

Tabla 1. Valores de Diseño de la rugosidad de tubos (Fuente: Mott, Mecánica de Fluidos).

Material	Rugosidad (m)	Rugosidad (ft)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	$3,0 \times 10^{-7}$	$9,8 \times 10^{-7}$
Tubo extruido, cobre, latón y acero	$1,5 \times 10^{-6}$	$4,9 \times 10^{-6}$
Acero comercial o soldado	$4,6 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$
Hierro galvanizado	$1,5 \times 10^{-4}$	$4,9 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil recubierto	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil no recubierto	$2,4 \times 10^{-4}$	$7,9 \times 10^{-4}$
Concreto, bien fabricado	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$
Acero Remachado	$1,8 \times 10^{-4}$	$5,9 \times 10^{-4}$

Tabla 2. Resistencia de Válvulas y acoplamientos expresada como longitud equivalente en diámetros de tubería

Tipo	(L/D) _{eq}
Válvula Globo Abierta por completo	340
Válvula de ángulo Abierta por completo	150
Válvula de compuerta abierta por completo	8
3/4 Abierta	35
1/2 Abierta	160
1/4 Abierta	900
Válvula de Verificación Tipo giratorio	100
Válvula de verificación Tipo Bola	150
Válvula Mariposa Abierta por completo de 2 a 8 pulgadas	45
10 a 14 pulgadas	35
16 a 24 pulgadas	25
Válvula de pie tipo disco de vástago	420
Válvula de pie tipo disco de bisagra	75
Codo estándar de 90°	30
Codo a 90° de radio largo	20
Codo roscado de 90°	50
Codo estándar de 45°	16
Codo roscado de 45°	26
Vuelta Cerrada de Retorno	50
Te estándar con flujo directo	20
Te estándar con flujo en el ramal	60

Tabla 3. Dimensiones estándar de tuberías de Acero Comercial.

