

Esto te servirá también

<https://es.scribd.com/doc/263188889/Ecuacion-de-Weymouth>

1. Ecuación de Darcy-Weisbach

La **ecuación de Darcy-Weisbach** se usa para calcular la pérdida de carga debida a la fricción en un flujo de gas o líquido:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

Donde:

- ΔP : Pérdida de presión (Pa o psi)
- f : Factor de fricción de Darcy (adimensional), que depende del régimen de flujo (laminar o turbulento) y se puede calcular con el número de Reynolds y la rugosidad relativa de la tubería (se puede obtener del gráfico de Moody)
- L : Longitud de la tubería (m o ft)
- D : Diámetro interno de la tubería (m o ft)
- ρ : Densidad del gas (kg/m³ o lb/ft³)
- v : Velocidad media del fluido (m/s o ft/s)

Para gas natural, el valor de la densidad puede variar según la presión y temperatura, pero típicamente es de unos 0.8 kg/m³ a condiciones estándar.

2. Método Weymouth

El **método de Weymouth** es otra fórmula empírica utilizada para calcular la caída de presión en tuberías que transportan gas natural. La fórmula es:

$$Q = 433$$

Justificación del Factor 433.5 en el Método de Weymouth

El valor de **433.5** en la fórmula del **método de Weymouth** se utiliza para calcular la **tasa de flujo** de gas natural en una tubería, y proviene de la simplificación de ecuaciones que describen el flujo de gas a través de tuberías. La fórmula es generalmente expresada como:

$$Q = \frac{(P_1 - P_2) \cdot D^2}{L \cdot f}$$

Donde:

- QQQ: Flujo volumétrico de gas (en SCFM, estándar pies cúbicos por minuto).
- P1P_1P1: Presión inicial (en psi).
- P2P_2P2: Presión final (en psi).
- DDD: Diámetro interno de la tubería (en pulgadas).
- LLL: Longitud de la tubería (en pies).
- fff: Factor de fricción, que se determina en función del régimen de flujo y la rugosidad de la tubería.

El factor **433.5** es una constante que se utiliza para convertir las unidades adecuadamente cuando se están usando valores típicos de presión y diámetro en sistemas de tuberías de gas.

2. Tablas de Rugosidad para Tuberías de Acero al Carbono

La rugosidad de las tuberías es un parámetro crucial que afecta la pérdida de carga debido a la fricción. A continuación, te presento una tabla con valores típicos de rugosidad para tuberías de acero al carbono:

Tipo de Tubería	Rugosidad (mm)	Rugosidad (in)
Acero al carbono (nuevo)	0.045 - 0.090	0.0018 - 0.0035
Acero al carbono (usado)	0.075 - 0.150	0.003 - 0.006

Cálculo del Factor de Fricción (f)

El factor de fricción **fff** se puede determinar a partir de:

- **Gráfico de Moody:** Este gráfico muestra el factor de fricción en función del número de Reynolds (Re) y la rugosidad relativa (ϵ/D), donde ϵ es la rugosidad absoluta de la tubería.

Cálculo del Número de Reynolds

El número de Reynolds se calcula como:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Donde:

- ρ : Densidad del fluido (kg/m³ o lb/ft³)
- v: Velocidad del fluido (m/s o ft/s)
- D: Diámetro interno de la tubería (m o ft)

- μ : Viscosidad del gas (Pa·s o lb/ft·s)

4. Implementación en Excel

En tu plantilla de Excel, puedes incluir los siguientes pasos:

1. **Entradas:**
 - Longitud de la tubería (L)
 - Diámetro de la tubería (D)
 - Presión inicial (P1)
 - Presión final (P2)
 - Densidad del gas
 - Viscosidad del gas
2. **Cálculos:**
 - Calcular la velocidad del gas (v) a partir de Q.
 - Calcular el número de Reynolds (Re).
 - Determinar la rugosidad relativa y buscar f en el gráfico de Moody.
 - Finalmente, aplicar la ecuación de Darcy-Weisbach para calcular la pérdida de carga.
3. **Resultados:**
 - Mostrar la pérdida de carga calculada y el flujo volumétrico (Q).

