

Tubería PVC C-900

Manual técnico

**Diseñada específicamente para la
conducción de agua a presión**



Contenido

Descripción	3
Características	4
Dimensiones y presiones	6
Portafolio productos	7
Condiciones hidráulicas	8
Condiciones estructurales	15
Manejo y almacenamiento	16
Instalación	17
ANSI/AWWA C900-16	23
Apéndice "B" "Sobrecarga recurrente (Cíclica)" (Análisis de fatiga).	



Descripción

Tubería PVC C-900

La tubería C-900 de WAVIN es fabricada en color azul, en conformidad con la norma ANSI/AWWA C900-VIGENTE.

Material

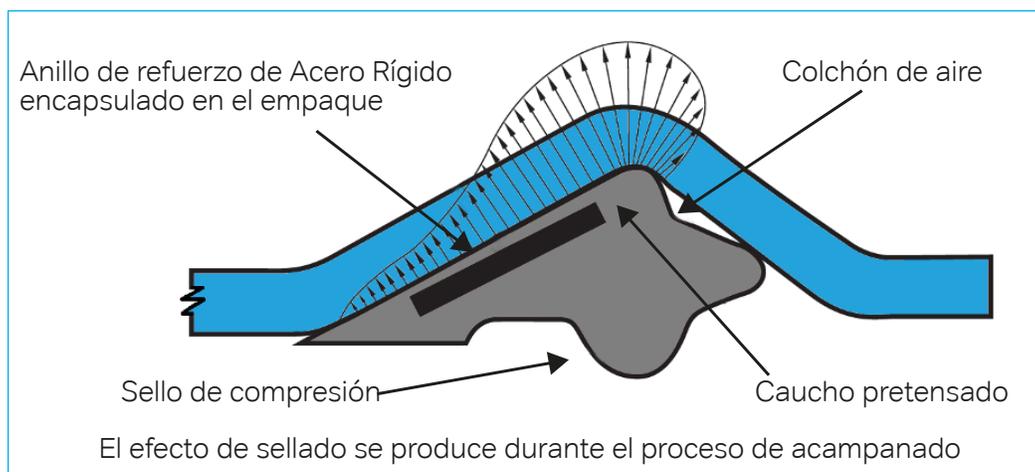
Para su fabricación utilizamos un compuesto de PVC cuya celda de clasificación es 12454 según lo definido en la Norma ASTM D1784 “Especificación para Compuestos de PVC Rígido y de CPVC” (Specification for Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds).



Propiedades	Número de CELDA	VALORES
Material	1	Homopolímero de Poli (Cloruro de Vinilo) PVC
Resistencia al impacto (Izod)	2	34.7 J/m (3.55 Kg-f)
Resistencia a la tensión	4	48.3 MPa (492 kg-f/cm ²)
Módulo de elasticidad en tensión	5	2758 MPa (28,124 kg-f/cm ²)
Temperatura de deflexión bajo carga	4	70°C (158 °F)

Junta

El sistema de unión, espiga – campana, cuenta con un anillo de material elastomérico tipo Rieber, mismo que cumple con la norma ASTM F477 “Especificación para Anillos Elastoméricos para Juntas de Tuberías Plásticas” (Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe) y la junta en su conjunto con la norma ASTM D3139 “Especificación para Juntas de Tuberías Plásticas a Presión Usando Sellos Flexibles Elastoméricos” (Specification for Joints for Plastic Pressure Pipes Using Flexible Elastomeric Seals).



Características

Comportamiento hidráulico

Nuestra tubería C-900 se fabrica en dimensionamiento CIOD (Cast Iron Outside Diameter), debido a ello, cuenta con una mayor área hidráulica en comparación con las tuberías de PVC-U fabricadas con dimensionamientos en sistema inglés y métrico existentes en el mercado, considerando los mismos diámetros nominales. Al tratarse de PVC su coeficiente de rugosidad es el siguiente:

Hazen - Williams	C = 150
Chazy - Manning	n = 0.009
Darcy - Weisbach & Colebrook - White (Absoluta)	ks=1.5X10 ⁻⁶ m = 0.0015 mm

Con la combinación de esos dos factores (área hidráulica y coeficiente de rugosidad) tenemos un excelente desempeño hidráulico.

FLEXIBILIDAD

Su módulo de elasticidad de 28,100 kg/cm², les permite un mejor comportamiento frente a los diferentes esfuerzos que se generan en las tuberías, una vez instaladas y en operación

Sobrepresiones momentáneas (transitorios hidráulicos) "golpe de ariete".

Cargas externas muertas y vivas.

Movimientos diferenciales en el subsuelo.

Dicha flexibilidad, unida a su poco peso, facilita su manejo, instalación y mantenimiento.

RESISTENCIA QUÍMICA

Debido a su gran resistencia a la corrosión e inercia química, se recomiendan para instalaciones en suelos y aguas agresivas y para la conducción de productos industriales.

VIDA ÚTIL

Por lo anteriormente expuesto, se considera que la tubería tiene una vida útil mínima de 50 años.

Importante señalar que esto no representa una garantía del producto, puesto que WAVIN no tiene el control sobre todos los aspectos en el diseño, instalación y puesta en operación del sistema que, pudieran generar factores que afecten el desempeño y la vida útil de la tubería.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

Las tuberías C-900 son inmunes a los tipos de corrosión que normalmente afectan a los sistemas de tuberías enterradas, como la corrosión química o electroquímica.

Puesto que el material no es conductor de la electricidad, no se producen efectos electroquímicos o galvánicos en los sistemas de tuberías, ni éstas son afectadas por los suelos alcalinos, ácidos o corrosivos.

En consecuencia, las tuberías C-900 no requieren de recubrimientos, forros o protección catódica.

ATÓXICA

Las tuberías de PVC C-900 no reaccionan con el agua, ni le aportan ningún elemento tóxico, tampoco alteran el olor, el sabor, el color ni la calidad de la misma, por lo que son apropiadas para su uso en las redes de agua potable.

SU MEJOR INVERSIÓN

Las instalaciones realizadas con tuberías C-900 le permiten optimizar sus presupuestos:

Conducción de mayor caudal que en las tuberías convencionales.

El uso de restrictores de movimiento en las uniones con las conexiones, ahorra en tiempos de instalación y prueba, comparado con el uso de atraques de concreto, con lo cual mejoramos el rendimiento en el proceso de instalación.

Compatibilidad con las válvulas y accesorios metálicos fabricados en dimensionamiento CIOD, evitando la inversión en conexiones de transición dimensional.

Larga vida útil.

Dimensiones y presiones

Tabla dimensional

Diámetro nominal		Diámetro exterior promedio (mm)	Código	DR 14 (305 PSI) (21.44 kg/cm ²)		Peso (kg/tb)
(mm)	(in)			e-min (mm)	Diam int (mm)	
100	4	121.90	1005609	8.71	104.48	27.77
150	6	175.30	1005610	12.52	150.26	57.32
200	8	229.90	1005611	16.41	197.08	98.88
250	10	281.90	1005612	20.14	241.62	148.52
300	12	335.30	1005613	23.95	287.40	210.07

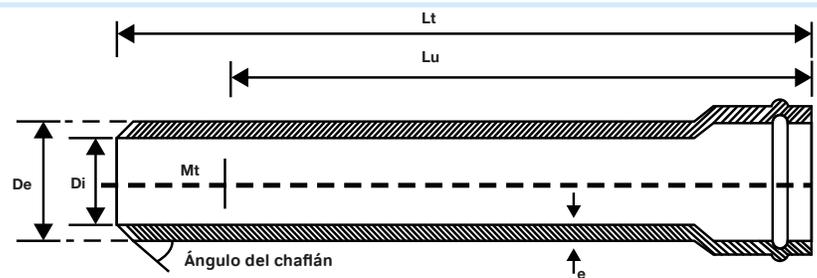
Diámetro nominal		Diámetro exterior promedio (mm)	Código	DR 18 (235 PSI) (16.52 kg/cm ²)		Peso (kg/tb)
(mm)	(in)			e-min (mm)	Diam int (mm)	
100	4	121.90	1005603	6.78	108.34	22.07
150	6	175.30	1005604	9.73	155.84	45.53
200	8	229.90	1005606	12.78	204.34	78.52
250	10	281.90	1005607	15.67	250.56	117.80
300	12	335.30	1005608	18.62	298.06	166.89

Diámetro nominal		Diámetro exterior promedio (mm)	Código	DR 25 (165 PSI) (11.6 kg/cm ²)		Peso (kg/tb)
(mm)	(in)			e-min (mm)	Diam int (mm)	
100	4	121.90	1005568	4.88	112.14	16.25
150	6	175.30	1005569	7.01	161.28	33.50
200	8	229.90	1005570	9.19	211.52	57.61
250	10	281.90	1005601	11.28	259.34	86.47
300	12	335.30	1005602	13.41	308.48	122.52



SIMBOLOGÍA

- Lt** = Longitud total tubería
- Lu** = Longitud útil tubería = 6.10 m (20 ft)
- Lc** = Longitud de campana
- e** = Espesor tubería
- De** = Diámetro exterior
- Di** = Diámetro interior
- Mt** = Marca tope



Factor de ajuste por temperatura.

La tubería de PVC C900 es susceptible a los cambios de temperatura del fluido que transporta, por ende, es necesario considerar los siguientes valores de ajuste cuando la temperatura del fluido es mayor a 23 °C.

temperatura		Factor de ajuste	DR14	DR18	DR25
°F	°C		kg-f/cm ²	kg-f/cm ²	kg-f/cm ²
80	27	0.88	18.5	14.3	10.0
90	32	0.75	15.8	12.2	8.6
100	38	0.62	13.0	10.0	7.1
110	43	0.50	10.5	8.1	5.7
120	49	0.40	8.4	6.5	4.6
130	54	0.30	6.3	4.9	3.4
140	60	0.22	4.6	3.6	2.5

Relación de Dimensiones (Dimension Ratio = DR).

