



**TUBOSA**

**SISTEMAS**  
PRESIÓN LISA

**TUBOSA**

**TUBOSA**

► TABLA DE CONTENIDO

• <b>Términos a considerar</b> .....	5
• <b>Especificaciones técnicas tubería presión NTC 382</b> .....	6
• <b>Accesorios altas presiones</b> .....	7
• <b>Comportamiento del producto frente a condiciones extremas</b> .....	11
• <b>Usos recomendados</b> .....	11
• <b>Aspectos a considerar para el diseño de sistemas de acueducto en PVC</b> .....	12
• <b>Manejo de la tubería</b> .....	20
• <b>Instalación</b> .....	23
• <b>Puesta en servicio</b> .....	24
• <b>Mantenimiento</b> .....	25
• <b>Rotulado</b> .....	25
• <b>Cumplimiento de normatividad vigente</b> .....	26

# MANUAL TÉCNICO

## TUBERÍA PRESIÓN LISA

### ► ¿Qué es el PVC?

El poli cloruro de vinilo (PVC)  $(C_2H_3Cl)_n$  es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo. Es el derivado del plástico más versátil. Se puede producir mediante cuatro procesos diferentes: suspensión, emulsión, masa y solución.

Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80 °C y se descompone sobre 140 °C. Es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroetano. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama (Autoextinguible) la flexibilidad de las cadenas poliméricas, esta dificultad en la conformación estructural hace necesario la incorporación de aditivos para ser obtenido un producto final deseado.

### ► Características del producto

El Poli cloruro de vinilo es la materia prima esencial necesaria para la elaboración de Tubo de PVC. Las características más importantes que tiene este material son:

- Buen aislante eléctrico, auto extingible no propaga la llama.
- Resistente los químicos y a los agentes atmosféricos.
- Resistente la corrosión, abrasión y a la flexión.
- Es atóxico en los seres humanos.
- Los productos PVC TUBOSA son altamente elásticos, rígidos y durables con una alta resistencia a la tensión y al impacto.
- Fabricados bajo la norma técnica Colombiana NTC 382.
- Libres de corrosión interna, no generan subproductos que contaminen el fluido que transporta complicando los procesos posteriores o provocando malos olores.

- Inmune a la acción electrolítica y galvanoplástica, lo que facilita su uso, pueden ser usados bajo tierra, bajo agua, en la presencia de metales y pueden ser conectados a metales.

- Presentan baja pérdida por fricción su pared interior lisa asegura esta característica con un alto índice de flujo.

- Adicionalmente, nuestras tuberías de PVC no producen partículas, no se pican, no se escaman, alto índice de fluidez.

- Vida útil de la tubería 50 años.

### Material

- TUBOSA SAS fabrica los tubo sistemas a presión con material de PVC 12454, de conformidad con la norma ASTM D1784.

### Vida útil

- La vida útil estimada es de 50 años.  
Esta información no es garantía de producto dado que TUBOSA SAS no ejerce control sobre todos los aspectos que se presentan en la instalación y que afectan directamente el desempeño y la vida útil del producto.

### Aseguramiento de conformidad

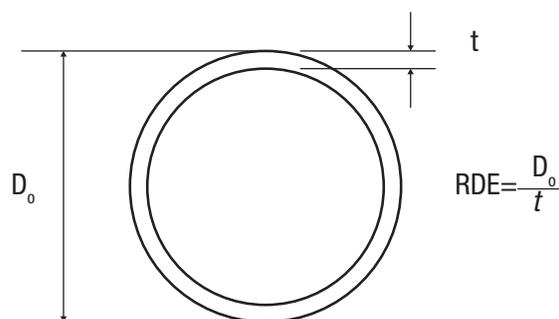
- Las tuberías y accesorios elaborados por TUBOSA cumplen con los siguientes estándares: NTC 382, "Tubos de Poli (Cloruro de vinilo) (PVC) Clasificados según las presión (Serie RDE)" NTC 1339, Accesorios de PVC Schedule 40 para Tubería presión. RESOLUCIÓN 0501, "Tubos de acueducto, alcantari-llado, uso sanitario y aguas lluvias y sus accesorios para acueducto y uso sanitario"

