

Tabelas para projeto

1. Normas para tubulação de aço:

A seguir, é fornecida a tabela como exemplo de tubos de aço - dimensões normalizadas de acordo com as Normas ANSI B.36.10 (para tubos de aço-carbono e aços de baixa liga), e B.36.19 (para tubos de aços inoxidáveis).

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura. (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm) (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm ²)	Área da seção de metal (cm ²)	Superfície externa (m ² /m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm ⁴)	Momento resistente (cm ³)	Raio de giração (cm)
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água			
1/4 -- 13,7	10S Std, 40, 40S XS, 80, 80S	1,65 2,23 3,02	10,4 9,2 7,7	0,85 0,67 0,46	0,62 0,81 1,01	0,043	0,49 0,62 0,79	0,085 0,067 0,046	0,116 0,138 0,157	0,169 0,202 0,229	0,430 0,413 0,393
1/8 -- 17,1	10S Std, 40, 40S XS, 80, 80S	1,65 2,31 3,20	13,8 12,5 10,7	1,50 1,23 0,91	0,81 1,08 1,40	0,054	0,63 0,84 1,10	0,150 0,123 0,090	0,236 0,304 0,359	0,285 0,354 0,419	0,551 0,531 0,506
1/2 -- 21	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	2,77 3,73 4,75 7,47	15,8 13,8 11,8 6,4	1,96 1,51 1,10 0,32	1,61 2,06 2,47 3,52	0,071	0,42 1,62 1,94 2,55	0,20 0,15 0,11 0,03	0,71 0,84 0,92 1,01	0,67 0,78 0,86 0,95	0,66 0,64 0,61 0,56
3/4 -- 27	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	2,87 3,91 5,54 7,82	20,9 18,8 15,6 11,0	3,44 2,79 1,91 0,95	2,15 2,80 3,68 4,63	0,083	1,68 2,19 2,88 3,63	0,34 0,28 0,19 0,10	1,54 1,86 2,19 2,41	1,16 1,40 1,65 1,81	0,85 0,82 0,77 0,72
1 -- 33	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,37 4,55 6,35 9,09	26,6 24,3 20,7 15,2	5,57 4,64 3,37 1,82	3,19 4,12 5,39 6,94	0,105	2,50 3,23 4,23 5,44	0,56 0,46 0,34 0,18	2,64 4,40 5,21 5,85	2,18 2,63 3,12 3,50	1,07 1,03 0,98 0,92
1 1/4 -- 42	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,56 4,85 6,35 9,70	35 32,5 29,4 22,7	9,65 8,28 6,82 4,07	4,32 5,68 7,14 9,90	0,132	3,38 4,46 5,60 7,76	0,96 0,83 0,68 0,41	8,11 10,06 11,82 14,19	3,85 4,77 5,61 6,74	1,37 1,33 1,29 1,20
1 1/2 -- 48	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,68 5,08 7,14 10,16	40,8 38,1 33,9 27,9	13,1 11,4 9,07 6,13	5,15 6,89 9,22 12,2	0,151	4,04 5,40 7,23 9,53	1,31 1,14 0,91 0,61	12,90 16,27 20,10 23,64	5,34 6,75 8,33 9,80	1,58 1,54 1,48 1,39
2 -- 60	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,91 5,54 8,71 11,07	52,5 49,2 42,9 38,2	21,7 19,0 14,4 11,4	6,93 9,53 14,1 17,1	0,196	5,44 7,47 11,08 13,44	2,17 1,90 1,44 1,14	27,72 36,13 48,41 54,61	9,20 11,98 16,05 18,10	2,00 1,95 1,85 1,79
2 1/2 -- 73	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	5,16 7,01 9,52 14,0	62,7 59,0 54,0 44,9	30,9 27,3 22,9 15,9	11,0 14,5 19,0 26,0	0,235	8,62 11,40 14,89 20,39	3,09 2,73 2,29 1,59	63,68 80,12 97,94 119,5	17,44 21,95 26,83 32,75	2,41 2,35 2,27 2,14
3 -- 89	10S Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,05 5,48 7,62 11,1 15,2	82,8 77,9 73,6 66,7 58,4	53,9 47,7 42,6 34,9 26,8	8,22 14,4 19,5 27,2 35,3	0,282	6,44 11,28 15,25 21,31 27,65	5,39 4,77 4,26 3,49 2,68	75,84 125,70 162,33 209,36 249,32	17,06 28,26 36,48 47,14 56,22	3,04 2,96 2,89 2,78 2,66