Medida Nominal de la Tubería (pulg)		Diámetro Ext (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interior (mm)	Medida Nominal de la Tubería (pulg)		Diámetro Ext (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interior (mm)	
Cedula 10	14	355,6	6,35	342,9	Cedula 80	1 1/2	48,3	5,08	38,1	
	16	406,4	6,35	393,7		2	60,3	5,54	49,2	
	18	457,2	6,35	444,5		2 1/2	73	7,01	59,0	
	20	508,0	6,35	495,3		3	88,9	7,62	73,7	
	24	609,6	6,35	596,9		3 1/2	101,6	8,08	85,4	
Cedula 20	30	762,0	7,92	746,2		4	114,3	8,56	97,2	
	8	219,1	6,35	206,4		5	141,3	9,52	122,3	
	10	273,0	6,35	260,3		6	168,3	10,97	146,4	
	12	323,9	6,35	311,2		8	219,1	12,7	193,7	
	14	355,6	7,92	339,8		10	273,0	15,09	242,8	
	16	406,4	7,92	390,6		12	323,9	17,47	289,0	
	18	457,2	7,92	441,4		14	355,6	19,05	317,5	
	20	508,0	9,52	489,0		16	406,4	21,44	363,5	
Cedula 30	24	609,6	9,52	590,6		18	457,2	23,82	409,6	
	30	762,0	12,70	736,6		20	508,0	26,19	455,6	
	8	219,1	7,040	205,0		24	609,6	30,96	547,7	
	10	273,0	7,800	257,4		Cedula 100	8	219,1	15,09	188,9
	12	323,9	8,380	307,1			10	273,0	18,26	236,5
	14	355,6	9,520	336,6			12	323,9	21,44	281,0
	16	406,4	9,520	387,4			14	355,6	23,82	308,0
	18	457,2	11,130	434,9			16	406,4	26,19	354,0
20	508,0	12,700	482,6	18			457,2	29,36	398,5	
24	609,6	14,270	581,1	20			508,0	32,54	442,9	
30	762,0	15,880	730,2	24			609,6	38,89	531,8	
Cedula 40	1/8	10,3	1,73	6,8	Cedula 120	4	114,3	11,13	92,0	
	1/4	13,7	2,24	9,2		5	141,3	12,7	115,9	
	3/8	17,1	2,31	12,5		6	168,3	14,27	139,8	
	1/2	21,3	2,77	15,8		8	219,1	18,26	182,6	
	3/4	26,7	2,87	21,0		10	273,0	21,44	230,1	
	1	33,4	3,38	26,6		12	323,9	25,4	273,1	
	1 1/4	42,2	3,56	35,1		14	355,6	27,79	300,0	
	1 1/2	48,3	3,68	40,9		16	406,4	30,96	344,5	
	2	60,3	3,91	52,5	18	457,2	34,92	387,4		
	2 1/2	73	5,16	62,7	20	508,0	38,1	431,8		
	3	88,9	5,49	77,9	24	609,6	46,02	517,6		
	3 1/2	101,6	5,74	90,1	Cedula 140	8	219,1	20,62	177,9	
	4	114,3	6,02	102,3		10	273,0	25,4	222,2	
	5	141,3	6,55	128,2		12	323,9	28,58	266,7	
	6	168,3	7,11	154,1		14	355,6	31,75	292,1	
	8	219,1	8,18	202,7		16	406,4	36,52	333,4	
	10	273,0	9,27	254,5		18	457,2	39,69	377,8	
	12	323,9	10,31	303,3		20	508,0	44,45	419,1	
	14	355,6	11,13	333,3		24	609,6	52,39	504,8	
	16	406,4	12,7	381,0	Cedula 160	1/2	21,3	4,78	11,7	
	18	457,2	14,27	428,7		3/4	26,7	5,56	15,6	
	20	508,0	15,09	477,8		1	33,4	6,35	20,7	
	24	609,6	17,48	574,6		1 1/4	42,2	6,35	29,5	
	8	219,1	10,31	198,5		1 1/2	48,3	7,14	34,0	
10	273,0	12,7	247,6	2		60,3	8,74	42,8		
12	323,9	14,27	295,4	2 1/2		73	9,52	54,0		
14	355,6	15,09	325,4	3		88,9	11,13	66,6		
16	406,4	16,64	373,1	4	114,3	13,49	87,3			
18	457,2	19,05	419,1	5	141,3	15,88	109,5			
20	508,0	20,62	466,8	6	168,3	18,26	131,8			
24	609,6	24,61	560,4	8	219,1	23,01	173,1			
Cedula 60	8	219,1	10,31	198,5	10	273,0	28,58	215,8		
	10	273,0	12,7	247,6	12	323,9	33,34	257,2		
	12	323,9	14,27	295,4	14	355,6	35,71	284,2		
	14	355,6	15,09	325,4	16	406,4	40,49	325,4		
	16	406,4	16,64	373,1	18	457,2	45,24	366,7		
	18	457,2	19,05	419,1	20	508,0	50,01	408,0		
	20	508,0	20,62	466,8	24	609,6	59,54	490,5		
Cedula 80	1/8	10,3	2,41	5,5						
	1/4	13,7	3,02	7,7						
	3/8	17,1	3,2	10,7						
	1/2	21,3	3,73	13,8						
	3/4	26,7	3,91	18,9						
	1	33,4	4,55	24,3						
	1 1/4	42,2	4,85	32,5						

$$f = \frac{64}{Re} \quad (Re \leq 2100)$$

$$f = \frac{0,25}{\left(\log\left(\frac{\epsilon/D}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0.9}}\right)\right)^2} \quad \begin{matrix} (5 \times 10^3 \leq Re \leq 10^8) \\ (10^{-6} \leq \epsilon/D \leq 10^{-3}) \end{matrix}$$

Material	Rugosidad (ϵ) (m)
Vidrio	Liso
Plástico	$3,0 \times 10^{-7}$
Tubo extruido, cobre, latón y acero	$1,5 \times 10^{-6}$
Acero comercial o soldado	$4,6 \times 10^{-5}$
Hierro galvanizado	$1,5 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil recubierto	$1,2 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil no recubierto	$2,4 \times 10^{-4}$
Concreto, bien fabricado	$1,2 \times 10^{-4}$
Acero Remachado	$1,8 \times 10^{-3}$