El DR, es un valor adimensional y se define como el cociente de dividir el diámetro externo promedio de la tubería entre su espesor mínimo de pared.

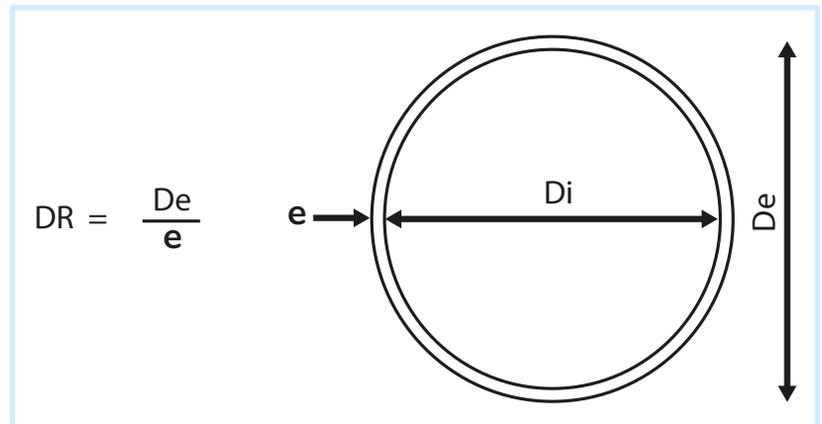
La siguiente figura ejemplifica esta relación.

Simbología

- DR** = Dimension Ratio (Relación de dimensiones)
- De** = Diámetro exterior
- Di** = Diámetro interior
- e** = Espesor de pared

La tubería se ofrece en los siguientes "DR" y Clases de presión (PSI)

DR	Clase	Presión de trabajo	
		Kg-f/cm ²	PSI
14	305	21.0	305.0
18	235	16.2	235.0
25	165	11.4	165.0



Portafolio de productos



Tubería C-900

DR14

Presión de trabajo a 23°C = 21 kg/cm² (305 PSI)

Código	Descripción
1005609	Tubo Hidr C-900 AWWA DR14 4"x 6.1m c/Cam
1005610	Tubo Hidr C-900 AWWA DR14 6"x 6.1m c/Cam
1005611	Tubo Hidr C-900 AWWA DR14 8"x 6.1m c/Cam
1005612	Tubo Hidr C-900 AWWA DR14 10"x6.1m c/Cam
1005613	Tubo Hidr C-900 AWWA DR14 12"x6.1m c/Cam

DR18

Presión de trabajo a 23°C = 16.2 kg/cm² (235 PSI)

Código	Descripción
1005603	Tubo Hidr C-900 AWWA DR18 4"x 6.1m c/Cam
1005604	Tubo Hidr C-900 AWWA DR18 6"x 6.1m c/Cam
1005606	Tubo Hidr C-900 AWWA DR18 8"x 6.1m c/Cam
1005607	Tubo Hidr C-900 AWWA DR18 10"x6.1m c/Cam
1005608	Tubo Hidr C-900 AWWA DR18 12"x6.1m c/Cam

DR25

Presión de trabajo a 23°C = 11.4 kg/cm² (165 PSI)

Código	Descripción
1005568	Tubo Hidr C-900 AWWA DR25 4"x 6.1m c/Cam
1005569	Tubo Hidr C-900 AWWA DR25 6"x 6.1m c/Cam
1005570	Tubo Hidr C-900 AWWA DR25 8"x 6.1m c/Cam
1005601	Tubo Hidr C-900 AWWA DR25 10"x6.1m c/Cam
1005602	Tubo Hidr C-900 AWWA DR25 12"x6.1m c/Cam

Tubería C-900 Agua Tratada

DR14

Presión de trabajo a 23°C = 21 kg/cm² (305 PSI)

Código	Descripción
-	Tubo AT C900 Morado DR14 4"x LU6.1m c/Cam
-	Tubo AT C900 Morado DR14 6"x LU6.1m c/Cam
1008913	Tubo AT C900 Morado DR14 8"x LU6.1m c/Cam
-	Tubo AT C900 Morado DR14 10"x LU6.1m c/Cam
-	Tubo AT C900 Morado DR14 12"x LU6.1m c/Cam

DR18

Presión de trabajo a 23°C = 16.2 kg/cm² (235 PSI)

Código	Descripción
1008880	Tubo AT C900 Morado DR18 4"x LU6.1m c/Cam
1008911	Tubo AT C900 Morado DR18 6"x LU6.1mc/Cam
-	Tubo AT C900 Morado DR18 8"x LU6.1mc/Cam
-	Tubo AT C900 Morado DR18 10"x LU6.1mc/Cam
1008912	Tubo AT C900 Morado DR18 12"x LU6.1mc/Cam

DR25

Presión de trabajo a 23°C = 11.4 kg/cm² (165 PSI)

Código	Descripción
1007071	Tubo AT C900 Morado DR25 4"xLU6.1m c/Cam
1007057	Tubo AT C900 Morado DR25 6"xLU6.1m c/Cam
1007072	Tubo AT C900 Morado DR25 8"xLU6.1m c/Cam
1007073	Tubo AT C900 Morado DR25 10"xLU6.1mc/Cam
1007074	Tubo AT C900 Morado DR25 12"xLU6.1mc/Cam

Conexiones C-900

CIOD – DR 18 (PVC Color Blanco)



Código	Descripción
110041	Cople Rep PVC C900 RD18 4" C/Cam
110042	Cople Rep PVC C900 RD18 6" C/Cam
110043	Cople Rep PVC C900 RD18 8" C/Cam

Código	Descripción
110044	Tee PVC C900 RD18 4" x 4" 3 Cam
110045	Tee PVC C900 RD18 6" x 4" 3 Cam
110046	Tee PVC C900 RD18 6" x 6" 3 Cam
110047	Tee PVC C900 RD18 8" x 4" 3 Cam
110048	Tee PVC C900 RD18 8" x 6" 3 Cam
110049	Tee PVC C900 RD18 8" x 8" 3 Cam

Código	Descripción
110050	Reducción Espiga PVC C900 RD18 6" x 4"
110051	Reducción Cam PVC C900 RD18 6" x 4"
110052	Reducción Cam PVC C900 RD18 8" x 4"
110053	Reducción Cam PVC C900 RD18 8" x 6"

Código	Descripción
110054	Codo PVC C900 RD18 90° x 4" Cam/Cam
110055	Codo PVC C900 RD18 90° x 6" Cam/Cam
110056	Codo PVC C900 RD18 90° x 8" Cam/Cam

Código	Descripción
110057	Codo PVC C900 RD18 45° x 4" Cam/Cam
110058	Codo PVC C900 RD18 45° x 6" Cam/Cam
110059	Codo PVC C900 RD18 45° x 8" Cam/Cam

Código	Descripción
110069	Codo PVC C900 RD18 22.5° x 4" Cam/Cam
110061	Codo PVC C900 RD18 22.5° x 6" Cam/Cam
110062	Codo PVC C900 RD18 22.5° x 8" Cam/Cam

Código	Descripción
110063	Codo PVC C900 RD18 11.25° x 4" Cam/Cam
110064	Codo PVC C900 RD18 11.25° x 6" Cam/Cam
110065	Codo PVC C900 RD18 11.25° x 8" Cam/Cam

Código	Descripción
110066	Tapón Campana PVC C900 RD18 4"
110067	Tapón Campana PVC C900 RD18 6"
110068	Tapón Campana PVC C900 RD18 8"



NOTA: En los tapones nunca utilizar restrictores de movimiento, usar atraques de concreto.

Condiciones hidráulicas

coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad de la tubería de PVC C900 para los métodos de cálculo de pérdidas por fricción más comunes son los siguientes: Valores para cálculo de pérdidas por fricción.

Tablas de pérdida de carga por fricción

Usando la ecuación de Hazen – Williams

Hazen - Williams

Chazy - Manning

Darcy – Weisbach & Colebrook

– White (Absoluta)

C = 150

n = 0.009

ks=1.5X10- 6m = 0.0015 mm

DRI4

Presión de trabajo a 23°C = 21 kg/cm² (305 PSI)

