

espol

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITROAL

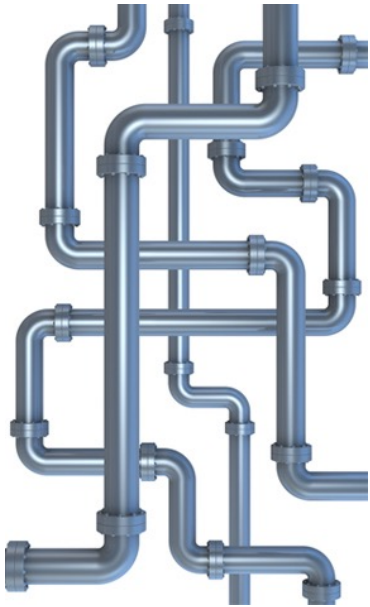
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

MECÁNICA DE FLUIDOS

DINÁMICA DE CARGAS EN

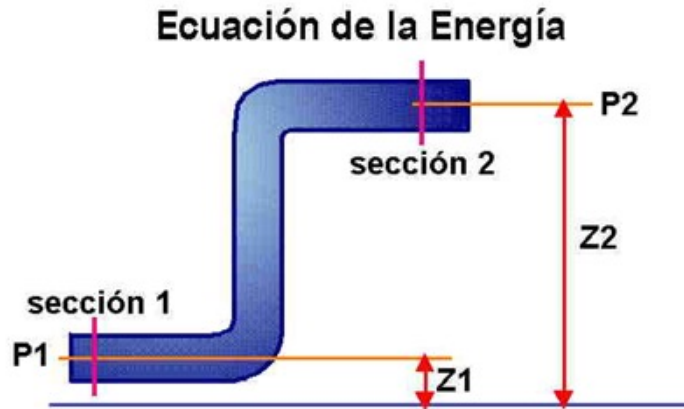
TUBERIAS

Ing. Luis Zambrano
Julio 2021



PÉRDIDAS POR FRICCIÓN

La magnitud de la pérdida de energía (pérdidas mayores) al interior de un conducto depende de:

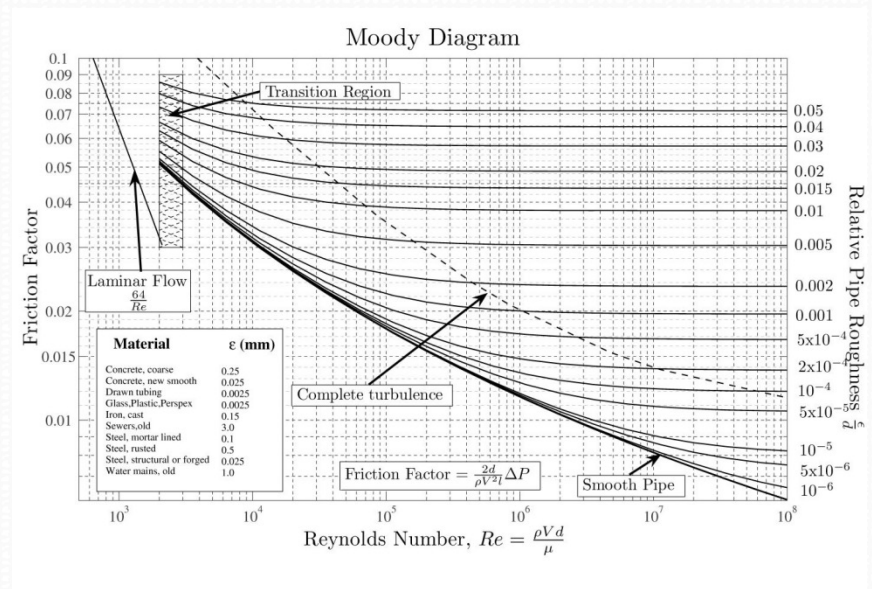


- Las propiedades del fluido
- La velocidad de flujo
- Tamaño del conducto
- La rugosidad de la pared del conducto
- La longitud del conducto

ECUACIONES DE FACTOR DE FRICCIÓN (f)

Es la representación gráfica en escala doblemente logarítmica del factor de fricción en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa de una tubería.

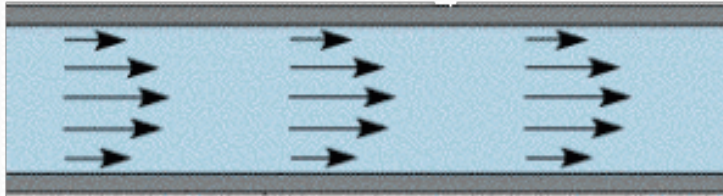
Método conveniente y preciso, sin embargo poco automático.