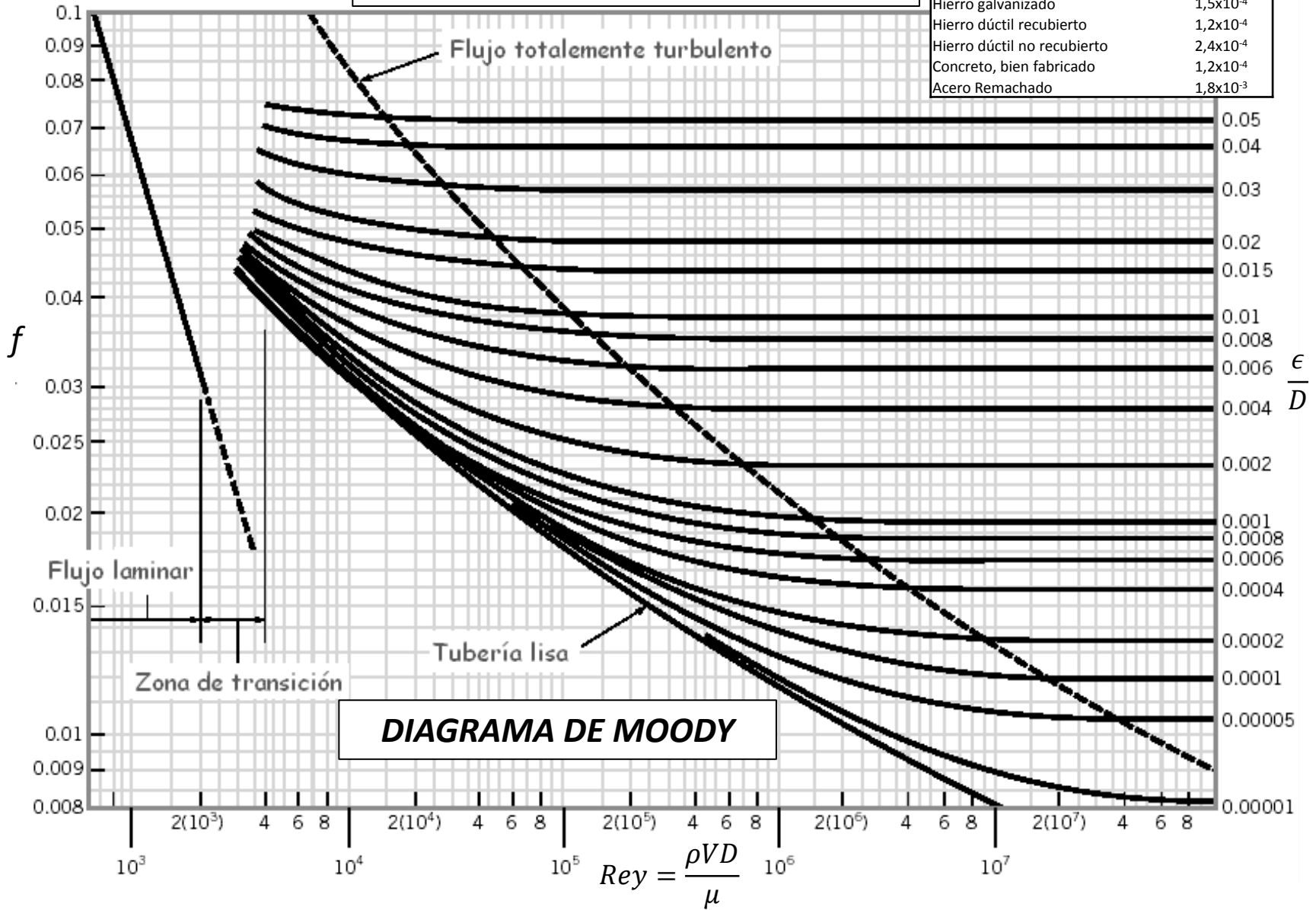


DIAGRAMA DE MOODY