Sustancias controladas por ser nocivas para la salud		
Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Símbolo	Valor máximo aceptable (ppm)
Antimonio	Sb	0,020
Arsénico	As	0,010
Bario	Ba	0,700
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN-	0,050
Cobre	Cu	1,000
Cromo total	Cr	0,050

Sustancias controladas por ser nocivas para la salud		
Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Símbolo	Valor máximo aceptable (ppm)
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,020
Plomo	Pb	0,010
Selenio	Se	0,010
Trihalometanos totales	THMs	0,200
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAP	0,010

## ► TÉRMINOS A CONSIDERAR

Las tuberías clasificadas por su RDE (Relación Dimensional Estándar) entre su diámetro exterior promedio (D<sub>o</sub>) y su espesor de pared mínima (t), se incluyen en la especificación ASTM D 2241 en donde se expone la fabricación de grupos de tuberías que tienen la misma presión de trabajo (P) para distintos diámetros, es decir el mismo RDE.



Teniendo en cuenta lo anterior se tiene que:

$$P = \frac{2S}{RDE - 1}$$

Donde:

P: Presión de trabajo (psi)

RDE: Relación diámetro exterior - espesor de pared.

S: esfuerzo hidrostático de diseño. En nuestro país la fabricación tiene a S con un valor constante de (2000 psi).

A continuación se presentan algunos valores de RDE que se utilizan en nuestro país:

RDE	Presión de trabajo	
	PSI	Kg/cm <sup>2</sup>
75	54	3.7
64	63	4.4
51	80	5.6
41	100	7.0
32.5	125	8.8
26	160	11.2
21	200	14
17	250	17.6
13.5	315	22.1
11	400	28.1
9	500	35.1

En el caso de los accesorios bajo la norma NTC 1339, estos son designados como SCH 40 lo que indica que se especifican según su “cédula” o calibre y a

diferencia de la designación RDE, los accesorios tiene una presión de trabajo para cada diámetro.

Diámetro nominal SCH 40 (pulg)	Presión de trabajo	
	PSI	Kg/cm <sup>2</sup>
1/2	600	41.4
3/4	480	33.1
1	450	31
1 1/4	370	25.5
1 1/2	330	22.8

Diámetro nominal SCH 40 (pulg)	Presión de trabajo	
	PSI	Kg/cm <sup>2</sup>
2	280	19.6
2 1/2	300	20.7
3	260	17.9
4	220	15.2
6	180	12.4

## ► ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TUBERÍA PRESIÓN NTC 382

Tubería Presión Lisa															
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Espesor de Pared min.											
				RDE 9 500 PSI		RDE 11 400 PSI		RDE 13,5 315 PSI		RDE 21 200 PSI		RDE 26 160 PSI		RDE 32,5 125 PSI	
Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.
21	1/2	21,34	0,84	2,36	0,1	1,93	0,076	1,57	0,062	-	-	-	-	-	-
26	3/4	26,67	1,05	-	-	2,41	0,095	-	-	1,52	0,06	-	-	-	-
33	1	33,4	1,31	-	-	-	-	2,46	0,097	1,6	0,0063	1,3	0,06	-	-
42	1 1/4	42,16	1,66	-	-	-	-	-	-	2,01	0,079	1,6	0,06	-	-
48	1 1/2	48,26	1,9	-	-	-	-	-	-	2,29	0,09	1,9	0,07	-	-
60	2	60,32	2,37	6,7	0,3	5,48	0,215	4,47	0,176	2,87	0,113	2,3	0,09	1,85	0,07

Tubería Presión Lisa Altas Presiones									
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Espesor de pared mínimo					
				RDE 9 - 500 PSI		RDE 11 - 400 PSI		RDE 13,5 - 350 PSI	
Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.
60	2	60,32	2,375	6,7	0,3	5,48	0,216	4,47	0,176
88	3	88,9	3,5	9,88	0,4	8,08	0,318	6,58	0,259
114	4	114,3	4,5	12,7	0,5	10,4	0,409	8,46	0,333
168	6	168,3	6,625	18,7	0,7	15,3	0,602	12,47	0,491
219	8	219,1	8,625	24,3	1	-	-	16,23	0,639
273	10	273,1	10,75	30,3	1,2	-	-	20,23	0,796
323	12	323,9	12,75	-	-	-	-	23,99	0,944