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura. (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm) (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm ²)	Área da seção de metal (cm ²)	Superfície externa (m ² /m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm ⁴)	Momento resistente (cm ³)	Raio de giração (cm)
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água			
4	10S	3,05	108,2	91,9	10,6	0,361	8,35	9,19	164,83	28,88	3,93
	Std, 40, 40S	6,02	102,3	82,1	20,4		16,06	8,21	300,93	52,61	3,84
	XS, 80, 80S	8,56	97,2	74,2	28,4		22,29	7,42	399,99	69,99	3,75
	160	13,5	87,3	59,9	42,7		33,49	5,99	552,34	96,70	3,60
	XXS	17,1	80,1	50,3	52,3		40,98	5,03	636,42	111,29	3,49
6	10S	3,40	161,4	204,5	17,6	0,535	13,82	20,45	599,37	71,30	5,83
	Std, 40, 40S	7,11	154,0	186,4	36,0		28,23	18,64	1171,3	139,32	5,70
	XS, 80, 80S	10,97	146,3	168,2	54,2		42,51	16,82	1685,7	200,45	5,58
	120	14,3	139,7	153,4	69,0		54,15	15,34	2064,5	245,52	5,47
	160	18,2	131,8	136,4	86,0		67,41	13,64	2455,8	291,91	5,34
168	XXS	21,9	124,4	121,5	100,9	79,10	12,15	2759,6	328,29	5,23	
8	10S	3,76	211,5	351,6	25,4	0,692	19,93	35,16	1473,4	134,56	7,62
	Std, 40, 40S	8,18	202,7	322,6	54,2		42,48	32,26	3017,7	275,52	7,46
	60	10,3	198,4	309,1	67,6		53,03	30,91	3696,1	337,31	7,39
	XS, 80, 80S	12,7	193,7	294,8	82,3		64,56	29,48	4399,5	401,88	7,31
	120	18,2	182,6	261,9	115,1		90,22	26,19	5852,2	534,31	7,13
219	XXS	22,2	174,6	239,4	137,4	107,8	23,94	6742,9	616,26	7,00	
	160	23,0	173,1	235,5	141,7	111,1	23,55	6905,3	631,02	6,98	
10	5S	3,40	266,2	556,8	29,2	0,858	22,54	55,68	2651,4	194,22	9,53
	10S	4,19	264,7	550,3	35,4		27,83	55,03	3200,8	234,38	9,50
	Std, 40, 40S	9,27	254,5	509,1	76,8		60,23	50,91	6692,9	490,06	9,32
	XS, 60, 80S	12,7	247,6	481,9	103,9		81,45	48,19	8824,1	645,77	9,22
	80	15,1	242,9	463,2	122,1		95,72	46,32	10193	747,38	9,14
273	120	21,4	230,2	416,1	169,3	132,7	41,61	13486	988,32	8,94	
	160	28,6	215,9	365,8	219,4	172,1	36,58	16607	1217,8	8,71	
12	5S	4,19	315,5	782,0	42,1	1,018	29,11	78,20	5377,7	332,23	11,30
	10S	4,57	314,7	778,1	45,9		36,00	77,81	5848,0	361,07	11,28
	20	6,35	311,1	760,7	63,5		57,10	76,07	7987,5	493,34	11,23
	Std, 40S	9,52	304,8	729,6	94,1		73,74	72,96	11675	717,88	11,13
	40	10,3	303,2	722,0	101,5		79,65	72,20	12487	771,97	11,10
324	XS, 80S	12,7	298,4	699,4	124,1	97,34	69,94	15067	929,31	11,00	