ECUACIONES DE FACTOR DE FRICCIÓN (f)

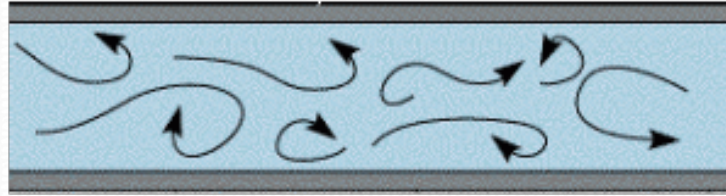
Flujo Laminar

$$f = \frac{64}{N_R}$$

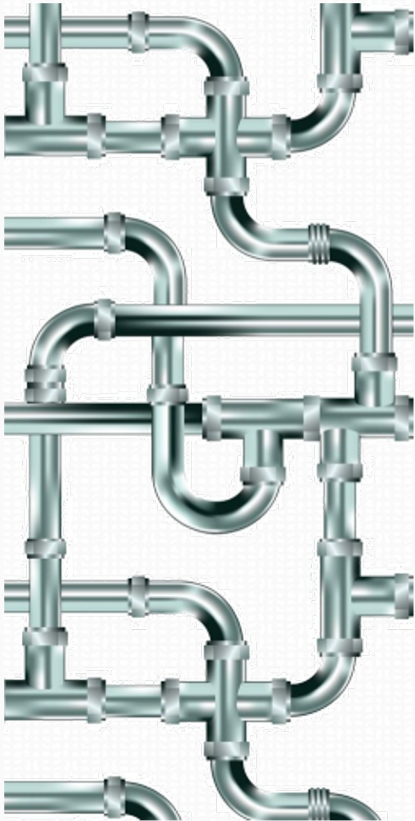


Flujo turbulento

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/\epsilon)} + \frac{5.74}{N_R^{0.9}} \right) \right]^2}$$



PÉRDIDAS POR FRICCIÓN



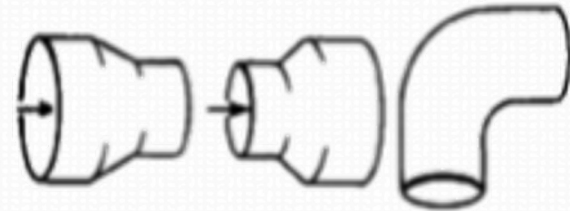
Dispositivos externos, también hacen que la energía se disipe en forma de calor.

Las pérdidas de estos dispositivos se les llama

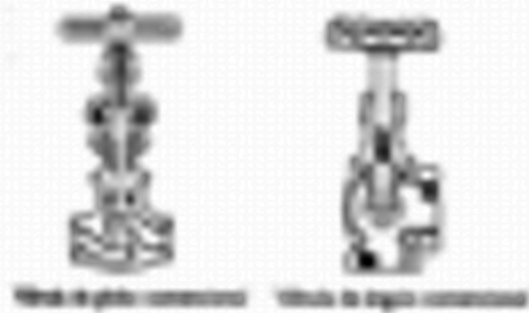
PÉRDIDAS MENORES

Pérdidas Menores

Los componentes adicionales (válvulas, codos, conexiones en T, etc.) contribuyen a la pérdida global del sistema y se denominan pérdidas menores.



Contracción (reducción) Ensanchamiento Codo



Pérdidas Menores

$$h_L = k * \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

K: Coeficiente de resistencia

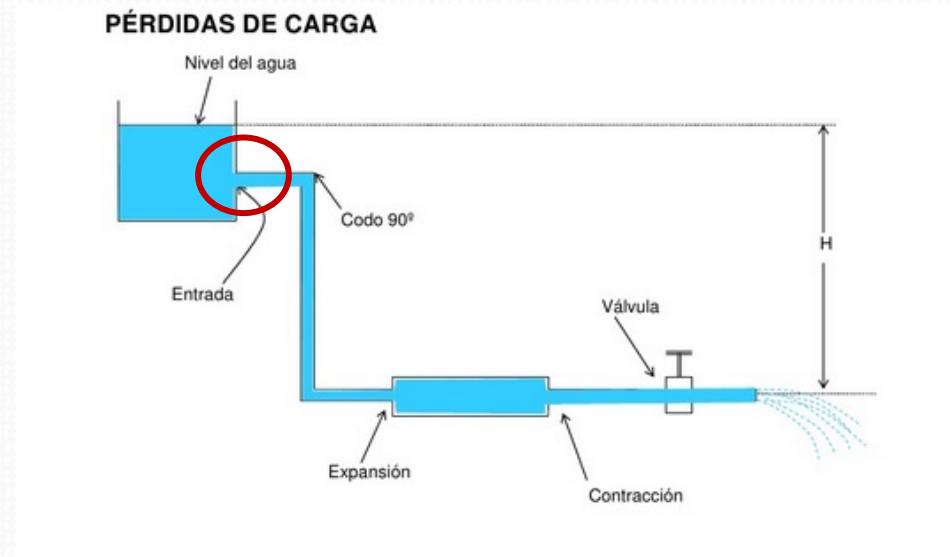
V: velocidad de flujo

Accesorios	K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5
Válvula de retención (totalmente abierta)	2
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2
Válvula de compuerta (abierta ¾)	1.15
Válvula de compuerta (abierta ½)	5.6
Válvula de compuerta (abierta ¼)	24.0
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-
"T" por la salida lateral	1.80
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0.90
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0.75
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0.60
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0.45
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0.40
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0.35