Diam Nom(pulg)	4		6		8		10		12	
Diam Ext (mm)	121.9		175.3		229.9		281.9		335.3	
Espesor Pared (mm)	8.71		12.52		16.41		20.14		23.95	
Diam Int (mm)	104.48		150.26		197.08		241.62		287.4	
CAUDAL l/s	Vel m/s	hf m/m								
1.00	0.12	0.0002								
2.00	0.23	0.0006								
3.00	0.35	0.0012	0.17	0.0002						
4.00	0.47	0.0020	0.23	0.0003						
5.00	0.58	0.0030	0.28	0.0005	0.16	0.0001				
6.00	0.70	0.0043	0.34	0.0007	0.20	0.0002				
7.00	0.82	0.0057	0.39	0.0010	0.23	0.0003				
8.00	0.93	0.0073	0.45	0.0012	0.26	0.0003	0.17	0.0001		
9.00	1.05	0.0090	0.51	0.0015	0.30	0.0004	0.20	0.0002		
10.00	1.17	0.0110	0.56	0.0019	0.33	0.0005	0.22	0.0002		
11.00	1.28	0.0131	0.62	0.0022	0.36	0.0006	0.24	0.0002		
12.00	1.40	0.0154	0.68	0.0026	0.39	0.0007	0.26	0.0003	0.18	0.0001
13.00	1.52	0.0179	0.73	0.0030	0.43	0.0008	0.28	0.0003	0.20	0.0001
14.00	1.63	0.0205	0.79	0.0035	0.46	0.0009	0.31	0.0003	0.22	0.0001
15.00	1.75	0.0233	0.85	0.0040	0.49	0.0011	0.33	0.0004	0.23	0.0002
20.00	2.33	0.0397	1.13	0.0068	0.66	0.0018	0.44	0.0007	0.31	0.0003
25.00	2.92	0.0600	1.41	0.0102	0.82	0.0027	0.55	0.0010	0.39	0.0004
30.00	3.50	0.0841	1.69	0.0143	0.98	0.0038	0.65	0.0014	0.46	0.0006
35.00	4.08	0.1119	1.97	0.0191	1.15	0.0051	0.76	0.0019	0.54	0.0008
40.00	4.67	0.1433	2.26	0.0244	1.31	0.0065	0.87	0.0024	0.62	0.0010
45.00			2.54	0.0304	1.48	0.0081	0.98	0.0030	0.69	0.0013
50.00			2.82	0.0369	1.64	0.0098	1.09	0.0037	0.77	0.0016
55.00			3.10	0.0440	1.80	0.0117	1.20	0.0044	0.85	0.0019
60.00			3.38	0.0517	1.97	0.0138	1.31	0.0051	0.92	0.0022
65.00			3.67	0.0600	2.13	0.0160	1.42	0.0059	1.00	0.0025
70.00			3.95	0.0688	2.29	0.0184	1.53	0.0068	1.08	0.0029
75.00			4.23	0.0782	2.46	0.0209	1.64	0.0077	1.16	0.0033
80.00			4.51	0.0881	2.62	0.0235	1.74	0.0087	1.23	0.0037
85.00			4.79	0.0986	2.79	0.0263	1.85	0.0098	1.31	0.0042
90.00					2.95	0.0293	1.96	0.0108	1.39	0.0047
95.00					3.11	0.0323	2.07	0.0120	1.46	0.0051
100.00					3.28	0.0356	2.18	0.0132	1.54	0.0057
105.00					3.44	0.0389	2.29	0.0144	1.62	0.0062
110.00					3.61	0.0424	2.40	0.0157	1.70	0.0068
115.00					3.77	0.0461	2.51	0.0171	1.77	0.0073
120.00					3.93	0.0498	2.62	0.0185	1.85	0.0079
125.00					4.10	0.0537	2.73	0.0199	1.93	0.0086
130.00					4.26	0.0578	2.84	0.0214	2.00	0.0092

$$H_f = \frac{10.64 Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.871}}$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga (m.c.a/m)

Q = Gasto (m³/s)

C = Coef. de fricción Hazen-Williams = 150

D = Diámetro interior (m)



Building & Infrastructure



Tablas de pérdida de carga por fricción

Usando la ecuación de Hazen – Williams



DRI4

Presión de trabajo a 23°C = 21 kg/cm² (305 PSI)

Diam Nom (pulg)	4		6		8		10		12	
Diam Ext (mm)	121.9		175.3		229.9		281.9		335.3	
Espesor Pared (mm)	8.71		12.52		16.41		20.14		23.95	
Diam Int (mm)	104.48		150.26		197.08		241.62		287.4	
CAUDAL l/s	Vel m/s	hf m/m								
135.00					4.43	0.0620	2.94	0.0230	2.08	0.0099
140.00					4.59	0.0663	3.05	0.0246	2.16	0.0106
145.00					4.75	0.0708	3.16	0.0262	2.24	0.0113
150.00					4.92	0.0753	3.27	0.0279	2.31	0.0120
155.00							3.38	0.0297	2.39	0.0127
160.00							3.49	0.0315	2.47	0.0135
165.00							3.60	0.0333	2.54	0.0143
170.00							3.71	0.0352	2.62	0.0151
175.00							3.82	0.0371	2.70	0.0160
180.00							3.93	0.0391	2.77	0.0168
185.00							4.03	0.0412	2.85	0.0177
190.00							4.14	0.0433	2.93	0.0186
195.00							4.25	0.0454	3.01	0.0195
200.00							4.36	0.0476	3.08	0.0204
205.00							4.47	0.0498	3.16	0.0214
210.00							4.58	0.0521	3.24	0.0224
215.00							4.69	0.0544	3.31	0.0234
220.00							4.80	0.0568	3.39	0.0244
225.00							4.91	0.0592	3.47	0.0254
230.00									3.55	0.0265
235.00									3.62	0.0275
240.00									3.70	0.0286
245.00									3.78	0.0298
250.00									3.85	0.0309
255.00									3.93	0.0320
260.00									4.01	0.0332
265.00									4.08	0.0344
270.00									4.16	0.0356
275.00									4.24	0.0368
280.00									4.32	0.0381
285.00									4.39	0.0394
290.00									4.47	0.0407
295.00									4.55	0.0420
300.00									4.62	0.0433
305.00									4.70	0.0446
310.00									4.78	0.0460
315.00									4.86	0.0474
320.00									4.93	0.0488

Tablas de pérdida de carga por fricción

Usando la ecuación de Hazen - Williams

DR18

Presión de trabajo a 23°C = 16.2 kg/cm² (235 PSI)

Diam Nom(pulg)	4		6		8		10		12	
Diam Ext (mm)	121.9		175.3		229.9		281.9		335.3	
Espesor Pared (mm)	6.78		9.73		12.78		15.67		18.62	
Diam Int (mm)	108.34		155.84		204.34		250.56		298.06	
CAUDAL l/s	Vel m/s	hf m/m								
1.00	0.11	0.0001								
2.00	0.22	0.0005	0.10	0.0001						
3.00	0.33	0.0010	0.16	0.0002						
4.00	0.43	0.0017	0.21	0.0003						
5.00	0.54	0.0026	0.26	0.0004						
6.00	0.65	0.0036	0.31	0.0006	0.15	0.0001				
7.00	0.76	0.0048	0.37	0.0008	0.18	0.0002				
8.00	0.87	0.0061	0.42	0.0010	0.21	0.0002				
9.00	0.98	0.0076	0.47	0.0013	0.24	0.0003				
10.00	1.08	0.0092	0.52	0.0016	0.27	0.0003				
11.00	1.19	0.0110	0.58	0.0019	0.30	0.0004	0.18	0.0001		
12.00	1.30	0.0129	0.63	0.0022	0.34	0.0005	0.20	0.0002		
13.00	1.41	0.0150	0.68	0.0026	0.37	0.0006	0.22	0.0002		
14.00	1.52	0.0172	0.73	0.0029	0.40	0.0007	0.24	0.0002		
15.00	1.63	0.0195	0.79	0.0033	0.43	0.0008	0.26	0.0003	0.19	0.0001
20.00	2.17	0.0333	1.05	0.0057	0.46	0.0009	0.28	0.0003	0.20	0.0001
25.00	2.71	0.0503	1.31	0.0086	0.61	0.0015	0.30	0.0003	0.21	0.0001
30.00	3.25	0.0705	1.57	0.0120	0.76	0.0023	0.41	0.0006	0.29	0.0002
35.00	3.80	0.0938	1.83	0.0160	0.91	0.0032	0.51	0.0008	0.36	0.0004
40.00	4.34	0.1201	2.10	0.0204	1.07	0.0043	0.61	0.0012	0.43	0.0005
45.00	4.88	0.1494	2.36	0.0254	1.22	0.0055	0.71	0.0016	0.50	0.0007
50.00			2.62	0.0309	1.37	0.0068	0.81	0.0020	0.57	0.0009
55.00			2.88	0.0369	1.52	0.0083	0.91	0.0025	0.64	0.0011
60.00			3.15	0.0433	1.68	0.0099	1.01	0.0031	0.72	0.0013
65.00			3.41	0.0502	1.83	0.0116	1.12	0.0036	0.79	0.0016
70.00			3.67	0.0576	1.98	0.0134	1.22	0.0043	0.86	0.0018
75.00			3.93	0.0655	2.13	0.0154	1.32	0.0050	0.93	0.0021
80.00			4.19	0.0738	2.29	0.0175	1.42	0.0057	1.00	0.0024
85.00			4.46	0.0826	2.44	0.0197	1.52	0.0065	1.07	0.0028
90.00			4.72	0.0918	2.59	0.0221	1.62	0.0073	1.15	0.0031
95.00			4.98	0.1015	2.74	0.0245	1.72	0.0082	1.22	0.0035
100.00					2.90	0.0271	1.83	0.0091	1.29	0.0039
105.00					3.05	0.0298	1.93	0.0100	1.36	0.0043
110.00					3.20	0.0326	2.03	0.0110	1.43	0.0047
115.00					3.35	0.0356	2.13	0.0121	1.50	0.0052
120.00					3.51	0.0386	2.23	0.0132	1.58	0.0057
125.00					3.66	0.0418	2.33	0.0143	1.65	0.0061
130.00					3.81	0.0451	2.43	0.0155	1.72	0.0066
135.00					3.96	0.0485	2.54	0.0167	1.79	0.0072
140.00					4.12	0.0520	2.64	0.0179	1.86	0.0077
145.00					4.27	0.0556	2.74	0.0192	1.93	0.0083
					4.42	0.0593	2.84	0.0206	2.01	0.0088
							2.94	0.0220	2.08	0.0094



Building & Infrastructure



Tablas de pérdida de carga por fricción

Usando la ecuación de Hazen - Williams



DR18

Presión de trabajo a 23°C = 16.2 kg/cm² (235 PSI)