# CATÁLOGO DE PRODUCTOS DE TUBERÍA PRESIÓN LISA

## ▶ TUBERÍAS

Tubería de Presión Extremo Liso	
Ref.	Diám.
<b>Tubo Presión RDE 9 (500 psi)</b>	1/2"
	3/4"
	1"
	1 1/4"
	1 1/2"
	2"
<b>Tubo Presión RDE 11 (400 psi)</b>	2 1/2"
	3"
	4"
	6"
<b>Tubo Presión RDE 13.5 (315 psi)</b>	1"
	1 1/4"
	1 1/2"
	2"
	2 1/2"
<b>Tubo Presión RDE 26 (160 psi)</b>	3"
	4"
	6"
<b>Tubo Presión RDE 32.5 (125 psi)</b>	1"
	1 1/4"
	1 1/2"
	2"
<b>Tubo Presión RDE 41 (100 psi)</b>	2 1/2"
	3"
	4"

## ▶ ACCESORIOS ALTAS PRESIONES

Ref.	Descripción
	<b>Adaptador Hembra Presión</b>
	1/2"
	3/4"
	1"
	1 1/4"
	1 1/2"
	2"
	2 1/2"
	3"
	4"

Ref.	Descripción
	<b>Buje Roscado</b>
	1/2" x 1/4"
	1/2" x 3/8"
	3/4" x 1/2"
	1" x 1/2"
	1" x 3/4"
	1 1/4" x 1/2"
	1 1/4" x 3/4"
	1 1/4" x 1"
	1 1/2" x 1/2"
	1 1/2" x 3/4"
	1 1/2" x 1"
	1 1/2" x 1 1/4"
	2" x 1/2"
	2" x 3/4"
	2" x 1"
	2" x 1 1/4"
	2" x 1 1/2"
	2 1/2" x 1"
	2 1/2" x 2"
3" x 2"	
4" x 2 1/2"	

Ref.	Descripción
	3/4" x 1/2"
	1" x 1/2"
	1" x 3/4"
	1 1/4" x 1/2"
	1 1/4" x 3/4"
	1 1/4" x 1"
	1 1/2" x 1/2"
	1 1/2" x 3/4"
	1 1/2" x 1"
	1 1/2" x 1 1/4"
	2" x 3/4"
	2" x 1/2"
	2" x 1"
	2" x 1 1/4"
	2" x 1 1/2"
	2 1/2" x 1 1/2"
	2 1/2" x 2"
	3" x 1 1/2"
	3" x 2"
	3" x 2 1/2"
4" x 2"	
4" x 2 1/2"	
4" x 3"	
6" x 4"	

Ref.	Descripción
	1/2"
	3/4"
	1"
	1 1/4"
	1 1/2"
	2"

Ref.	Descripción
	1/2"
	3/4"
	1"
	1 1/2"

Ref.	Descripción
	1/2"
	3/4"
	1"
	1 1/4"
	1 1/2"
	2"
	2 1/2"
	3"
4"	

Ref.	Descripción
	1/2"
	3/4"
	1"
	1 1/4"
	1 1/2"
	2"
	2 1/2"
	3"
4"	

Ref.	Descripción
	1/2"
	3/4"
	1"
	1 1/4"
	1 1/2"
	2"
	2 1/2"
	3"
	4"

Ref.	Descripción
	<b>Codo presión 45°</b>
	1/2" 3/4" 1" 1 1/4" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3" 4"

Ref.	Descripción
	<b>Tapón Soldado Presión</b>
	1 1/2" 3/4" 1" 1 1/4" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3" 4"

Ref.	Descripción
	<b>Válvula de Bola Universal</b>
	1/2" 3/4" 1" 1 1/4" 1 1/2" 2"

Ref.	Descripción
	<b>Tapón Roscado Presión</b>
	1/2" 3/4" 1" 1 1/4" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3" 4"

Ref.	Descripción
	<b>Válvula de Bola Roscada</b>
	1/2" 3/4" 1" 1 1/4" 1 1/2" 2"