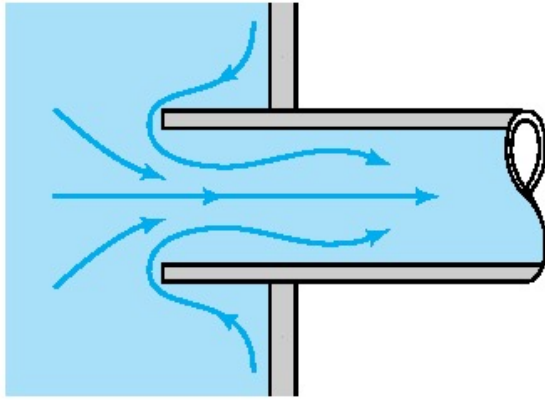
Pérdidas Menores

Cuando un fluido pasa desde un estanque o depósito hacia una tubería, se generan pérdidas que dependen de la forma como se conecta la tubería al depósito.

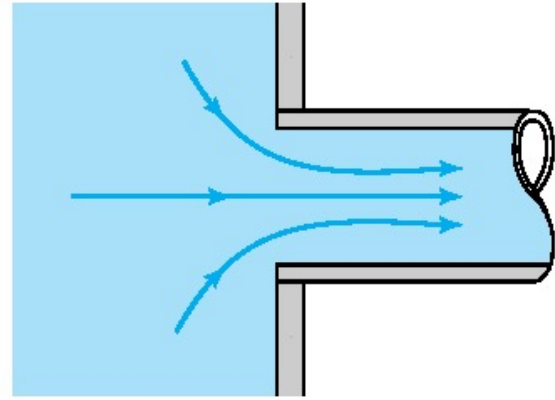
ENTRADA



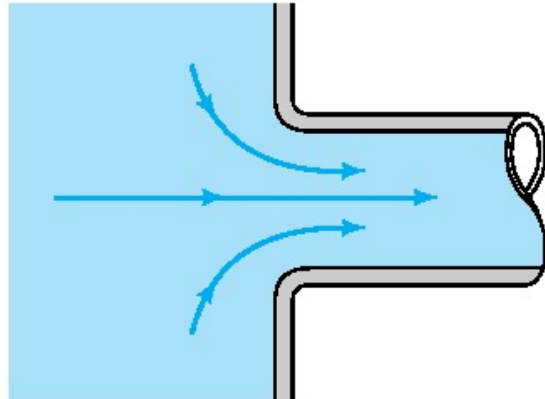
ENTRADA



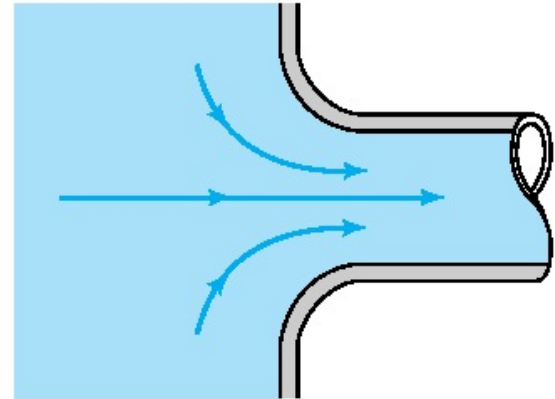
(a) Reentrante, $K_L = 0,8$



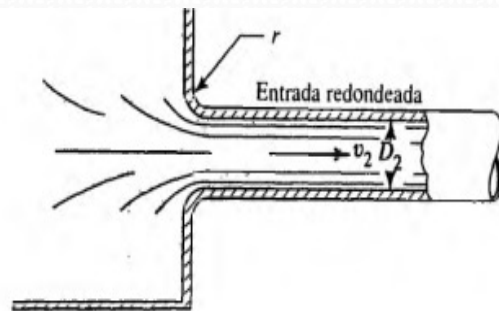
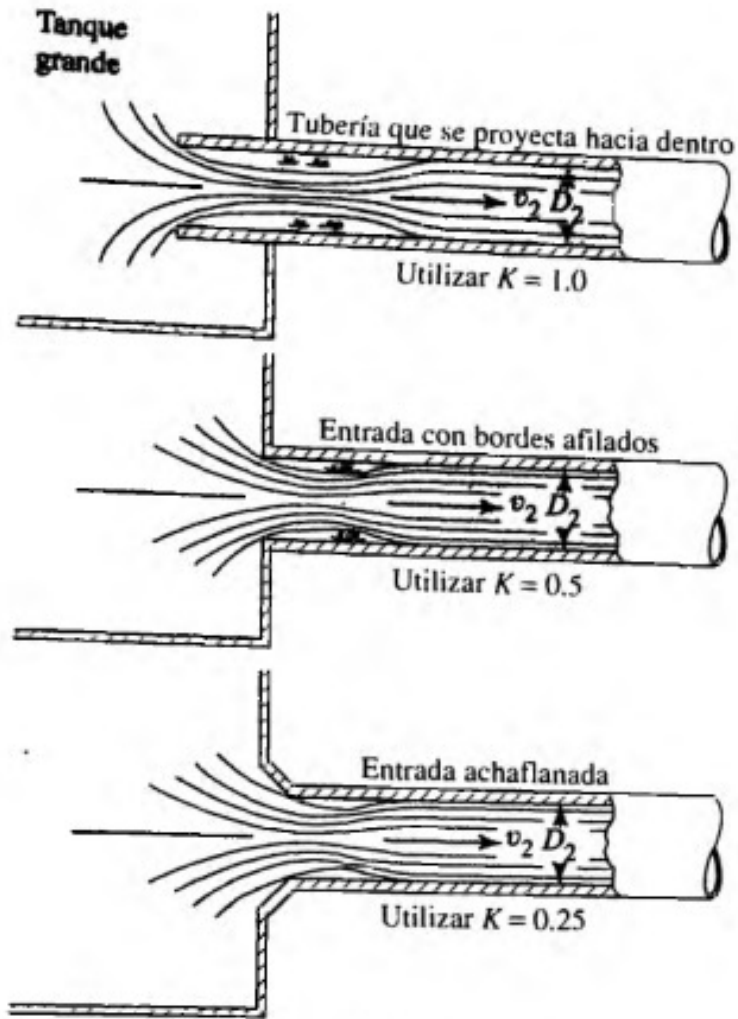
(b) de borde ahusado, $K_L = 0,5$



