

Controllo dei sistemi energetici











**Alcuni parametri utili per la
risoluzione di problemi di
modellazione di sistemi fluidi**

Ing. Alessandro Pisano
`apisano@unica.it`

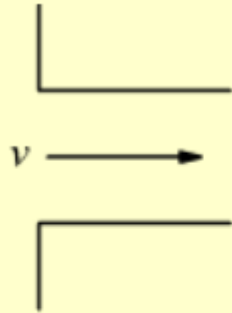
Rugosita assoluta (scabrezza) di alcuni materiali tipici per tubazioni

Materiale	ε [μm] (micrometri)
Tubi trafilati, piombo, vetro, ottone	1,5
PVC	20
Acciaio, ferro	46
Tubi in acciaio saldato	46
Ferro zincato	150
Ghisa	250
Cemento	300÷3000

Perdite concentrate di carico

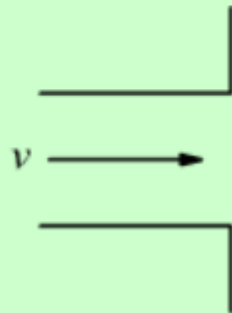
collegamento	ζ_a
 Valvola a globo, tutta aperta	9
 Valvola ad angolo, tutta aperta	4
 Valvola a saracinesca, tutta aperta	0,26
Valvola a saracinesca, aperta a 3/4	0,7
Valvola a saracinesca, aperta a metà	3,2
Valvola a saracinesca, aperta ad 1/4	18
 Valvola di ritegno a cerniera, tutta aperta	2,7
 Valvola in linea a sfera, tutta aperta	3
 Valvola a farfalla, tutta aperta	0,4
 Gomito standard 90°	0,6
 Gomito standard 45°	0,32
Gomito a raggio ampio 90°	0,4
 Gomito filettato 90°	1
 Gomito filettato 45°	0,52
 Giunto T, flusso nella direzione principale	0,4
Giunto T, flusso attraverso la diramazione	1,2

Ingresso a
spigolo vivo



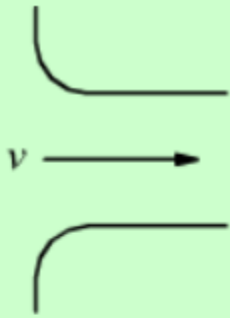
$$\zeta_a = 0,5$$

Uscita a
spigolo vivo



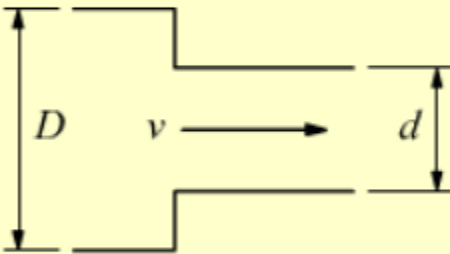
$$\zeta_a = 1$$

Ingresso
arrotondato



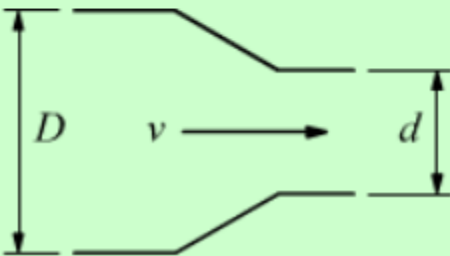
$$\zeta_a = 0,05$$

Riduzione
brusca



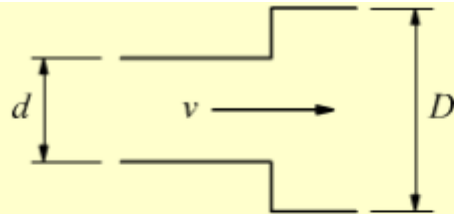
D/d	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
ζ_a	0,28	0,36	0,40	0,42	0,44	0,45

Riduzione
graduale



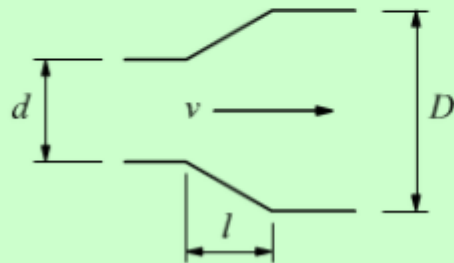
$$\zeta_a = 0,05$$

Allargamento brusco



$$\zeta_a = \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]^2$$

Allargamento graduale



$(D-d)/2l$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
ζ_a	0,14	0,2	0,47	0,76	0,95	1,05

Curva a 90°, brusca	1 - 1.35
Curva a 90°, raccordata	0.3 - 1
Curva a U	1.5
Restringimento di sezione (velocità valutata a monte)	0.5
Allargamento di sezione (velocità valutata a monte)	1
Ingresso in serbatoio	1
Uscita da serbatoio	1
Valvole completamente aperte	0.6-4
Valvole parzialmente aperte	2-20
Raccordo a T, passaggio dritto	1.0
Raccordo a T, diramazione	1.5
Raccordo a T, riunione	3.0

Tabella A-4: Coefficienti di perdita di carico concentrata (valori indicativi). In generale, le perdite per raccordi flangiati sono minori di quelle per raccordi filettati.

Fluido	ρ (kg/m ³)
Acqua	998.2
Acqua marina	1025
Alcool etilico	806
Benzina auto	660-690
Glicerina	1270
Kerosene	800-840
Mercurio	13546
Petrolio greggio	800-920
Tetracloruro di carbonio	1594

Tabella A-1: Densità di alcuni liquidi a 20 °C.

FLUIDO								
Acqua,	T (°C)	4	21	66	93	149	232	288
	ρ (kg/m ³)	1000	997	979	962	917	826	735
	μ (mPa s)	1.55	0.978	0.434	0.305	0.187	0.118	.0095
Olio leggero	T (°C)	16	27	38	66	93	121	149
	ρ (kg/m ³)	913	910	895	870	865	848	830
	μ (mPa s)	86.6	41.4	22.8	7.88	3.72	2.07	1.24
Aria,	T (°C)	0	38	93	204	427	816	1650
(p=1bar)	ρ (kg/m ³)	1.296	1.136	0.96	0.735	0.503	0.323	0.183
	μ (μ Pa s)	17.32	19.1	21.4	26.02	33.4	44.6	57.4

Tabella A-2: Viscosità e densità di alcuni fluidi in funzione della temperatura.

MATERIALE	
acciaio rivettato	900-9000
calcestruzzo	300-3000
ghisa	260
acciaio galvanizzato	150
acciaio commerciale, ferro fucinato	45
tubo trafilato	1.5
plastica, vetro	0 (liscio)

Tabella A-3: Rugosità media dei condotti in μm (valori indicativi).

Diametro nominale (pollici)	Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	
		Standard	Extra Strong
1/2"	21.3	2.77	3.73
3/4"	26.7	2.87	3.91
1"	33.4	3.38	4.55
1 1/4"	42.2	3.56	4.85
1 1/2"	48.3	3.68	5.08
2"	60.3	3.91	5.54
2 1/2"	73	5.16	7.01
3"	88.9	5.49	7.62
3 1/2"	101.6	5.74	8.08
4"	114.3	6.02	8.56
5"	141.3	6.55	9.52
6"	168.3	7.11	10.97
8"	219.1	8.18	12.7
10"	273	9.27	12.7

Tabella A-5: Diametri dei tubi commerciali secondo ANSI B36.10-B36.19

Diagramma di Moody