Diam Nom(pulg)	4		6		8		10		12	
Diam Ext (mm)	121.9		175.3		229.9		281.9		335.3	
Espesor Pared (mm)	6.78		9.73		12.78		15.67		18.62	
Diam Int (mm)	108.34		155.84		204.34		250.56		298.06	
CAUDAL I/s	Vel m/s	hf m/m								
150.00					4.57	0.0632	3.04	0.0234	2.15	0.0100
155.00					4.73	0.0671	3.14	0.0249	2.22	0.0107
160.00					4.88	0.0712	3.24	0.0264	2.29	0.0113
165.00							3.35	0.0279	2.36	0.0120
170.00							3.45	0.0295	2.44	0.0127
175.00							3.55	0.0311	2.51	0.0134
180.00							3.65	0.0328	2.58	0.0141
185.00							3.75	0.0345	2.65	0.0148
190.00							3.85	0.0362	2.72	0.0156
195.00							3.95	0.0380	2.79	0.0163
200.00							4.06	0.0399	2.87	0.0171
205.00							4.16	0.0417	2.94	0.0179
210.00							4.26	0.0436	3.01	0.0187
215.00							4.36	0.0456	3.08	0.0196
220.00							4.46	0.0475	3.15	0.0204
225.00							4.56	0.0496	3.22	0.0213
230.00							4.66	0.0516	3.30	0.0222
235.00							4.77	0.0537	3.37	0.0231
240.00							4.87	0.0559	3.44	0.0240
245.00							4.97	0.0580	3.51	0.0249
250.00									3.58	0.0259
255.00									3.65	0.0268
260.00									3.73	0.0278
265.00									3.80	0.0288
270.00									3.87	0.0298
275.00									3.94	0.0309
280.00									4.01	0.0319
285.00									4.08	0.0330
290.00									4.16	0.0340
295.00									4.23	0.0351
300.00									4.30	0.0363
305.00									4.37	0.0374
310.00									4.44	0.0385
315.00									4.51	0.0397
320.00									4.59	0.0409
325.00									4.66	0.0420
330.00									4.73	0.0433
335.00									4.80	0.0445
340.00									4.87	0.0457
345.00									4.94	0.0470

Tablas de pérdida de carga por fricción

Usando la ecuación de Hazen – Williams

DR25

Presión de trabajo a 23°C = 11.4 kg/cm² (165 PSI)

Diam Nom(pulg)	4		6		8		10		12	
Diam Ext (mm)	121.9		175.3		229.9		281.9		335.3	
Espesor Pared (mm)	6.78		9.73		12.78		15.67		18.62	
Diam Int (mm)	108.34		155.84		204.34		250.56		298.06	
CAUDAL l/s	Vel m/s	hf m/m								
1.00	0.11	0.0001								
2.00	0.22	0.0005	0.10	0.0001						
3.00	0.33	0.0010	0.16	0.0002						
4.00	0.43	0.0017	0.21	0.0003						
5.00	0.54	0.0026	0.26	0.0004	0.15	0.0001				
6.00	0.65	0.0036	0.31	0.0006	0.18	0.0002				
7.00	0.76	0.0048	0.37	0.0008	0.21	0.0002				
8.00	0.87	0.0061	0.42	0.0010	0.24	0.0003				
9.00	0.98	0.0076	0.47	0.0013	0.27	0.0003				
10.00	1.08	0.0092	0.52	0.0016	0.30	0.0004	0.18	0.0001		
11.00	1.19	0.0110	0.58	0.0019	0.34	0.0005	0.20	0.0002		
12.00	1.30	0.0129	0.63	0.0022	0.37	0.0006	0.22	0.0002		
13.00	1.41	0.0150	0.68	0.0026	0.40	0.0007	0.24	0.0002		
14.00	1.52	0.0172	0.73	0.0029	0.43	0.0008	0.26	0.0003		
15.00	1.63	0.0195	0.79	0.0033	0.46	0.0009	0.28	0.0003	0.19	0.0001
20.00	2.17	0.0333	1.05	0.0057	0.61	0.0015	0.30	0.0003	0.20	0.0001
25.00	2.71	0.0503	1.31	0.0086	0.76	0.0023	0.41	0.0006	0.21	0.0001
30.00	3.25	0.0705	1.57	0.0120	0.91	0.0032	0.51	0.0008	0.29	0.0002
35.00	3.80	0.0938	1.83	0.0160	1.07	0.0043	0.61	0.0012	0.36	0.0004
40.00	4.34	0.1201	2.10	0.0204	1.22	0.0055	0.71	0.0016	0.43	0.0005
45.00	4.88	0.1494	2.36	0.0254	1.37	0.0068	0.81	0.0020	0.50	0.0007
50.00			2.62	0.0309	1.52	0.0083	0.91	0.0025	0.57	0.0009
55.00			2.88	0.0369	1.68	0.0099	1.01	0.0031	0.64	0.0011
60.00			3.15	0.0433	1.83	0.0116	1.12	0.0036	0.72	0.0013
65.00			3.41	0.0502	1.98	0.0134	1.22	0.0043	0.79	0.0016
70.00			3.67	0.0576	2.13	0.0154	1.32	0.0050	0.86	0.0018
75.00			3.93	0.0655	2.29	0.0175	1.42	0.0057	0.93	0.0021
80.00			4.19	0.0738	2.44	0.0197	1.52	0.0065	1.00	0.0024
85.00			4.46	0.0826	2.59	0.0221	1.62	0.0073	1.07	0.0028
90.00			4.72	0.0918	2.74	0.0245	1.72	0.0082	1.15	0.0031
95.00			4.98	0.1015	2.90	0.0271	1.83	0.0091	1.22	0.0035
100.00					3.05	0.0298	1.93	0.0100	1.29	0.0039
105.00					3.20	0.0326	2.03	0.0110	1.36	0.0043
110.00					3.35	0.0356	2.13	0.0121	1.43	0.0047
115.00					3.51	0.0386	2.23	0.0132	1.50	0.0052
120.00					3.66	0.0418	2.33	0.0143	1.58	0.0057
125.00					3.81	0.0451	2.43	0.0155	1.65	0.0061
130.00					3.96	0.0485	2.54	0.0167	1.72	0.0066
135.00					4.12	0.0520	2.64	0.0179	1.79	0.0072
140.00					4.27	0.0556	2.74	0.0192	1.86	0.0077
145.00					4.42	0.0593	2.84	0.0206	1.93	0.0083
							2.94	0.0220	2.01	0.0088
									2.08	0.0094



Building & Infrastructure



Tablas de pérdida de carga por fricción

Usando la ecuación de Hazen – Williams

DR25

Presión de trabajo a 23°C = 11.4 kg/cm² (165 PSI)



Diam Nom(pulg)	4		6		8		10		12	
Diam Ext (mm)	121.9		175.3		229.9		281.9		335.3	
Espesor Pared (mm)	6.78		9.73		12.78		15.67		18.62	
Diam Int (mm)	108.34		155.84		204.34		250.56		298.06	
CAUDAL l/s	Vel m/s	hf m/m								
150.00					4.57	0.0632	3.04	0.0234	2.15	0.0100
155.00					4.73	0.0671	3.14	0.0249	2.22	0.0107
160.00					4.88	0.0712	3.24	0.0264	2.29	0.0113
165.00							3.35	0.0279	2.36	0.0120
170.00							3.45	0.0295	2.44	0.0127
175.00							3.55	0.0311	2.51	0.0134
180.00							3.65	0.0328	2.58	0.0141
185.00							3.75	0.0345	2.65	0.0148
190.00							3.85	0.0362	2.72	0.0156
195.00							3.95	0.0380	2.79	0.0163
200.00							4.06	0.0399	2.87	0.0171
205.00							4.16	0.0417	2.94	0.0179
210.00							4.26	0.0436	3.01	0.0187
215.00							4.36	0.0456	3.08	0.0196
220.00							4.46	0.0475	3.15	0.0204
225.00							4.56	0.0496	3.22	0.0213
230.00							4.66	0.0516	3.30	0.0222
235.00							4.77	0.0537	3.37	0.0231
240.00							4.87	0.0559	3.44	0.0240
245.00							4.97	0.0580	3.51	0.0249
250.00									3.58	0.0259
255.00									3.65	0.0268
260.00									3.73	0.0278
265.00									3.80	0.0288
270.00									3.87	0.0298
275.00									3.94	0.0309
280.00									4.01	0.0319
285.00									4.08	0.0330
290.00									4.16	0.0340
295.00									4.23	0.0351
300.00									4.30	0.0363
305.00									4.37	0.0374
310.00									4.44	0.0385
315.00									4.51	0.0397
320.00									4.59	0.0409
325.00									4.66	0.0420
330.00									4.73	0.0433
335.00									4.80	0.0445
340.00									4.87	0.0457
345.00									4.94	0.0470

Fenómenos transitorios

Golpe de ariete

El golpe de ariete es un fenómeno hidráulico que se presenta en las tuberías cuando se tiene un cierre brusco de válvulas, un paro de equipos de bombeo o cualquier cambio de velocidad en el flujo. Puede definirse como una oscilación de presión superior o inferior a la normal de operación, como efecto de las rápidas fluctuaciones en la velocidad.

Se presenta en todas las líneas de conducción de agua cuando se tiene un paro brusco del fluido contenido en la tubería. La energía cinética que contiene el fluido debido a la velocidad de conducción, se transforma en energía potencial que, a su vez, dará origen a un incremento de la carga piezométrica original, llevándose a cabo un trabajo elástico de deformación en las paredes del conducto y el agua. Entre más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión.

En el diseño de líneas de conducción de agua es muy importante considerar el golpe de ariete con el fin de evitar reventamientos en la tubería que podrían provocar daños a las personas, instalaciones hidráulicas, infraestructura municipal y por lo tanto, pérdidas económicas.



Cálculo del Golpe de Ariete

Para determinar la magnitud del fenómeno, se requiere conocer la velocidad de la onda, el tiempo crítico, la longitud crítica, para ello utilizaremos las siguientes formulas.