(c) ligeramente redondeado, $K_L = 0,2$



(d) bien redondeado, $K_L = 0,04$

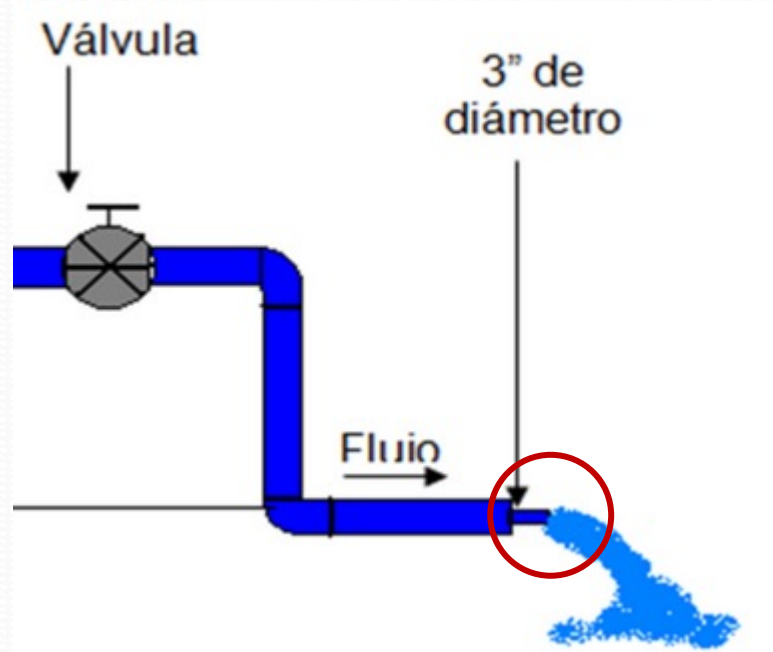


r/D_2	K
0	0.50
0.02	0.28
0.04	0.24
0.06	0.15
0.10	0.09
>0.15	0.04 (Bien redondeada)

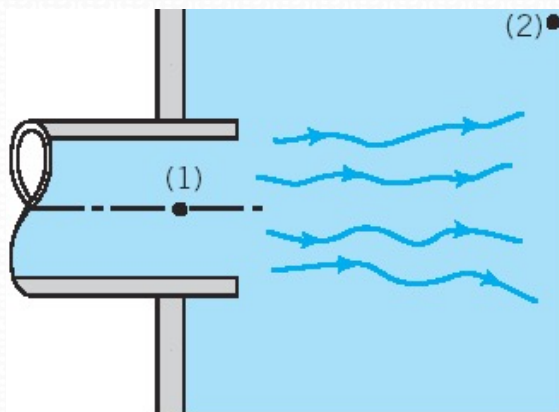
Pérdidas Menores

Una pérdida de carga (la pérdida de salida) se produce cuando un fluido pasa desde una tubería hacia un depósito.