La constante **433.5** en la fórmula del **método de Weymouth** se utiliza específicamente para calcular la **tasa de flujo volumétrico** de gas natural en tuberías. Este método es útil para el diseño y análisis de sistemas de transporte de gas, permitiendo a los ingenieros determinar la capacidad de una tubería para transportar un volumen específico de gas bajo ciertas condiciones de presión y temperatura.

Aplicación de la Constante 433.5

La fórmula de Weymouth para calcular la tasa de flujo (Q) es:

$$Q = 433.5 \cdot D^2 \cdot \sqrt{\frac{(P_1 - P_2)}{L}}$$

Donde:

- **Q** = Tasa de flujo volumétrico de gas (SCFM - Standard Cubic Feet per Minute).
- **D** = Diámetro interno de la tubería (en pulgadas).
- **P1** = Presión inicial en la entrada de la tubería (en psi).
- **P2** = Presión final en la salida de la tubería (en psi).
- **L** = Longitud de la tubería (en pies).
- **433.5** = Factor que convierte las unidades a SCFM y toma en cuenta las condiciones estándar de presión y temperatura.

Condiciones de Aplicación

- **Gas Natural:** Esta constante se deriva de pruebas empíricas y se aplica principalmente a sistemas de transporte de **gas natural** en condiciones estándar (presión y temperatura).
- **Diámetros Comunes:** Funciona bien para tuberías de diámetros comunes que se utilizan en la industria del gas, como las tuberías de acero al carbono.
- **Presiones y Temperaturas Estándar:** Se aplica en situaciones donde se trabaja bajo condiciones de presión y temperatura típicas del gas natural.

Contexto de Uso

1. **Diseño de Tuberías:** La constante es crucial en el diseño de sistemas de tuberías para garantizar que se puede transportar el volumen de gas requerido de manera eficiente.
2. **Análisis de Pérdidas de Carga:** Permite a los ingenieros evaluar la caída de presión en la tubería y, por lo tanto, asegurar que el sistema funcionará adecuadamente bajo condiciones específicas.
3. **Simulación de Sistemas:** En software de modelado y simulación de sistemas de gas, esta constante se puede utilizar para estimar el flujo y las pérdidas de carga en diferentes configuraciones de tuberías.

Ejemplo 1: Cálculo de Flujo en una Tubería de Gas Natural

Condiciones del Problema:

- **Diámetro interno de la tubería (D):** 4 pulgadas
- **Presión inicial (P1):** 800 psi
- **Presión final (P2):** 600 psi
- **Longitud de la tubería (L):** 2000 pies

Cálculo:

1. **Diferencia de Presión:**

$$\Delta P = P1 - P2 = 800 \text{ psi} - 600 \text{ psi} = 200 \text{ psi}$$

2. Aplicación de la Fórmula de Weymouth:

$$Q = 433.5 \cdot D^2 \cdot \sqrt{\frac{(P1 - P2)}{L}}$$

$$Q = 433.5 \cdot (4)^2 \cdot \sqrt{\frac{200}{2000}}$$

$$Q = 433.5 \cdot 16 \cdot \sqrt{0.1}$$

$$Q = 433.5 \cdot 16 \cdot 0.316 = 2196.48 \text{ SCFM}$$

Resultado: La tasa de flujo volumétrico de gas natural a través de la tubería de 4 pulgadas es de aproximadamente **2196.48 SCFM**.

Ejemplo 2: Comparación de Diferentes Diámetros de Tubería

Condiciones del Problema:

- **Presión inicial (P1):** 1000 psi
- **Presión final (P2):** 800 psi
- **Longitud de la tubería (L):** 3000 pies
- **Diámetro de la tubería:** Cambia entre 2", 4", y 6".

