Ing. Oscar E. Anwandter S.

Fórmula general para cañerías

Santiago, 24 de febrero de 1947.

Señor
Presidente de la Comisión Editora
de los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile
Casilla 487
PRESENTE.

Muy señor mío:

He leído detenidamente el desarrollo matemático que hace el ingeniero don Germán Gamm M. de la fórmula para cañerías, en los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile correspondiente a los meses de septiembre-octubre del año 1946, y me permito hacer algunas observaciones.

El señor Gamm llega a una fórmula de la pérdida de carga en cañerías, expresándola en función del gasto elevado a exponente uno, lo cual facilitará enormemente el método de las aproximaciones sucesivas de Newton, aplicado por H. Cross; pero dicha fórmula no es general para todos los regímenes de escurrimiento sino únicamente para el régimen estratificado e intermedio y no para el turbulento, pues las deducciones matemáticas allí establecidas se basan en los valores de «y» y «m» variables con el número de Reynolds, que para régimen turbulento son constantes.

Es pues necesario recalcar que la fórmula en referencia no es válida para redes en que el número de Reynolds es superior a diez elevado a la potencia siete, aunque éstas en la práctica pocas veces se encuentran.

En un párrafo del artículo que comento, el autor se refiere a los exponentes «x» «e» «y» de la velocidad y del diámetro en la fórmula $I = C \frac{U^x}{D^y}$ y concluye que encuentra acertado el concepto de consultar tanto el factor C como a dichos exponentes, variables según el material.

Respecto a los exponentes, el señor Gamm, a mi juicio, se equivoca, pues no son función del material, sino exclusivamente del régimen, es decir, del número de Reynolds. La fórmula a que llega, también indica esto, pues el valor que influye sobre los exponentes es «m» y éste en ningún momento depende del material ni de la rugosidad de las paredes, sino solamente del número de Reynolds.

Quiero dejar en claro este concepto básico, pues fué el que me llevó a la deducción de la fórmula general. Más concretamente tenemos el caso de las fórmulas de Scobey, que para cañerías de duelas de madera hace $X = 1{,}8$ é $y = 1{,}17$ para cañerías de hormigón hace $X = 2$ é $y = 1{,}25$ y finalmente para metálicas hace $X = 1{,}9$ é $y = 1{,}1$ sin importarle el régimen, es decir, que el valor de «m» que influye sobre el exponente «y» únicamente, deberá ser función de la clase de material

y ni siquiera de la rugosidad, pues ésta la define Scobey a través del coeficiente C. Esto es el absurdo, pues sobre el escurrimiento no influirá el material de que está construído el conducto, por su constitución más íntima, sino que en todo caso únicamente la rugosidad de sus paredes y que en ningún momento obra sobre los exponentes en referencia.

Podemos tener cañerías de distinto material, pero de rugosidades iguales, dimensiones idénticas y con un mismo gasto, en las que el escurrimiento debe ser idéntico; sin embargo, las pérdidas de carga que dan las fórmulas anteriores a la que yo deduje, resultan diferentes.

Respecto a los coeficientes de rugosidad K por mi dados, éstos pueden sufrir ligeras modificaciones, aunque fueron obtenidos de innumerables cantidades de experiencias europeas y americanas, aceptando como tales sólo aquéllas que me inspiraban la debida confianza, debiendo rechazar muchas cuyos valores estaban falseados por haberse hecho las medidas incorrectas, ya sea perturbando el escurrimiento por introducción de instrumentos de tamaños relativos muy grandes, o por la existencia de singularidades importantes no computadas.

Lo ideal sería encontrar una forma matemática para determinar el valor de K, de modo que no sea por simple apreciación. Por falta de elementos no he podido avanzar en ese sentido y sólo dejo insinuada la idea de que el valor de δ en la fórmula $K = \delta k$ es un número función de la cantidad de irregularidades de la superficie por unidad de área, debiendo indicarse para cada caso cuáles elementos se consideran como irregularidades determinantes para el cómputo respectivo.

Se ve que nunca obtendremos un valor puramente matemático de K, no sólo por la dificultad de fijar la importancia relativa de cada irregularidad, sino también en el caso de canales, por los sedimentos y por el crecimiento de las algas, fenómenos éstos que hacen a K esencialmente variable con el tiempo; de modo que se exigirá siempre una apreciación de la rugosidad real, sirviéndonos sí el valor matemático para darnos una cierta orientación, sobre todo en el caso de las cañerías.

Todas estas observaciones son absolutamente secundarias en lo que respecta al valor que tiene el interesante trabajo del señor Gamm y sólo tienen un valor académico para esclarecer algunos puntos sobre el escurrimiento. No se trata, pues, de una crítica, ya que una deducción matemática tan elegante y que llega a una conclusión tan valiosa que nos permite simplificar el cálculo de redes, sólo puede merecer nuestras más sinceras felicitaciones.

Si al señor Presidente de la Comisión Editora le parece interesante, podría dar cabida a las presentes observaciones en los Anales del Instituto.

Saluda atte. a Ud.

(Fdo). Oscar E. Anwandter S.