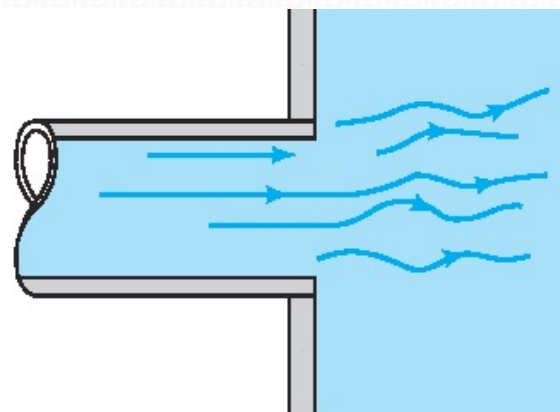
SALIDA



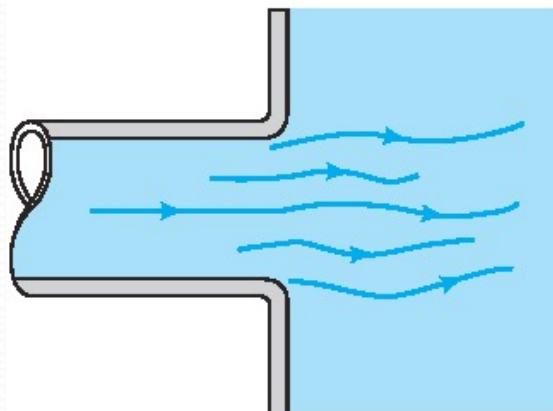
SALIDA



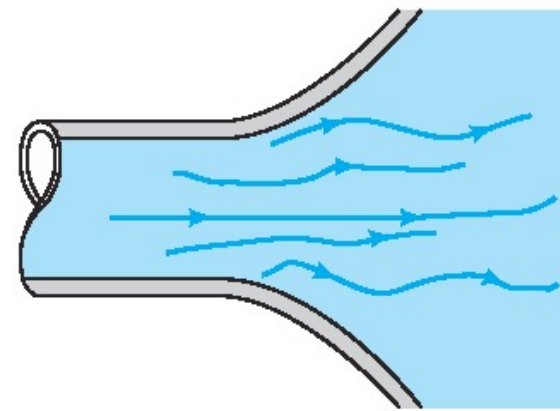
(a) Reentrante, $K_L = 1,0$



(b) de borde ahusado, $K_L = 1,0$

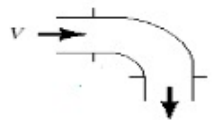

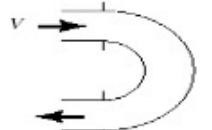





(c) ligeramente redondeado, $K_L = 1,0$



(d) bien redondeado, $K_L = 1,0$

Coeficientes de pérdida para componentes de tubería $\left(h_L = K_L \frac{V^2}{2g} \right)$

Component	K_L	
a. TUBOS ACODADOS		
Regular de 90°, embridado	0.3	
Regular de 90°, roscado	1.5	
De 90° con gran radio, embridado	0.2	
De 90° con gran radio, roscado	0.7	
De 45° con gran radio, embridado	0.2	
Regular de 45°, roscado	0.4	
b. CODOS DE 180°		
Codo de 180°, embridado	0.2	
Codo de 180°, roscado	1.5	
c. CONEXIONES EN T		
Flujo de línea, embridado	0.2	
Flujo de línea, roscado	0.9	
Flujo derivado, embridado	1.0	
Flujo derivado, roscado	2.0	
d. UNION ROSCADA		
	0.08	
e. VALVULAS		
De globo, completamente abierta	18	
De ángulo, completamente abierta	2	
De compuerta, completamente abierta	0,15	
De compuerta, 1/4 cerrada	0,26	
De compuerta, 1/2 cerrada	2,1	
De compuerta, 3/4 cerrada	17	
De retención a bisagra, flujo hacia adelante	2	
De retención a bisagra, flujo hacia atrás	infinito	
De bola, completamene abierta	0,05	
De bola, 1/3 cerrada	5,5	
De bola, 2/3 cerrada	2,15	

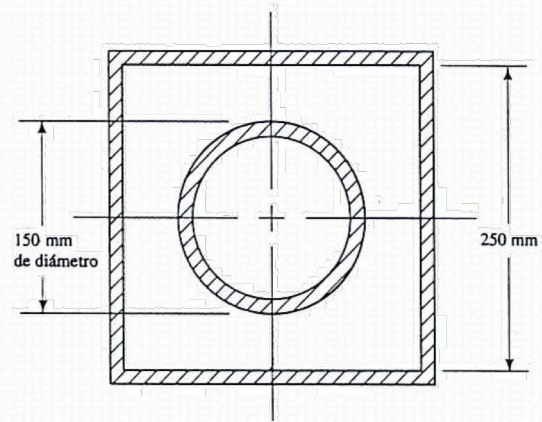
Coeficientes de pérdidas (Ks)

Válvula esférica, totalmente abierta	$K = 10$
Válvula de ángulo, totalmente abierta	$K = 5$
Válvula de retención de clapeta	$K = 2,5$
Válvula de pie con colador	$K = 0,8$
Válvula de compuerta, totalmente abierta	$K = 0,19$
Codo de retroceso	$K = 2,2$
Empalme en T normal	$K = 1,8$
Codo de 90° normal	$K = 0,9$
Codo de 90° de radio medio	$K = 0,75$
Codo de 90° de radio grande	$K = 0,60$
Codo de 45°	$K = 0,42$

Pérdidas en conductores de sección transversal no circular.