Velocidad de la onda

$$a = \frac{1,440}{\sqrt{1 + \frac{Ev}{Et} \frac{D}{e}}}$$

En donde:

a = Velocidad de la onda (m/s)

Ev = Modulo de elasticidad del agua (kg-f/m²)

Et = Modulo de elasticidad del material de la tubería (kg-f/m²)

D = Diámetro interior de la tubería (m)

e = Espesor de la pared de la tubería (m)

1440 = velocidad del sonido en el agua (m/s)

El módulo de elasticidad de la tubería de PVC C900, para fines de cálculo de fenómenos transitorios (Golpe de ariete) se considera de 2.81x10⁴ kg-f/cm² ó 400,000 PSI.

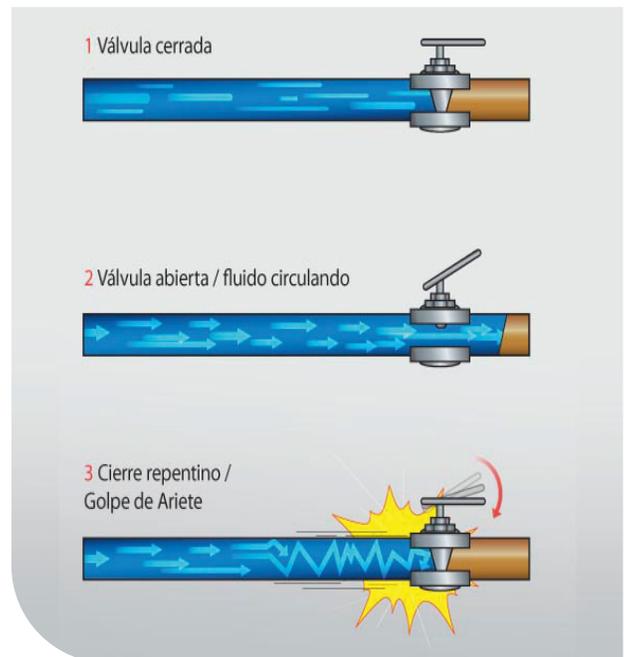
Sobrepresión (Allievi)

$$\Delta h = \frac{aV}{g}$$

Dispositivos de seguridad

En los sistemas hidráulicos debe diseñarse y considerarse un factor de seguridad para soportar las sobrepresiones y subpresiones derivadas del golpe de ariete. Para un diseño óptimo en el sistema deberá considerarse la instalación de uno o varios dispositivos de alivio, tales como:

- Válvulas de no retorno ("check")
- Válvulas de seguridad
- Válvula aliviadora de presión o supresora de oscilaciones
- Válvulas de Admisión Expulsión de Aire



Tiempo crítico y Sobrepresión

$$T = \frac{2L}{a}$$

En donde:

T = Tiempo crítico, donde la sobrepresión llega a su valor máximo (s)

L = Longitud dentro de la tubería, que recorre la onda de presión antes de que se refleje (m)

a = Velocidad de la onda (m/s)

h = Sobrepresión (mca)

V = Velocidad de la conducción (m/s)

g = Aceleración de la gravedad = 9.8 (m/s²)

Sustituyendo la ecuación del tiempo en la de sobrepresión, obtenemos la siguiente expresión.

$$\Delta h = \frac{2LV}{gT}$$

El aire y el vacío dentro de las tuberías

Dos fenómenos que deben ser considerados en el diseño de sistemas de conducción y distribución de agua es el aire atrapado dentro de la tubería y el vacío. Muchos problemas de mal funcionamiento de las líneas se deben a esta causa.

El aire es compresible y si se transporta con el agua en una conducción, este puede actuar como un resorte, comprimiéndose y expandiéndose aleatoriamente. Se ha demostrado que estas compresiones repentinas pueden aumentar la presión en un punto, hasta 10 veces la presión de servicio.

Cuando una línea de conducción es vaciada accidentalmente por una fuga o para realizar algún mantenimiento, se requiere el ingreso de aire a la tubería con el objeto de evitar el vacío y por consecuencia el colapso o aplastamiento del tubo.



Nota: Los parámetros de diseño de un proyecto y obra, son de única responsabilidad del proyectista.

Condiciones estructurales

Rigidez de la tubería

La rigidez es la propiedad inherente a los tubos de oponer resistencia a ser deflexionados. La relación siguiente es recomendada por ASTM-D2412 para el cálculo de la rigidez de la tubería medida a un valor del 5% de deflexión.

Donde:

Ps = Rigidez del tubo (Pipe Stiffness) (kg-f/cm²)

DR = Relación de dimensiones (Dimension Ratio) (adimensional)

E = Módulo de elasticidad del material de la tubería (PVC 28,129.4 kg-f/cm²)

Módulo de reacción del suelo E'

Se define el módulo de reacción del suelo (E') como la respuesta pasiva del suelo a la fuerza de reacción horizontal que la tubería ejerce a sus lados, producto de la deflexión vertical Δy.

$$Ps = 4.47 \frac{E}{(DR-1)^3}$$



Tipo de suelo para encamado

(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS)¹

E' Según el grado de compactación del acostillado, en kgf/cm² y (psi)

	Material lanzado sin compactar	Ligero, Proctor <85%, densidad relativa <40%	Moderado, Proctor 85-95%, densidad relativa 40-70%	Alto, Proctor >95%, densidad relativa >70%
Suelos con partículas finas (LL>50) ² Suelos con mediana a alta plasticidad CH, MH, CH-MH	U S A R E' = 0			
Suelos de grano fino (LL<50) Suelos con mediana a sin plasticidad, CL, ML, ML-CL, con menos del 25% de partículas gruesas	3.5 (50)	14.0 (200)	28.0 (400)	70.0 (1000)
Suelos de grano fino (LL<50) Suelos con mediana a sin plasticidad, CL, ML, ML-CL, con más del 25% de partículas gruesas Suelos de partículas gruesas con finos GM, GC, SM, SC con más del 12% finos	7.0 (100)	28.0 (400)	70.0 (1000)	14.0 (2000)
Suelos con partículas gruesas con pocos o sin finos GW, GP, SW, SP con menos del 12% de finos	14.0 (200)	70.0 (1000)	14.0 (2000)	210 (3000)
Roca triturada	70.0 (1000)	210 (3000)	210 (3000)	210 (3000)
Precisión en términos de porcentaje de deflexión	±2	±2	±1	±0.5

Cálculo de deflexión

La expresión más usada para calcular la deflexión de las tuberías debido a las cargas que soportan, ya sean las que recibe del suelo (cargas muertas), o aquellas que recibe del tráfico vehicular (cargas vivas), es la ecuación modificada de Spangler, comúnmente conocida como "Formula de Iowa Modificada".

Donde:

Y = Deflexión del tubo (cm)

De = Factor de deflexión a largo plazo (adimensional)
(Spangler recomienda un valor de 1.5)

K = Constante de encamado

Wc = Cargas muertas (kg-f/cm²)

Wsc = Cargas vivas (kg-f/cm²)

Ps = Rigidez del tubo (Pipe Stifness) (kg-f/cm²)

E' = Módulo de reacción del suelo (kg-f/cm²)

$$y = \frac{D_e K (W_c + W_{sc})}{0.149 P_s + 0.061 E'}$$

Manejo y almacenamiento

Recepción en obra

A la llegada de las tuberías PVC C-900 a la obra, deben inventariarse e inspeccionarse, de tal forma que se verifique el buen estado de las mismas y que coincida la cantidad con la señalada en la remisión de entrega. Importante anotar es este documento cualquier anomalía detectada y en el caso de material dañado regresarlo en la misma unidad.

Transporte

Es la práctica ideal, usar vehículos de superficie de carga lisa, libre de clavos o tornillos salientes para evitar daños.

Cuando se transportan distintos diámetros en el mismo viaje, los diámetros mayores deben colocarse primero en la parte baja de la plataforma del camión.

Se deben dejar libres las campanas alternando campanas libres y espigas para evitar deformaciones innecesarias que impidan el normal ensamble del sistema.

Se recomienda amarrar los tubos con elementos no metálicos, para que no se produzcan cortaduras.

Preferiblemente se deben usar correas anchas de lona.

No colocar cargas sobre las tuberías, en los vehículos de transporte.

Almacenamiento



⌚ Durante los procesos de carga y descarga de los tubos evite arrojarlos al piso y golpearlos.

⌚ Al transportarlos evite arrastrarlos por el suelo.



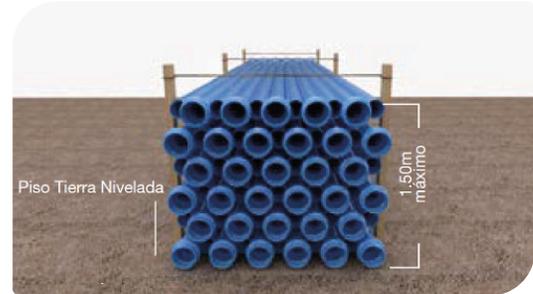
Las tuberías PVC C-900 deben almacenarse horizontalmente en una zona plana, aislada del terreno por apoyos espaciados a 1.5 m de tal forma que se evite el pandeo de los tubos y que no queden en contacto con los extremos.

Acomodarse de tal forma que estén alternadas espigas y campanas, apilarse considerando alcanzar una altura máxima de 1.5 m, colocando abajo la tubería más pesada y revisando que no se cause deformación a los tubos.

Cuando la tubería vaya a permanecer por un largo periodo a la intemperie, se recomienda crear una estructura con techumbre (malla sombra, madera, etc) quedando un espacio libre, mínimo de 50 cm para permitir una adecuada ventilación.