	60	14,3	295,3	685,2	138,8	108,8	68,52	16691	1029,3	10,95	
	80	17,4	288,9	655,5	168,0	131,7	65,55	19771	1221,1	10,85	
	120	25,4	273,0	585,8	238,1	186,7	58,58	26722	1650,5	10,59	
14	10	6,35	342,9	923,3	69,7	1,118	54,62	92,33	10630	598,24	12,34
	Std, 30	9,52	336,5	889,7	103,5		81,20	88,97	15525	873,59	12,24
	40	11,1	333,4	872,9	120,1		94,29	87,29	17856	1003,1	12,19
	XS	12,7	330,2	856,2	136,8		107,3	85,62	20145	1132,5	12,14
	60	15,1	325,5	832,3	161,2		126,3	83,23	23392	1316,1	12,04
356	80	19,0	317,5	791,7	201,3	157,9	79,17	28595	1609,5	11,91	
	100	23,8	308,0	745,2	248,4	194,5	74,52	34339	1930,7	11,76	
16	10	6,35	393,7	1217,5	79,8	1,277	62,57	121,7	15983	786,72	14,15
	Std, 30	9,52	387,3	1178,1	118,8		93,12	117,8	23392	1152,2	14,05
	XS, 40	12,7	381,0	1140,1	157,1		123,2	114,0	30468	1499,7	13,92
	60	16,6	373,1	1093,0	203,9		159,9	109,3	38834	1911,1	13,79
	80	21,4	363,6	1038,1	258,7		203,0	103,8	48158	2370,0	13,64
406	100	26,2	354,0	984,6	312,9	245,3	98,46	56815	2796,1	13,46	
18	10	6,35	444,5	1551,7	89,9	1,436	70,52	155,2	22851	999,79	15,95
	Std	9,52	438,1	1507,8	133,9		105,0	150,8	33589	1468,5	15,82
	XS	12,7	431,8	1464,6	177,4		139,0	146,5	43829	1917,6	15,72
	40	14,3	428,6	1443,3	198,7		155,9	144,3	48782	2133,9	15,67
	60	19,0	419,1	1379,4	261,9		205,6	137,9	63059	2758,4	15,49
457	80	23,8	409,6	1317,5	323,9	254,1	131,7	76337	3340,3	15,34	
	100	29,4	398,5	1247,2	394,8	309,4	124,7	90738	3969,7	15,16	
20	10	6,35	495,3	1926,6	100,1	1,597	78,46	192,7	31509	1240,7	17,73
	Std, 20	9,52	488,9	1877,5	149,2		116,9	187,7	46368	1825,8	17,63
	XS, 30	12,7	482,6	1829,1	197,4		154,9	182,9	60645	2388,0	17,53
	40	15,1	477,9	1793,6	233,5		182,9	179,4	70926	2792,9	17,42
	60	20,6	466,7	1711,1	315,5		247,6	171,1	93943	3699,2	17,25
508	80	26,2	455,6	1630,4	396,1	310,8	163,0	115379	4543,3	17,07	
	100	32,5	442,9	1540,7	485,8	381,1	154,1	138188	5441,5	16,84	
24	10	6,35	596,9	2800,2	120,3	1,914	94,35	280,0	54776	1796,3	21,34
	Std, 20	9,52	590,5	2742,1	179,5		140,8	274,2	80873	2482,8	21,21
	XS	12,7	584,2	2677,6	238,1		186,7	267,8	106139	2653,5	21,11
	40	17,4	574,7	2593,7	324,5		254,7	259,4	142351	4674,4	20,96
	60	24,6	560,4	2464,6	451,6		354,3	246,5	193547	6359,3	20,70
610	80	30,9	547,7	2355,0	562,6	440,9	235,5	236002	7752,5	20,50	
	100	38,9	531,8	2219,5	697,5	546,7	221,9	285118	9358,7	20,22	