La ecuación de Darcy para la pérdida por fricción puede ser utilizada para secciones transversales no circulares si la geometría esta representada por el radio hidráulico en lugar del diámetro del conducto.

$$D = 4R$$



PÉRDIDAS DE ENERGÍA - h_L

$$h_L = \sum \text{pérdidas por accesorios} + \sum \text{pérdidas por fricción en tuberías}$$

cambios de dirección y velocidad del fluido en válvulas, T, codos, aberturas graduales y súbitas entre otros



Pérdidas de energía por accesorios

Contacto del fluido con las paredes de las tuberías y conductos que por lo general son rugosos



Pérdidas por tuberías

Pérdidas de energía

Pérdidas lineales

Fórmula de Darcy-Weisbach
(disipación viscosa en fluido y paredes)

$$h_l = f \frac{L}{D} \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Pérdidas singulares

"locales", "menores"
(accesorios)

$$h_s = K_s \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

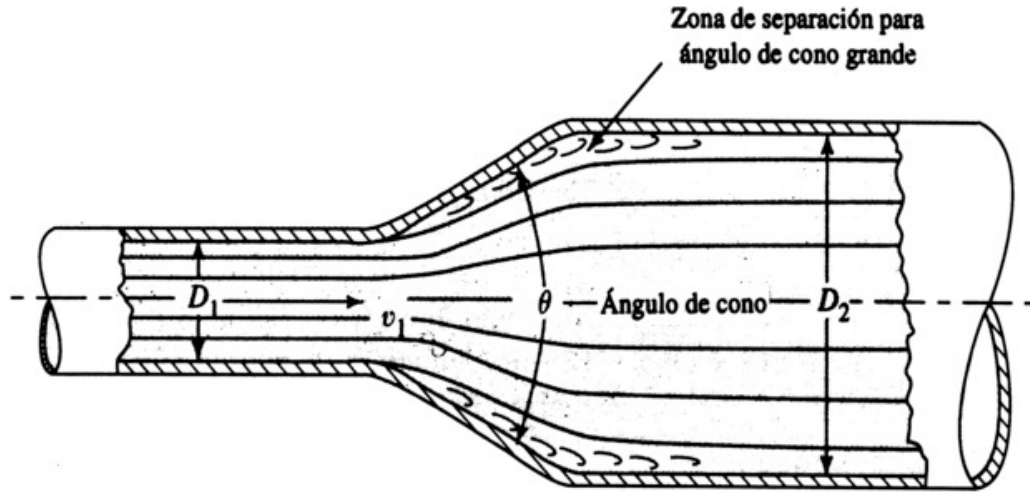
Son siempre proporcionales a v^2 inv. prop a D

f coeficiente de fricción

L, D longitud/diámetro tubería

K_s coeficiente de pérdidas singulares

Expansión súbita



La pérdida menor se calcula por medio de la ecuación

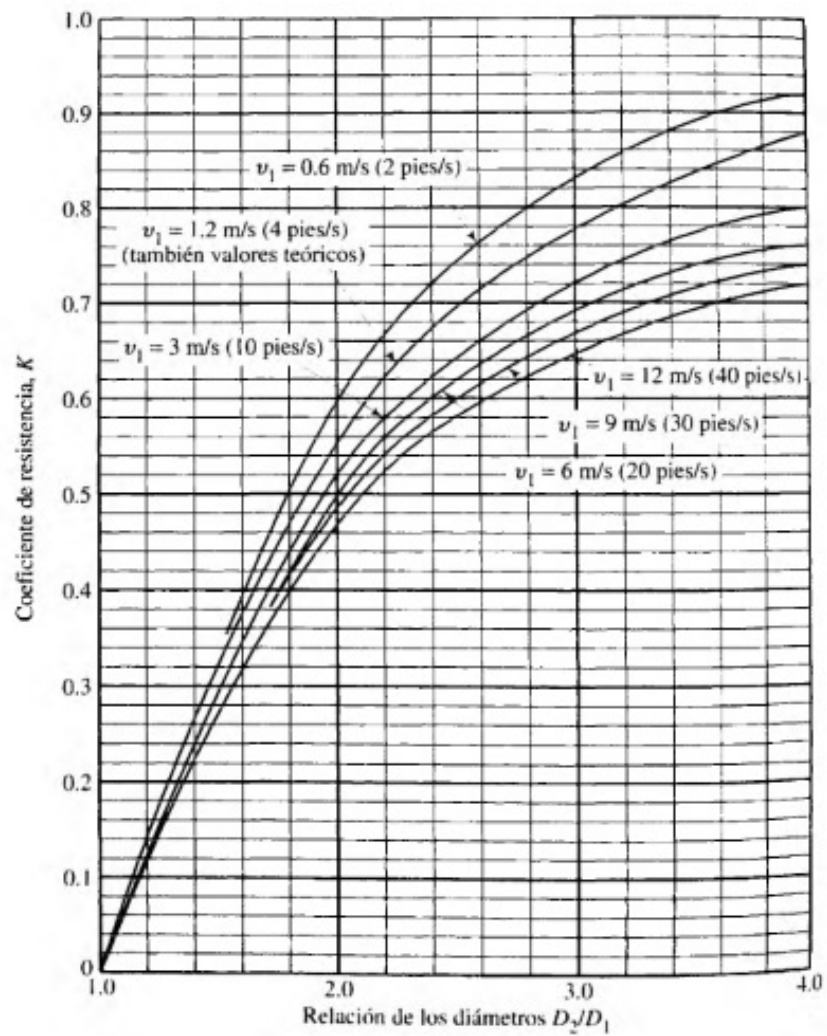
$$h_L = K(v_1^2/2g)$$

V_1 es la velocidad antes de la expansión.