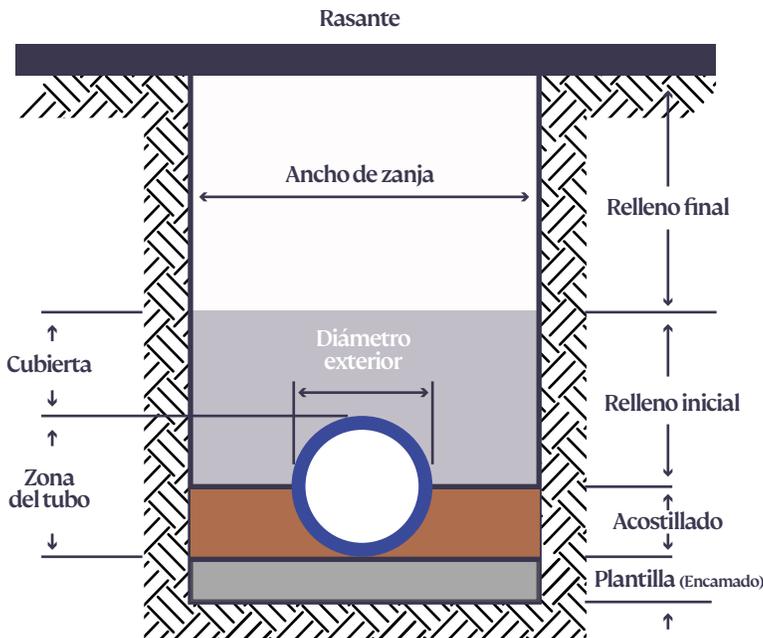
IMPORTANTE: Nunca tape los tubos con lonas o plásticos negro, ya que esta acción genera un efecto invernadero y expone las tuberías a temperaturas mayores a las del ambiente, pudiendo generarles daños de ligero a severos e irreversibles, con lo cual se invalida la garantía del producto.



Instalación

Excavación

Las tuberías para agua potable a presión se instalan a una profundidad mínima de 0.90 m a la corona del tubo, pero a criterio del diseñador y de los organismos operadores, debe definirse esta profundidad.



El ancho de la zanja puede variar de acuerdo con las circunstancias.

Pueden hacerse zanjas tan estrechas como el de De+100 mm, estándares de De+300 mm y máximos recomendados de De+600 mm. (De=Diámetro exterior).



NOTA: Cuando hay agua en el fondo de la zanja debe evacuarse para mantener la zanja seca hasta que la tubería sea instalada y rellena al menos un diámetro sobre la clave de la tubería para evitar flotación.



Ensamble de la Tubería

Preparación:

Limpie cuidadosamente el interior de la campana, así como la espiga, antes de unir

Lubricación:

Lubrique de manera pareja la mitad de la longitud de la espiga. Mueva la espiga de tal forma que apenas penetre en la campana de la unión.

Rendimiento lubricante en tubería C-900

Diámetro nominal		Lata		
		16 oz	32 oz	1 gal
pulg.	mm	Cantidad uniones/lata		
4	100	35	70	270
6	150	20	40	150
8	200	14	28	100
10	250	10	20	70
12	300	7	14	50

Alineación:

Asegúrese que las tuberías están perfectamente alineadas en ambos planos.

Esto es muy importante.

Nunca trate de introducir la espiga en ángulo.

Acoplamiento:

Empuje la espiga hasta la marca tope. Esto debe hacerse con un movimiento rápido siendo de gran ayuda el impulso que se gana entre la boca de entrada y el sello de hule, al hacer palanca en el extremo campana.

Atraques:

Antes de comenzar el relleno, todos los cambios de dirección, reducciones, válvulas, tapones etc, deben inmovilizarse, si no se usan accesorios con juntas restrictoras. Se pueden usar atraques de concreto, pero debe interponerse una membrana flexible entre el concreto y la tubería para protegerla contra un posible desgaste externo.

El tamaño y tipo de los atraques o anclajes para el empuje dependen de:

- Ⓞ Presión máxima de operación o de prueba del sistema.
- Ⓞ Diámetro de la tubería.
- Ⓞ Diámetro de los accesorios.
- Ⓞ Tipo de accesorios o conexiones.
- Ⓞ Perfil de la línea.
- Ⓞ Resistencia del suelo.

El dimensionamiento de los atraques o anclajes tienen varios métodos; la norma NFPA 24 en el numeral 10.6.1 "bloques de empuje" contempla unos requerimientos y recomendaciones del cual se extrae la siguiente información del valor de la fuerza de empuje y las dimensiones de los bloques de anclaje.

Tabla A. Fuerza de empuje en el accesorio a 100 psi (6.9 bar) presión para tubos de PVC

Diámetro nominal		Fuerza total (Libras-Fuerza; Newtons)									
		Tapón		Codo 90°		Codo 45°		Codo 22 ½°		Codo 11 ¼°	
pulg.	mm	lb-f	N	lb-f	N	lb-f	N	lb-f	N	lb-f	N
4	100	1.81	8.05	2.56	11.38	1.39	6.16	706.00	3.14	355.00	1.58
6	150	3.74	16.63	5.29	23.52	2.86	12.73	1.46	6.49	733.00	3.26
8	200	6.43	28.62	9.10	40.47	4.92	21.90	2.51	11.17	1.26	5.61
10	250	9.68	43.05	13.69	60.87	7.41	32.94	3.78	16.80	1.90	8.44
12	300	13.69	60.87	19.35	86.09	10.47	46.59	5.34	23.75	2.68	11.94

Diámetro nominal		Área del bloque	
		del atraque	
pulg.	mm	ft²	m²
4	100	3.80	0.35
6	150	7.90	0.73
8	200	13.60	1.30
10	250	20.50	2.00
12	300	29.00	2.70

Notas:

- (1) Para SI unidades, 1 lb = 0.454 kg, 1 in = 25 mm
- (2) Para determinar la fuerza de empuje a una presión diferente a 100 PSI (6,9 bar), multiplique la fuerza obtenida en la tabla por el cociente a 100 psi (6,9 bar). Por ejemplo, la fuerza en 12" (305 mm) , en un codo de 90° a 125 PSI (8,6 Bar) es 19.353 x 125/100 = 24.191 Lb (10.073 Kg(f)).

Notas:

(1) Aunque los valores de la resistencia al empuje de esta tabla han sido usados satisfactoriamente en el diseño de los bloques de anclaje y son considerados conservadores, su precisión depende totalmente de la identificación y evaluación del suelo. La responsabilidad última para seleccionar la adecuada resistencia del suelo es del ingeniero diseñador.

(2) Los valores de la lista están basados en un codo horizontal de 90° a una presión de 100 PSI (6.9 Bar), una resistencia del suelo de 1,000 lb/ft² (4,880 kg/m²), un factor de seguridad F.S.= 1,5 y los diámetros exteriores de tuberías H.D.

- (a) Para otros codos horizontales, multiplicar por los siguientes coeficientes: para 45°, 0.541; para 22.5°, 0.276; para 11.25°, 0,139
- (b) Para otras presiones, multiplicar por el cociente a 100 PSI (6.9 bar)
- (c) Para otras resistencias de suelo, dividir por el cociente a 1,000 lb/ft² (4.880 kg/m²).
- (d) Para otros factores de seguridad, multiplica por el cociente de F.S.=1,5

Ejemplo

Usando la tabla, encontrar el área horizontal del bloque de anclaje para ø 6" (150 mm), codo de 45° con una presión de 150 PSI (10.3 Bar).

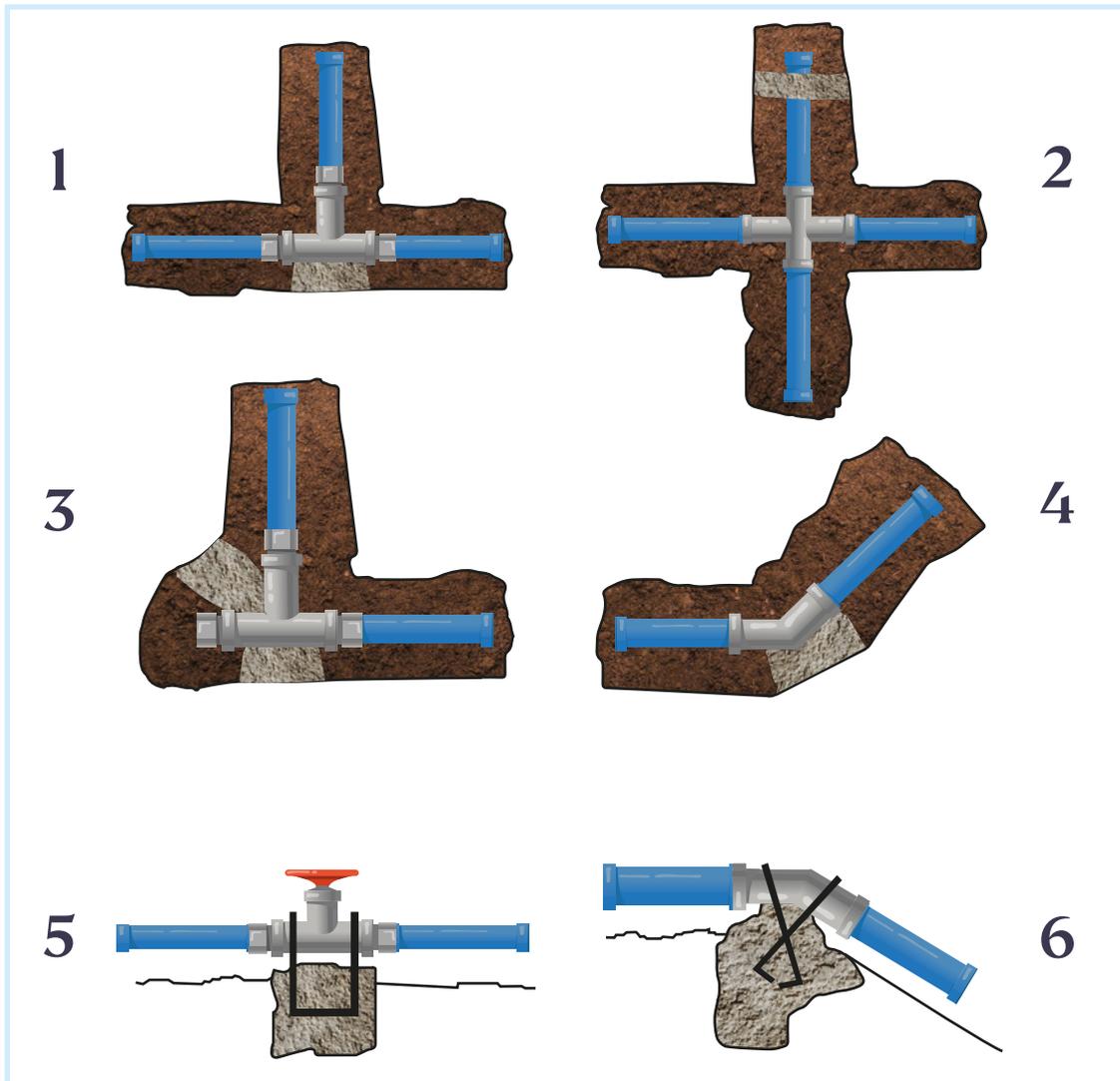
La resistencia del suelo es 3,000 lb/ft² (14,850 kg/m²) y el factor de seguridad es F.S.= 1,5.

