

CONTENIDO

Prólogo.....	IX
Nomenclatura.....	XI

CAPÍTULO 1

Teoría del flujo de fluidos en tuberías

Introducción.....	1-1
Propiedades físicas de los fluidos.....	1-2
Viscosidad.....	1-2
Densidad.....	1-3
Volumen específico.....	1-3
Peso específico.....	1-3
Regímenes de flujo de fluidos en tuberías: laminar y turbulento.....	1-4
Velocidad media de flujo.....	1-5
Número de Reynolds.....	1-5
Radio hidráulico.....	1-5
Ecuación general de energía	
Teorema de Bernoulli.....	1-6
Medida de la presión.....	1-7
Fórmula de Darcy	
Ecuación general del flujo de fluidos.....	1-7
Factor de fricción.....	1-8
Efecto del tiempo y uso en la fricción de tuberías.....	1-9
Principios del flujo de fluidos compresibles en tuberías.....	1-9
Ecuación para flujo totalmente isotérmico.....	1-9
Flujo compresible simplificado, Fórmula para tubería de gas.....	1-10
Otras fórmulas usadas comúnmente para el flujo de fluidos compresibles en tuberías largas.....	1-10
Comparación de fórmulas para flujo de fluidos compresibles en tuberías.....	-10
Flujo límite de gases y vapores.....	1-11
Vapor de agua—comentarios generales.....	1-13

CAPÍTULO 2

Flujo de fluidos en válvulas y accesorios

Introducción.....	2-1
-------------------	-----

Tipos de válvulas y accesorios usados en sistemas de tuberías.....	2-2
--	-----

Pérdida de presión debida a válvulas y accesorios.....	2-2
Pruebas Crane sobre flujo de fluidos.....	2-3
Pruebas hechas por Crane con agua.....	2-4
Pruebas hechas por Crane con vapor de agua.....	2-6

Relación entre la pérdida de presión y la velocidad de flujo.....	2-9
---	-----

Coefficiente de resistencia K , longitud equivalente L/D y coeficiente de flujo.....	2-10
--	------

Condiciones de flujo laminar.....	2-13
-----------------------------------	------

Estrechamientos y ensanchamientos.....	2-14
--	------

Válvulas de paso reducido.....	2-15
--------------------------------	------

Resistencia de las curvas.....	2-15
Flujo secundario.....	2-15
Resistencia de las curvas al flujo.....	2-15
Resistencia de curvas para tubos en escuadra o falsa escuadra.....	2-17

Flujo en toberas y orificios.....	2-17
Flujo de líquidos.....	2-18
Flujo de gases y vapores.....	2-18
Flujo máximo de fluidos compresibles en una tobera.....	2-18
Flujo en tubos cortos.....	2-19

Descarga de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías.....	2-19
Flujo de líquidos.....	2-19
Flujo compresible.....	2-20

CAPÍTULO 3

Fórmulas y nomogramas para flujo en válvulas, accesorios y tuberías

Resumen de fórmulas.....	3-2
Velocidad de líquidos en tuberías.....	3-9
Número de Reynolds para flujo líquido: Factor de fricción para tuberías limpias de acero.....	3-13
Caída de presión en líneas de líquidos en flujo turbulento.....	3-15
Caída de presión en líneas de líquidos para flujo laminar.....	3-21
Flujo de líquidos en toberas y orificios..	3-25

Velocidad de fluidos compresibles en tuberías.....	3—31	Viscosidad del agua y de líquidos derivados del petróleo.....	A—4
Número de Reynolds para flujo compresible Factor de fricción para tubería limpia de acero.....	3—35	Viscosidad de líquidos diversos.....	A—6
Pérdida de presión en líneas de flujo compresible.....	3—39	Viscosidad de gases y vapores de hidrocarburos.....	A—8
Fórmula simplificada para flujo de fluidos compresibles.....	3—43	Propiedades físicas del agua.....	A—10
Flujo de fluidos compresibles en toberas y orificios.....	3—52	Relación peso específico • temperatura para aceites derivados del petróleo....	A—12
		Densidad y peso específico de líquidos diversos.....	A—12
		Propiedades físicas de algunos gases.....	A—14
		Vapor de agua • valores del exponente isentrópico.....	A—16
		Densidad y volumen específico de gases y vapores.....	A—18
		Composición volumétrica y peso específico de combustibles gaseosos....	A—22
		Propiedades del vapor de agua saturado y agua saturada.....	A—23
		Propiedades del vapor de agua sobrecalentado.....	A—29
		Propiedades del vapor de agua sobrecalentado y agua comprimida....	A—35
		Tipos de válvulas.....	A—36
		Coefficiente de flujo C para toberas.....	A—38
		Coefficiente de flujo C para orificios de cantos vivos.....	A—38
		Factor neto de expansión Y para flujo compresible en toberas y orificios.....	A—39
		Relación crítica de presiones r_c para flujo compresible en toberas y tubos Venturi.....	A—39
		Factor neto de expansión Y para flujo compresible de una tubería hacia zonas de mayor sección.....	A—40
		Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías y factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total.....	A—41
		Factores de fricción para cualquier tipo de tubería comercial.....	A—43
		Factores de fricción para tuberías comerciales de acero limpias.....	A—44
		Tabla del factor K	
		Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios.....	A—46
		Longitudes equivalentes L y L/D , Nomograma del coeficiente de resistencia K	A—50
		Equivalencia del coeficiente de resistencia K y el coeficiente de flujo C_v	A—53

CAPÍTULO 4

Ejemplos de problemas de flujo

Introducción.....	4—1
Número de Reynolds y factor de fricción para tuberías que no sean de acero....	4—2
Determinación de la resistencia de válvulas en función de L , L/D , K y coeficiente de flujo C_v	4—2
Válvulas de retención Determinación del diámetro.....	4—4
Válvulas con estrechamiento en los extremos; velocidad y caudal.....	4—5
Flujo laminar en válvulas, accesorios y tuberías.....	4—6
Pérdida de presión y velocidad en sistemas de tuberías.....	4—9
Problemas de flujo en líneas de tuberías.....	4—16
Descarga de fluidos en sistemas de tuberías.....	4—18
Flujo en medidores de orificio.....	4—23
Aplicación de radio hidráulico a los problemas de flujo.....	4—26

APÉNDICE A

Propiedades físicas de algunos fluidos y características del flujo en válvulas, accesorios y tuberías

Introducción.....	A—1
Viscosidad del agua y del vapor de agua en centipoises (μ).....	A—2

APÉNDICE B

Información técnica

Introducción	B—1	Sistema Internacional de Unidades (SI) ..	B—11
Volumen equivalente y caudal de masa de fluidos compresibles	B—2	Tablas de conversión de unidades	B—13
Equivalencias de viscosidad		Flujo en tuberías de acero de cédula 40	
Absoluta (dinámica)	B—4	Agua	B—16
Cinemática	B—4	Aire	B—18
Cinemática y Saybolt Universal	B—5	Tuberías comerciales de acero	B—21
Cinemática y Saybolt Furol	B—5	Datos técnicos de las tuberías	B—23
Cinemática, Saybolt Universal, Saybolt Furol y Absoluta	B—6	Tuberías de acero inoxidable	B—27
Nomograma de viscosidad Saybolt Universal	B—8	Tuberías comerciales de acero	B—28
Equivalencias entre grados API, grados Baumé, peso específico y densidad	B—9	Datos técnicos del vapor de agua	B—30
		Potencia requerida para bombeo	B—31
		Bibliografía	B—34