scelto questi numeri piuttosto che altri più semplici; essi dipendono dal formato della tavola, che io ho voluto prendere eguale a quello delle altre tavole già stampate relative al movimento dell'acqua nei canali scoperti, non che dal formato di ciascheduna delle tre parti in cui essa è divisa; e poi dipendono anche dalla lunghezza del passo di una certa vite micrometrica che trovasi nella macchinetta colla quale verrà fatta la quadrettazione.

Dalle equazioni delle tre superficie suddette si ottengono le equazioni delle varie linee di livello ponendo nelle prime in luogo di d i valori numerici corrispondenti alle linee di livello indicati dalle varie quote.

Nella tavola poi, invece di indicare le divisioni ed i valori delle variabili ausiliarie J , q_1 , q_2 e q_3 , furono indicate le divisioni ed i valori corrispondenti alle variabili I e q .

Torino, aprile 1870.