Cálculos: Realizamos el cálculo para cada diámetro:

Para D = 2 pulgadas:

$$\begin{aligned} 1. \quad Q &= 433.5 \cdot (2)^2 \cdot \sqrt{\frac{(1000 - 800)}{3000}} \\ &= 433.5 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{200}{3000}} \\ &= 433.5 \cdot 4 \cdot 0.2582 = 447.04 \text{ SCFM} \end{aligned}$$

Para D = 4 pulgadas:

$$\begin{aligned} 2. \quad Q &= 433.5 \cdot (4)^2 \cdot \sqrt{\frac{(1000 - 800)}{3000}} \\ &= 433.5 \cdot 16 \cdot 0.2582 = 1,788.17 \text{ SCFM} \end{aligned}$$

Para D = 6 pulgadas:

$$\begin{aligned} 3. \quad Q &= 433.5 \cdot (6)^2 \cdot \sqrt{\frac{(1000 - 800)}{3000}} \\ &= 433.5 \cdot 36 \cdot 0.2582 = 4,039.63 \text{ SCFM} \end{aligned}$$

Resultados:

- D = 2 pulgadas: $Q \approx 447.04 \text{ SCFM}$
- D = 4 pulgadas: $Q \approx 1,788.17 \text{ SCFM}$
- D = 6 pulgadas: $Q \approx 4,039.63 \text{ SCFM}$

Ejemplo 3: Efecto de la Longitud de la Tubería

Condiciones del Problema:

- **Diámetro (D):** 3 pulgadas
- **Presión inicial (P1):** 600 psi
- **Presión final (P2):** 400 psi
- **Longitudes de tubería (L):** 1000 pies y 2000 pies.

Para L = 1000 pies:

$$\begin{aligned} 1. \quad Q &= 433.5 \cdot (3)^2 \cdot \sqrt{\frac{(600 - 400)}{1000}} \\ &= 433.5 \cdot 9 \cdot \sqrt{\frac{200}{1000}} \\ &= 433.5 \cdot 9 \cdot 0.4472 = 1738.43 \text{ SCFM} \end{aligned}$$

Para L = 2000 pies:

$$\begin{aligned} 2. \quad Q &= 433.5 \cdot (3)^2 \cdot \sqrt{\frac{(600 - 400)}{2000}} \\ &= 433.5 \cdot 9 \cdot \sqrt{\frac{200}{2000}} \\ &= 433.5 \cdot 9 \cdot 0.3162 = 1238.47 \text{ SCFM} \end{aligned}$$

Resultados:

- $L = 1000$ pies: $Q \approx 1738.43$ SCFM
- $L = 2000$ pies: $Q \approx 1238.47$ SCFM

La constante **433.5** utilizada en la fórmula de **Weymouth** para calcular la tasa de flujo de gas natural se basa en resultados empíricos y se deriva de estudios realizados sobre el comportamiento del gas en tuberías. Esta constante se utiliza específicamente para convertir las unidades y asegurar que los resultados sean coherentes con las condiciones de operación del gas natural.

Orígenes de la Fórmula de Weymouth

1. **Desarrollo Original:** La fórmula de Weymouth fue desarrollada por el ingeniero **W. H. Weymouth** en la década de 1950. Su trabajo se centró en la transferencia de gas y el diseño de sistemas de tuberías. Aunque no se encuentra en un solo libro, su metodología ha sido ampliamente aceptada y utilizada en la ingeniería de gas.
2. **Referencias Técnicas:** A menudo se puede encontrar la fórmula y la constante mencionada en manuales de ingeniería de gas, guías de diseño y normas de la industria. Algunas fuentes comunes que podrían contener información sobre la fórmula de Weymouth y la constante 433.5 incluyen:
 - **American Gas Association (AGA):** Sus informes y estándares, como el **AGA Report 3**, abordan el diseño y la operación de sistemas de tuberías de gas.
 - **Manual de Ingeniería de Gas:** Libros como "Gas Transmission and Distribution Piping Systems" ofrecen detalles sobre el cálculo de flujo y la fórmula de Weymouth.
 - **Normas de la API (American Petroleum Institute):** Documentos que abordan el transporte de gas natural y las características de las tuberías.

Ejemplo de Referencia

Uno de los informes más relevantes es el **AGA Report No. 3**, que cubre el flujo de gas natural a través de tuberías y describe los métodos para calcular el flujo volumétrico, así como los factores de corrección y las constantes utilizadas en los cálculos.