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura. (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm) (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm ²)	Área da seção de metal (cm ²)	Superfície externa (m ² /m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm ⁴)	Momento resistente (cm ³)	Raio de giração (cm)
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água			
30	10	7,92	746,1	4374,4	187,7	2,393	147,2	437,4	133609	3507,5	26,67
--	20	12,7	736,6	4264,8	298,7		234,4	426,5	209779	3507,0	26,49
762	30	15,9	730,2	4187,3	371,6		291,8	418,7	258895	6801,8	26,39

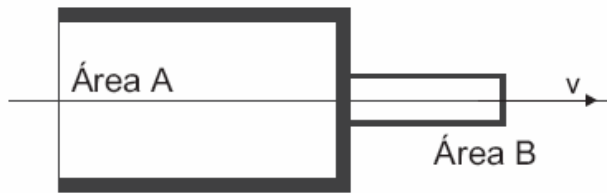
2. Rugosidades das paredes de tubos

MATERIAL	k (m) - TUBOS NOVOS	k (m) - TUBOS VELHOS
Aço galvanizado	0,00015 - 0,00020	0,0046
Aço rebitado	0,0010 - 0,0030	0,0060
Aço revestido	0,0004	0,0005 - 0,0012
Aço soldado	0,00004 - 0,00006	0,0024
Chumbo	lisos	lisos
Cimento amianto	0,000013	-----
Cobre ou latão	lisos	lisos
Concreto bem acabado	0,0003 - 0,0010	-----
Concreto ordinário	0,0010 - 0,0020	-----
Ferro forjado	0,00004 - 0,00006	0,0024
Ferro fundido	0,00025 - 0,00050	0,0030 - 0,0050
Madeira com aduelas	0,0002 - 0,0010	-----
Manilhas cerâmicas	0,0006	0,0030
Vidro	lisos	lisos
Plástico	lisos	lisos

3. Coeficientes de perda de carga singular ou localizada.

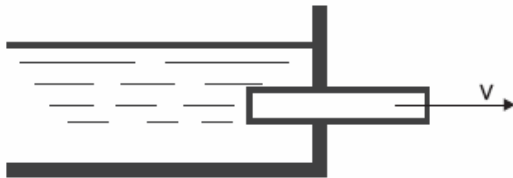
PEÇAS QUE OCASIONAM A PERDA	K
Ampliação gradual	0,30
Bocais	2,75
Comporta aberta	2,50
Controlador de vazão	2,50
Cotovelo de 90°	0,90
Cotovelo de 45°	0,75
Crivo	0,40
Curva de 90°	0,40
Curva de 45°	0,20
Curva de 22,5°	0,10
Entrada normal em canalização	0,50
Entrada de borda	1,00
Pequena derivação	0,03
Junção	0,40
Medidor Venturi	2,50
Redução gradual	0,15
Registro de ângulo aberto	5,00
Registro de gaveta aberto	0,20
Registro de globo aberto	10,0
Tê, passagem direta	0,60
Tê, passagem de lado	1,30
Tê, saída de lado	1,30
Tê, saída bilateral	1,80
Válvula de pé	1,75
Válvula de retenção	2,50
Velocidade	1,00

ESTREITAMENTO BRUSCO



$$H_p = K \cdot \frac{v^2}{2g} \quad K = 4/9 (1 - B/A)$$

ENTRADA DE UMA TUBULAÇÃO



Reentrante ou de borda
k = 1,0



Normal
K = 0,5



Forma de sino
k = 0,05



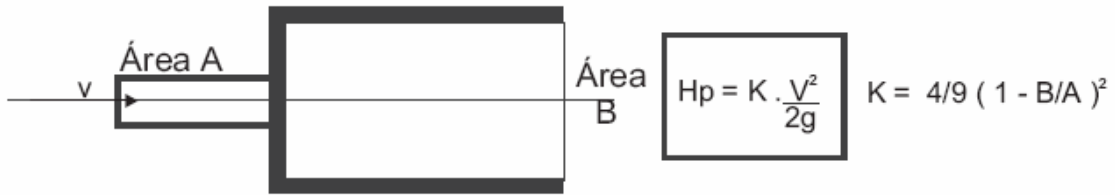
Redução
k = 0,10



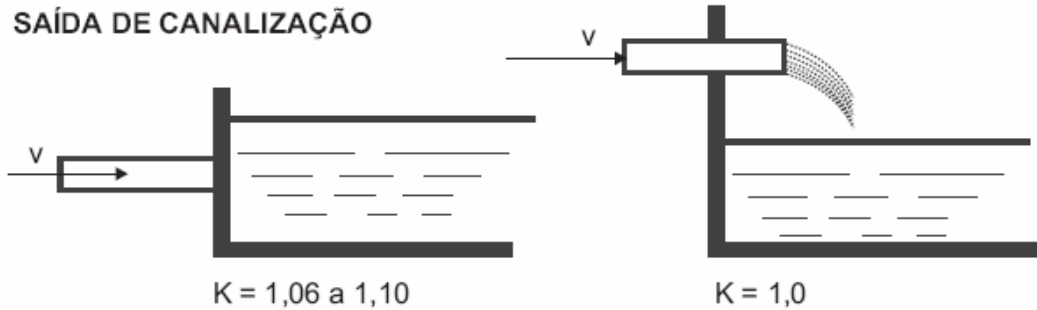
DIAFRAGMA DE PAREDE (PLACA DE ORIFÍCIO)