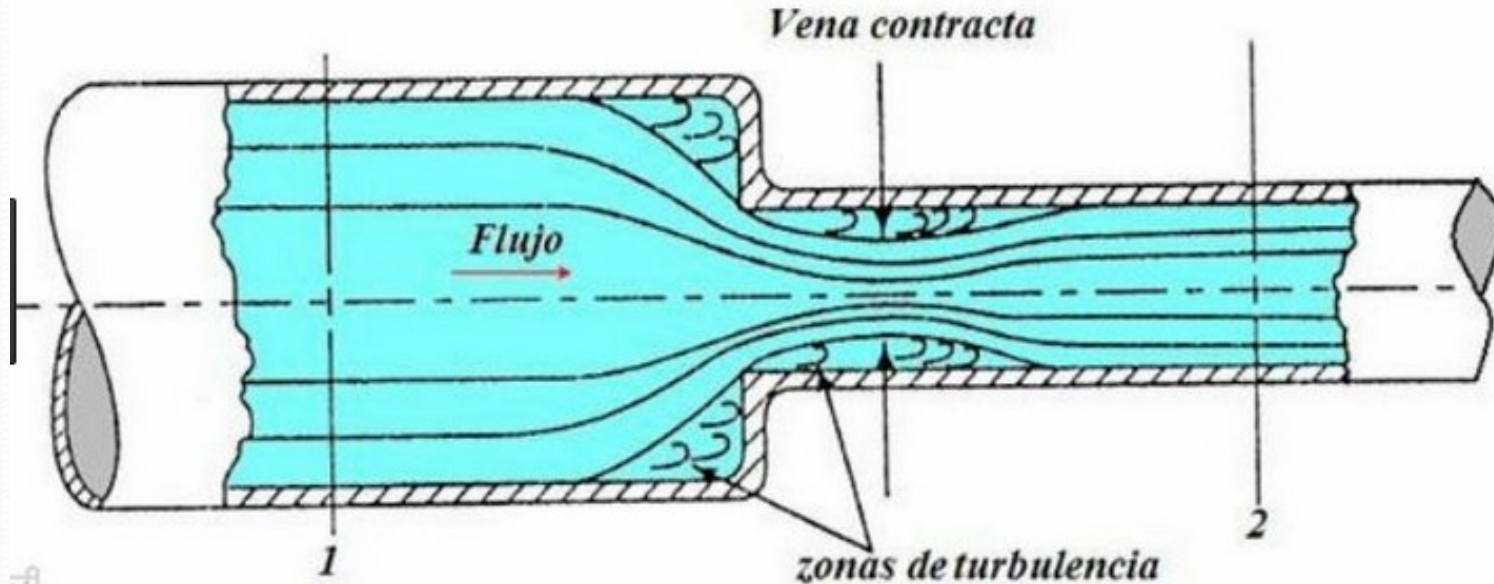
TABLA 10.1 Coeficiente de resistencia-expansión súbita.

D_2/D_1	Velocidad U_1						
	0.6 m/s 2 pies/s	1.2 m/s 4 pies/s	3 m/s 10 pies/s	4.5 m/s 15 pies/s	6 m/s 20 pies/s	9 m/s 30 pies/s	12 m/s 40 pies/s
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.2	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08
1.4	0.26	0.25	0.23	0.22	0.22	0.21	0.20
1.6	0.40	0.38	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32
1.8	0.51	0.48	0.45	0.43	0.42	0.41	0.40
2.0	0.60	0.56	0.52	0.51	0.50	0.48	0.47
2.5	0.74	0.70	0.65	0.63	0.62	0.60	0.58
3.0	0.83	0.78	0.73	0.70	0.69	0.67	0.65
4.0	0.92	0.87	0.80	0.78	0.76	0.74	0.72
5.0	0.96	0.91	0.84	0.82	0.80	0.77	0.75
10.0	1.00	0.96	0.89	0.86	0.84	0.82	0.80
∞	1.00	0.98	0.91	0.88	0.86	0.83	0.81

Fuente: King, H. W. y E. F. Brater, 1963. *Handbook of Hydraulics*, 5a. ed., Nueva York: McGraw-Hill, tabla 6-7.



CONTRACCIÓN SÚBITA



$$h_L = K(v_2^2/2g)$$

donde v_2 es la velocidad en la tubería pequeña aguas abajo de la contracción. El coeficiente de resistencia K depende de la relación de los tamaños de las dos tuberías y de la velocidad de flujo.