Ref.	Descripción
	<b>Tee presión SCH 40</b>
	1/2" 3/4" 1" 1 1/4" 1 1/2"

Ref.	Descripción
	<b>Válvula de Bola Soldada</b>
	1/2" 3/4" 1" 1 1/4" 1 1/2" 2"

Ref.	Descripción
	<b>Te Presión Reducida</b>
	3/4" X 1/2" 1" X 1/2" 1" X 3/4"

## ► COMPORTAMIENTO DEL PRODUCTO FRENTE A CONDICIONES EXTREMAS

### Efectos de la temperatura y Resistencia U.V.

La tubería expuesta al sol por un largo periodo de tiempo presenta una decoloración que afecta la superficie del tubo, con una profundidad de 0.001” a 0.003”. La degradación no continúa cuando la tubería deja de ser expuesta al sol.

Los estudios demuestran que la exposición a radiación U.V. resulta en una disminución de las propiedades de impacto. Otras propiedades como la resistencia a la tensión y módulo de elasticidad no son afectadas.

El método más comúnmente utilizado para proteger tubería expuesta a rayos U.V. es con pintura a base de látex; solventes de petróleo no deben ser utilizados. En situación de presentarse la exposición mencionada por favor comunique se con nuestro departamento técnico.

### Altas temperaturas

Cuando la tubería en PVC opera a temperaturas superiores a 23°C (73.4°F), su presión de operación debe ser multiplicada por un factor de nivelación según la siguiente tabla, obteniendo la verdadera capacidad mecánica:

Temperatura Máxima		Multiplicar la presión de diseño por el factor
°C	°F	
23	73	1
27	80	0.88
32	90	0.75
38	100	0.62
43	110	0.50
49	120	0.40
54	130	0.30
60	140	0.22

### Bajas temperaturas

Las temperaturas por debajo de 0° C pueden afectar sustancialmente la capacidad de resistencia al impacto de la tubería, al igual que las características del fluido que se modifican, por lo cual se debe consultar con el departamento técnico de TUBOSA.

La temperatura máxima recomendada y el coeficiente de pérdida de presión de operación aplica tanto para el calor generado por el fluido que se distribuye a través del sistema como del calor generado por fuentes externas.

## ► USOS RECOMENDADOS

La tubería de presión fabricada por TUBOSA debe ser utilizada para el transporte de agua potable en sistemas de acueductos rurales o urbanos, es decir en medios de captaciones, distribuciones, conducción y

acometida, ya que son libres de toxicidad, olores, sabores y corrosión externa e interna.

Cualquier uso no recomendado debe ser consultado con el departamento técnico de TUBOSA SAS.

## ▶ ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO EN PVC

En la generación de diseños y requerimientos técnicos de los sistemas abastecimiento se deben analizar los tipos de estructura a beneficiar y la demanda hídrica, de esto depende la variabilidad en los tipos de suministro y distribución a utilizar en obra. A continuación se presentan algunos aspectos:

### Suministro

Se realiza por medio de la conexión domiciliaria la cual se compone de todos y cada uno de los accesorios de conexión avalados por la entidad de servicios públicos que rige la zona. Se caracteriza por el beneficio de viviendas de uno a dos pisos, pues en el caso de la edificaciones, ella debe ir acompañada de equipos bombeo que puedan satisfacer las necesidades hidromecánicas.

### Dotación del recurso hídrico

La dotación de recurso hídrico al igual que el punto anterior depende del tipo y número de aparatos sanitarios en la vivienda o edificación y; el caudal correspondiente a cada uno de ellos debe ser suministrado por el fabricante. El caudal máximo del sistema debe ser calculado bajo teorías viables que consideren algunos aparatos sanitarios que funcionaran simultáneamente según el tipo de edificación.