B/A	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
K	225,9	47,77	17,51	7,801	3,753	1,796	0,791	0,290	0,068

ALARGAMENTO BRUSCO DE SEÇÃO

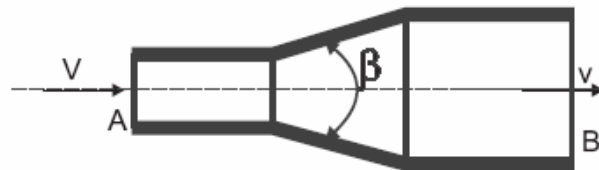


SAÍDA DE CANALIZAÇÃO



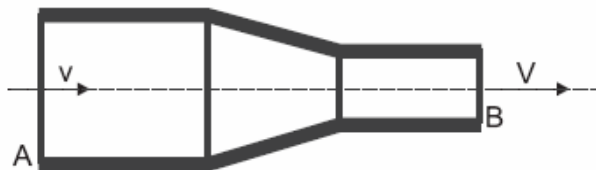
ALARGAMENTO GRADUAL DE SEÇÃO

$$H_p = K \frac{(V - v)^2}{2g}$$



β	5°	10°	20°	40°	60°	70°	80°	120°
K	0,13	0,17	0,42	0,90	1,10	1,20	1,08	1,05

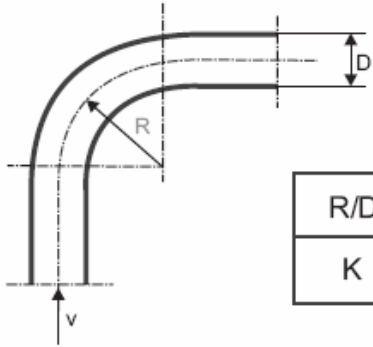
REDUÇÃO GRADUAL



$$H_p = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

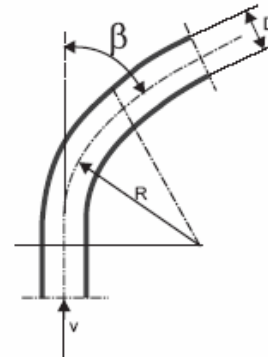
$K = 0,04 \text{ a } 0,15$

CURVAS

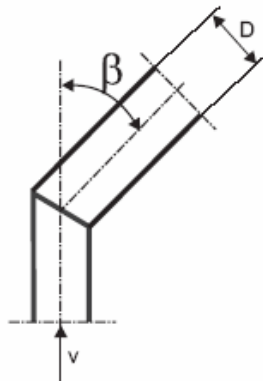


R/D	1	1,5	2	4	6	8
K	0,13	0,17	0,42	0,90	1,10	1,20

$$k = \frac{\beta^0}{90^0} \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right]$$