De la tabla, el área requerida del bloque de anclaje para codo de 90° con una presión de 100 PSI (6,9 Bar) y la resistencia del suelo es 1,000 lb/ft² (70 Bar) es 7,9 ft² (0,79 m²), entonces:

$$\text{Área} = \frac{7.9 \text{ ft}^2 (0.541) \left[\frac{150}{100} \right]}{\left[\frac{3000}{1000} \right]} = 2.1 \text{ ft}^2$$



Localización de atraques básicos



- 1.- Tee
- 2.- Cruz con reducción
- 3.- Tee usada como codo en cambio de dirección

- 4.- Codo
- 5.- Válvula
- 6.- Codo en cambio de dirección vertical

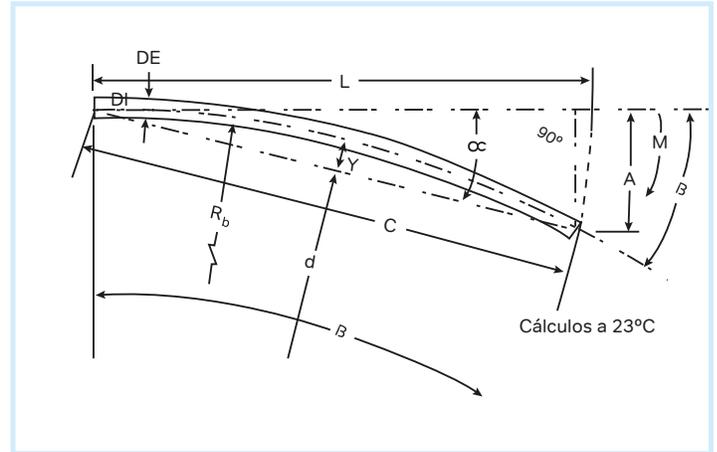
Diseño de curvatura longitudinal

La respuesta de las tuberías C-900 a la curvatura longitudinal es una gran ventaja en instalaciones enterradas. Estas curvaturas pueden generarse para cambiar el alineamiento, para evitar obstrucciones o puede simplemente ocurrir en respuesta a situaciones no planeadas, tales como asentamientos diferenciales de válvulas e hidrantes a los que la tubería está rígidamente conectada, asentamientos disperejos o erosión del encamado de la tubería, movimientos del suelo debido a variaciones a las condiciones de humedad, presencia de nivel freático o movimientos sísmicos, entre otras.

Deflexiones admitidas por la tubería

Diámetro nominal		Diámetro exterior	Longitud a deflectar	α	β	A
pulg.	mm	mm				
4	100	121.90	5.4	5.7	12.69	0.60
6	150	175.30		4.0	8.83	0.42
8	200	229.90		3.0	6.73	0.32
10	250	281.90		2.5	5.49	0.26
12	300	335.30		2.1	4.61	0.22

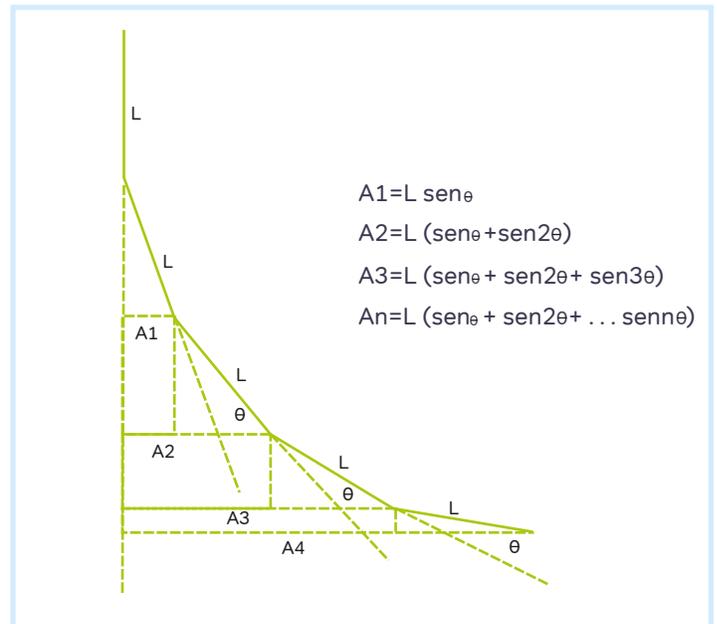
E=400,000 PSI HDB=4,000 PSI FS=2



Deflexión de la tubería en las juntas

Diámetro nominal		Diámetro exterior	Longitud a deflectar	α	β	A
pulg.	mm	mm				
4	100	121.90	5.4	5.7	12.69	0.60
6	150	175.30		4.0	8.83	0.42
8	200	229.90		3.0	6.73	0.32
10	250	281.90		2.5	5.49	0.26
12	300	335.30		2.1	4.61	0.22

Las conexiones con campana admiten una deflexión de 2°



Relleno

El relleno debe comenzarse inmediatamente después de la colocación de la tubería, con el fin de protegerla. Deberá iniciar de preferencia con material fino de la misma zanja en caso de cumplir con lo señalado en el proceso constructivo, en caso contrario se utilizará material de banco. Debe rellenarse con cuidado y compactarse con pisón de mano, perfectamente alrededor de la tubería (acostillado). Dejando descubiertas las campanas para realizar la prueba hidrostática, una vez aprobada, continuar con el relleno. La tubería debe probarse cada 400 m, o de caja a caja de válvulas.

Cuando el relleno alcance el nivel del lomo del tubo, deben hacerse otras dos capas que tengan 15 cm. por encima de la tubería, para alcanzar 30 cm y a partir de ese nivel podemos usar equipo de compactación mecánico siguiendo las especificaciones del proyecto en cuanto a la altura de las capas siguientes, el tipo de material y su grado de compactación.

En ningún momento puede incluirse en el relleno piedras o rocas que puedan asomar en el relleno inicial o llegar a hacer contacto con la Tubería.



Prueba hidrostática

Una vez instalada la línea de conducción es necesario realizar la prueba de presión con el objeto de verificar la hermeticidad del sistema y la resistencia a la presión a la cual trabajará la tubería en las condiciones normales de operación. El propósito de la prueba de presión es localizar posibles defectos en los materiales o en la instalación (mano de obra), por lo tanto, permitir una reparación apropiada.



Nota: Es importante señalar que durante la prueba se deben extremar las precauciones para evitar daños personales y a terceros. Para este punto remitirse a lo señalado en la norma **NOM-001-CONAGUA-VIGENTE.**

La información aquí descrita, no tiene carácter oficial, y solo es mostrada como referencia, la cual puede cambiar de acuerdo con la norma de especificación que le aplique.

ANSI/AWWA C900

Apéndice “B” “Sobrecarga recurrente (Cíclica)” (Análisis de fatiga)

Este apéndice es únicamente de carácter informativo y no forma parte de la norma ANSI/AWWA/C900

Discusión:

El diseño de sobretensiones cíclicas se presenta en términos de los ciclos permisibles para la falla, como la cantidad a la que se aplica un factor de seguridad. El factor de seguridad en los ciclos hasta la falla es 2,0 (correspondiente a un factor de diseño de 0,5).

El diseño de sobretensiones cíclicas es una función de tres variables: tensión media (promedio), amplitud de la tensión y número de ciclos hasta la falla:

1. De la figura B.1, el "esfuerzo medio (promedio)" es el esfuerzo circunferencial causado por la presión de trabajo estática en la tubería. La presión de sobretensión ciclará por encima y por debajo de este valor.
2. También de la figura B.1, "Amplitud de tensión" es el aumento en la tensión tangencial causada por la presión de sobretensión cíclica.
3. "Número de ciclos hasta la falla" es el valor determinado en la figura B.2. Este valor debe ser al menos igual al factor de seguridad multiplicado por el número anticipado de ciclos de sobretensión.