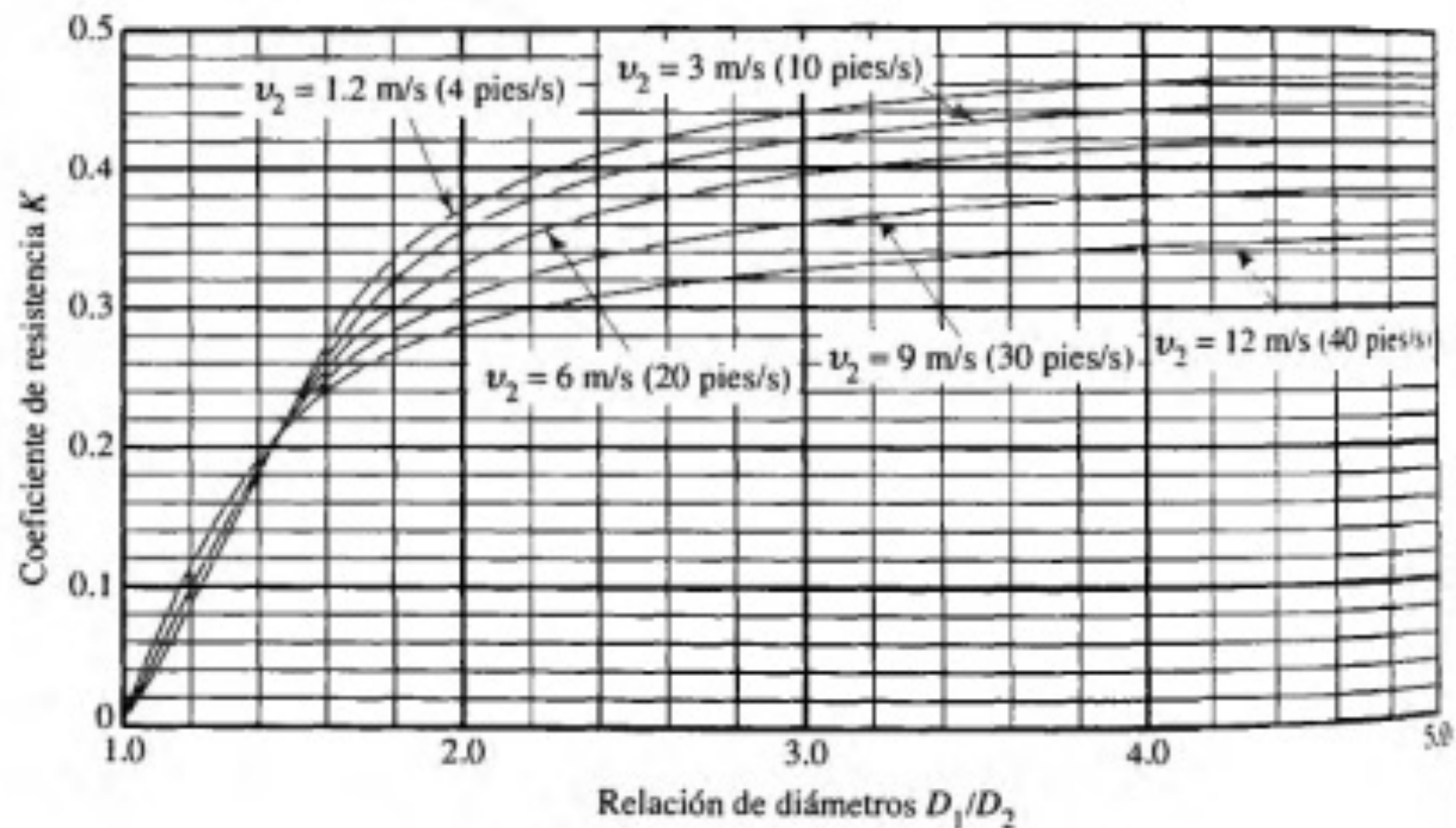


TABLA 10.3 Coeficiente de resistencia-contracción súbita.

D_1/D_2	Velocidad v_2								
	0.6 m/s 2 pies/s	1.2 m/s 4 pies/s	1.8 m/s 6 pies/s	2.4 m/s 8 pies/s	3 m/s 10 pies/s	4.5 m/s 15 pies/s	6 m/s 20 pies/s	9 m/s 30 pies/s	12 m/s 40 pies/s
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.1	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
1.2	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11
1.4	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19	0.20
1.6	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24
1.8	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.31	0.29	0.27
2.0	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29
2.2	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.37	0.35	0.33	0.30
2.5	0.42	0.42	0.41	0.40	0.40	0.38	0.37	0.34	0.31
3.0	0.44	0.44	0.43	0.42	0.42	0.40	0.39	0.36	0.33
4.0	0.47	0.46	0.45	0.45	0.44	0.42	0.41	0.37	0.34
5.0	0.48	0.47	0.47	0.46	0.45	0.44	0.42	0.38	0.35
10.0	0.49	0.48	0.48	0.47	0.46	0.45	0.43	0.40	0.36
∞	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.45	0.44	0.41	0.38

Fuente: King, H. W. y E. F. Brater, 1963. *Handbook of Hydraulics*, 5a. ed., Nueva York: McGraw-Hill, tabla 6-9.