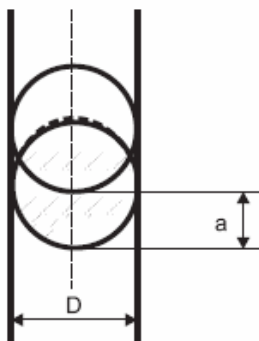


JOELHO OU COTOVELO



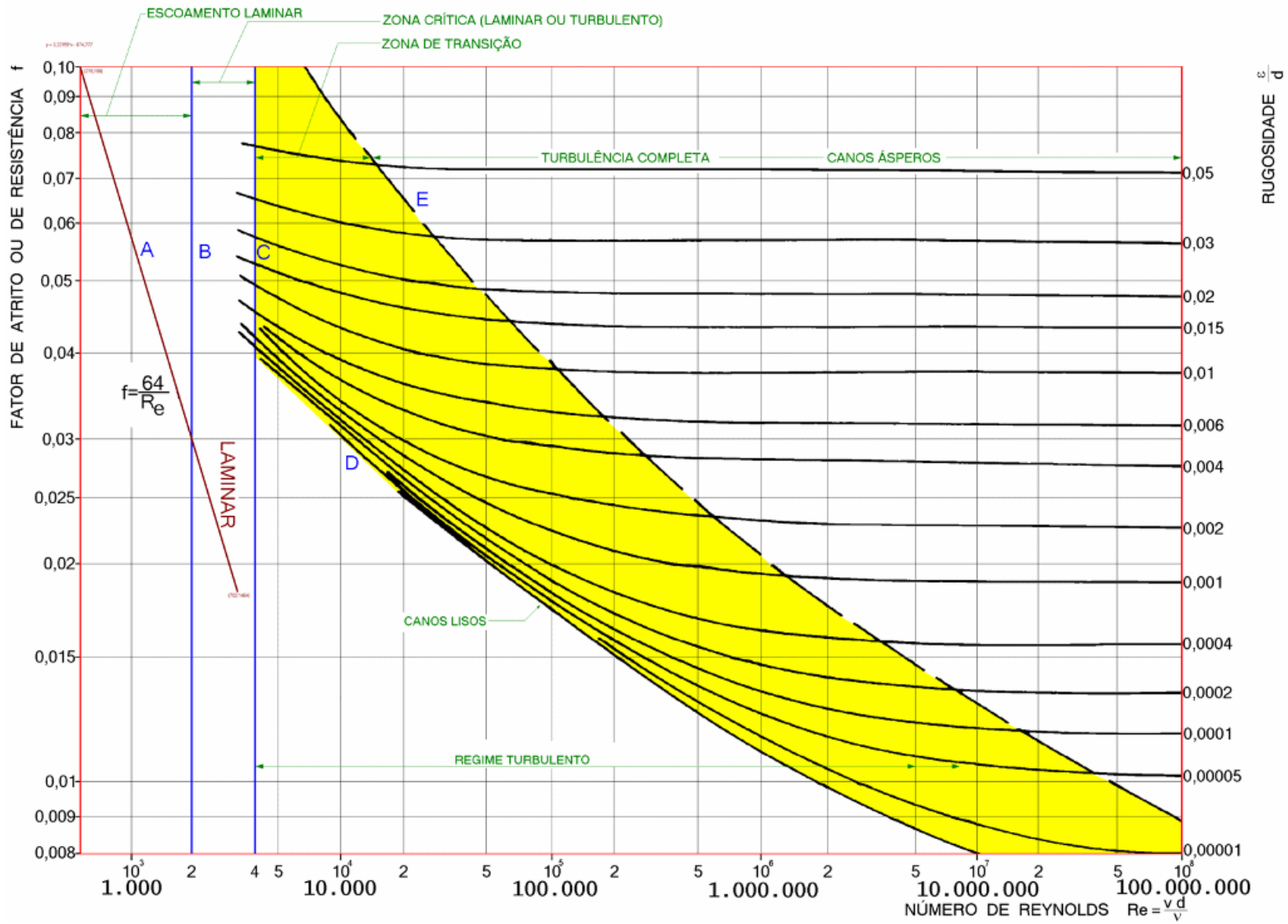
$$k = 0,9457 \operatorname{sen}^2 \frac{\beta}{2} + 2,05 \operatorname{sen}^4 \frac{\beta}{2}$$

REGISTRO DE GAVETA



$\frac{a}{D}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{a}{A}$	0,948	0,856	0,740	0,609	0,466	0,315	0,159
k	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8

a = Área de abertura de passagem
A = área da tubulação



4. Comprimentos equivalentes

Comprimentos equivalentes a perdas localizadas. (Expressos em metros de canalização retilínea)*

DIÂMETRO D	Comprimentos equivalentes a perdas localizadas. (Expressos em metros de canalização retilínea)*																		
	COTOVELO 90° RAIO LONGO	COTOVELO 90° RAIO MÉDIO	COTOVELO 90° RAIO CURTO	COTOVELO 45°	CURVA 90° R/D - 1 1/2	CURVA 90° R/D - 1	CURVA 45°	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	REGISTRO DE GAVETA ABERTO	REGISTRO DE GLOBO ABERTO	REGISTRO DE ÂNGULO ABERTO	TÊ PASSAGEM DIRETA	TÊ SAIDA DE LADO	TÊ SAIDA BILATERAL	VÁLVULA DE PE E CRIVO	SAIDA DA CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO LEVE	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PESADO
mm	pol.																		
13	½	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	¾	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,3	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 ¼	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 ½	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 ½	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,3	1,3	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

* Os valores indicados para registros de globo, aplicam-se também às torneiras, válvulas para chuveiros e válvulas de descarga.