Ejemplo de diseño:

Datos

Tubería: Diámetro = 18 pulg, DR18, PC=235 PSI (PC=Pressure Class=Clase de Presión)

Presión de trabajo (WP) = 160 psi (determinada por el diseñador)

Ciclos anticipados por día 55, factor de seguridad = 2,0

Vida de diseño = 50 años

Aumento de presión recurrente anticipado (PRS) = ± 30 psi (determinada por el diseñador)*

Cambio instantáneo anticipado ocasional en la velocidad del flujo 7 pies/seg (determinada por el diseñador)

La sobrepresión ocasional por cambio de flujo instantáneo de 1 pie/s es de 17.4 PSI. Para tubería DR18

(Referencia: AWWA Manual M23, Tubería de PVC Diseño e instalación)

Temperatura de operación sostenida = 60 °F

Análisis

Paso 1: Consideraciones de temperatura: la temperatura de operación no excede 73 °F,

$F_t=1$ Por lo tanto, no es necesario aplicar reducción del índice de presión PC=235 PSI

Paso 2: Comprobar la presión de trabajo contra la clase de presión

Presión de trabajo: 160 PSI

De la Ecuación 2 en la sección 4.7.1.1, la presión de trabajo no puede exceder la presión permitida de

$PC \times F_t$ Presión permitida = $235 \text{ PSI} (1.0) = 235 \text{ PSI} > 160 \text{ PSI}$

Resultado: DR18 cumple para la presión de trabajo

Paso 3: Consultar capacidad de picos de presión ocasionales, WP + Pos

Aumento de presión ocasional anticipado, Pos = $17.4 \text{ psi} / (1 \text{ pie/seg}) \times 7 \text{ pies/seg} = 122 \text{ psi}$

Previsión de aumento de presión ocasional, WP + Pos = $160 \text{ psi} + 122 \text{ psi} = 282 \text{ psi}$

Capacidad de sobrepresión ocasional permitida, $1.60 \times PC \times F_t = 1.60 \times 235 \text{ psi} \times 1 = 376 \text{ psi}$

Verificación para presión permitida contra anticipada $376 \text{ psi} > 282 \text{ psi}$

Resultado: DR 18 cumple para picos de presión ocasionales

Paso 4: Comprobar la capacidad de sobrepresión recurrente, WP + PRS (Por favor consultar el manual del PVC tubería, diseño y construcción de la Uni-Bell)

Presión máxima de diseño, $P_{max} = (WP + PRS) = 160 \text{ psi} + 30 \text{ psi} = 190 \text{ psi}$

Presión mínima de diseño, $P_{min} = (WP - PRS) = 160 \text{ psi} - 30 \text{ psi} = 130 \text{ psi}$

Tensión circunferencial media (Figura B.1) = $(P_{max} + P_{min}) (DR - 1) / 4 = (190 \text{ psi} + 130 \text{ psi}) (18 - 1) / 4 = 1360 \text{ psi}$

Amplitud de esfuerzo (Figura B.1) = $(P_{max} - P_{min}) (DR - 1) / 4 = (190 \text{ psi} - 130 \text{ psi}) (18 - 1) / 4 = 255 \text{ psi}$

Total número de ciclos = factor de seguridad \times (número de ciclos / día) \times (365 días/año) \times (Vida de diseño en años)

$= 2 \times 54 \times 365 \times 50 = 2 \times 10^6$ ciclos

Número actual de ciclos hasta la falla (Figura B.2) = 2.1×10^7 ciclos

Verifique los ciclos permitidos contra los ciclos anticipados 2.1×10^7 ciclos $> 2 \times 10^6$ ciclos

Resultado: DR 18 cumple para sobrepresión recurrente

Conclusión: La tubería DR 18 es adecuada para las condiciones de diseño.



Building &
Infrastructure



Figura B1.
Gráfica de términos de estrés.

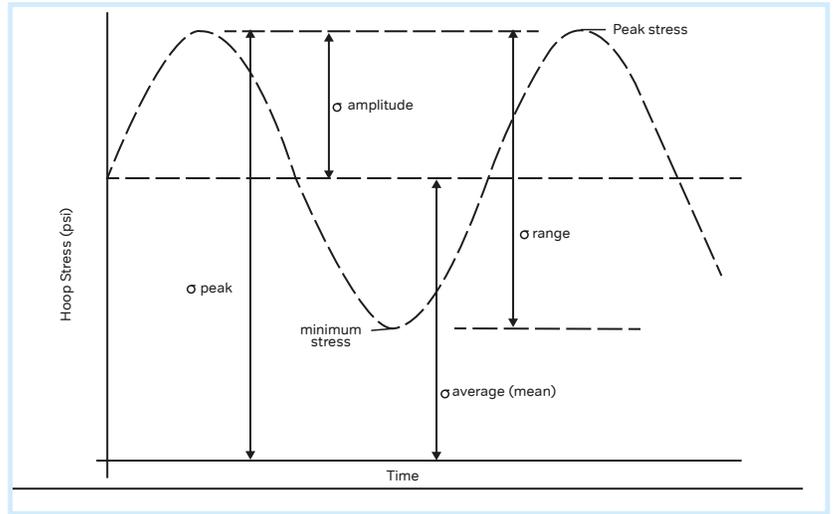
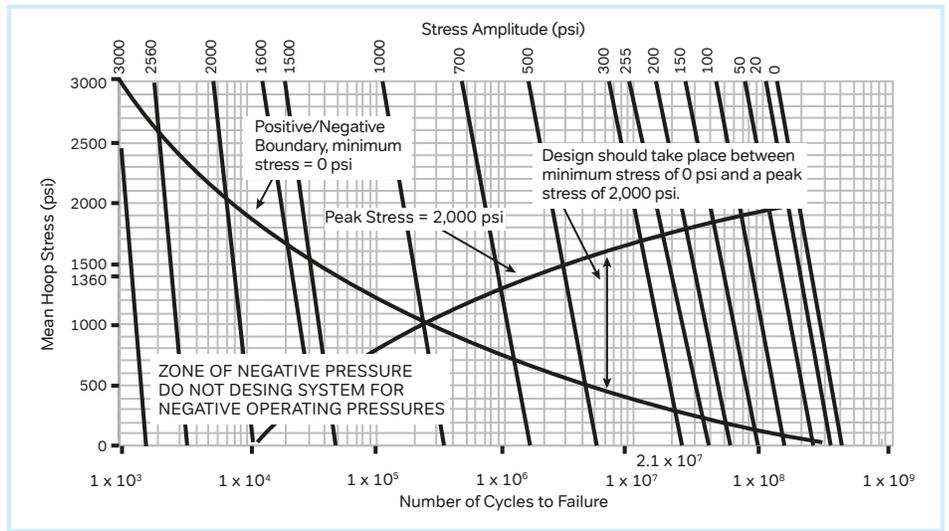


Figura B2.
Curvas de diseño cíclico.



***Fuente:** Moser, A.P., y G. Kellogg, Evaluación del Cloruro de Polyvinilo (PVC) Desempeño del tubo, Denver, Colorado. AWWA RF y AWWA, 1994

*El diseño de sobretensiones cíclicas rara vez (si es que alguna vez lo es), es el factor de control en el diseño de sistemas de distribución de agua en bucle. Las sobretensiones recurrentes dentro de un sistema en bucle son generalmente de una magnitud demasiado pequeña para gobernar el diseño general de la tubería. En los sistemas de transmisión donde el agua o las aguas residuales se bombean de un punto a otro (de una fuente a un depósito, por ejemplo), una evaluación de diseño cíclico se basa en los resultados de un análisis transitorio del sistema realizado por un ingeniero profesional experimentado.

El ejemplo simplificado en este apéndice tiene fines ilustrativos y utiliza un aumento de presión cíclico de ± 30 psi, un valor conservador basado en una investigación realizada por la Fundación de Investigación AWWA en la que el 80 por ciento de los que respondieron informaron sobre presiones de aumento recurrentes por debajo de 20 psi. Se advierte a los diseñadores que no utilicen velocidades arbitrariamente altas para calcular las presiones cíclicas (velocidades máximas del sistema, por ejemplo), ya que esto resultará en un diseño excesivo del sistema que en realidad podría exacerbar los problemas de sobretensiones en el sistema, lo que posiblemente dañará el sistema de tuberías. Siempre que sea posible, debe evitarse la separación de la columna de agua.

Veamos nuestra amplia gama de productos en
www.wavin.mx



**Building &
Infrastructure**



Amanco Wavin es parte de Orbia, una comunidad de compañías trabajando juntas para enfrentar algunos de los retos más complejos del mundo. Nos une un objetivo en común: Impulsar la vida alrededor del mundo.

Amanco Wavin, el negocio de construcción e infraestructura de Orbia, es un proveedor de soluciones innovadoras para la industria global de construcción e infraestructura. Con el respaldo de más de 60 años de experiencia en el desarrollo de productos, Amanco Wavin está mejorando la vida en todo el mundo mediante la construcción de entornos saludables y sostenibles para los ciudadanos globales. Ya sea para mejorar la distribución de agua potable, hacer que el saneamiento sea accesible para todos, crear ciudades resilientes al clima o diseñar espacios habitables cómodos, Amanco Wavin colabora con líderes municipales, ingenieros, contratistas e instaladores para ayudar a comunidades y edificios preparados para el futuro. y hogares. Amanco Wavin tiene más de 12.000 empleados en aproximadamente 65 sitios de producción en todo el mundo y presta servicios en más de 80 países a través de una red global de ventas y distribución.

Amanco Wavin México | www.wavin.mx | Teléfono 55 5899 4600

© 2024 Amanco Wavin se reserva el derecho de hacer alteraciones sin previo aviso. Debido a cambios en el desarrollo de los productos las especificaciones técnicas pueden cambiar. La instalación debe cumplir con las instrucciones de instalación.