Aparato Sanitario	PRESIONES RECOMENDADAS				Diámetro de Conexión
	Recomendación		Mínima		
	mca	PSI	mca	PSI	
Bidet	5,00	7,11	2,00	2,84	1/2"
Duchas	10,33	14,69	2,00	2,84	1/2"
Inodoro de tanque	7,00	9,95	2,80	3,98	1/2"
Lavadero	4,00	5,69	2,00	2,84	1/2"
Lavadoras	7,00	9,95	2,80	3,98	1/2"
Lavamanos	5,00	7,11	2,00	2,84	1/2"
Lavaplatos	2,00	2,84	2,00	2,84	1/2"
Orinal con llave	7,00	9,95	2,80	3,98	1/2"
Vertederos	3,50	4,98	2,00	2,84	1/2"

Fuente: instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones (2012)

### Presiones

Las presiones en los sistemas de distribución están directamente relacionada con los aparatos sanitarios a utilizar.

### Diseño de la red de distribución

Las ecuaciones que tienen un uso frecuente en el calculo de las perdidas por fricción en los sistemas de distribución presurizados, son las de Flamant para tubería menores a 2 pulgadas y Hazen - Williams para tuberías mayores a 2 pulgadas de diametro.

Ecuaciones de Flamant

$$V = \frac{4CV^{1.75}}{D^{1.25}} = \frac{6.1CQu^{1.75}}{D^{4.25}}$$

Ecuacion de Hazen-Williams

$$Q = 0,28CD^{2,63}J^{0,54}$$

$$V = 0,355CD^{0,63}J^{0,54}$$

Donde:

J: pérdidas de carga m/m

Qu: caudal de diseño m<sup>3</sup>/s.

C: coeficiente de fricción.

D: Diámetro de la tubería m.

V: velocidad de de flujo en la tubería m/s.

Las siguientes tablas muestran las perdidas por fricción (H<sub>f</sub>) de la tubería TUBOSA según sus características hidráulicas. Se considera las velocidades (V) de flujo en valores que no permitan la manifestacion de fenomenos hidraulicos adversos en los sistemas de conduccion. Velocidad 0.5 m/s a 2 m/s en tuberías hasta 3" y para diámetros mayores 2.5 m/s<sup>1</sup>.

### Tabla pérdidas por presión tuberías presión lisa (m / m )

RDE		9		11		11		9		11		32,5	
Diámetro en pulgadas		1/2		1/2		3/4		2		2		2	
Diámetro Exterior (mm)		21,34		21,34		26,7		60,32		60,32		60,32	
Espesor Pared (mm)		2,36		1,93		2,41		6,7		5,48		1,85	
Diámetro interior (m)		0,017		0,017		0,022		0,047		0,049		0,057	
Caudal		Vel.	Hf										
l/s	m3/s	m/s	m/m										
0,1	0,0001												
0,2	0,0002	0,461	0,017	0,417	0,014								
0,3	0,0003	0,691	0,035	0,625	0,028								
0,4	0,0004	0,922	0,058	0,833	0,046	0,533	0,016						
0,5	0,0005	1,152	0,086	1,042	0,068	0,667	0,023						
0,6	0,0006	1,383	0,118	1,250	0,093	0,800	0,032						
0,7	0,0007	1,613	0,155	1,458	0,122	0,933	0,042						
0,8	0,0008	1,844	0,196	1,667	0,154	1,067	0,053						
0,9	0,0009	2,074	0,240	1,875	0,189	1,200	0,066						
1	0,0010			2,084	0,227	1,333	0,079						
1,1	0,0011					1,467	0,093						
1,2	0,0012					1,600	0,108						
1,3	0,0013					1,733	0,125						
1,4	0,0014					1,867	0,142						
1,5	0,0015					2,000	0,160						
1,6	0,0016												
1,7	0,0017												
1,8	0,0018							0,521	0,006				
1,9	0,0019							0,549	0,006				
2	0,0020							0,578	0,007	0,523	0,006		
2,1	0,0021							0,607	0,008	0,549	0,006		
2,2	0,0022							0,636	0,008	0,575	0,007		
2,3	0,0023							0,665	0,009	0,601	0,007		
2,4	0,0024							0,694	0,010	0,627	0,008		
2,5	0,0025							0,723	0,010	0,653	0,008		
2,6	0,0026							0,752	0,011	0,679	0,009	0,516	0,005

### Tabla pérdidas por presión tuberías presión lisa (m / m )

RDE		9		11		11		9		11		32,5	
Diámetro en pulgadas		1/2		1/2		3/4		2		2		2	
Diámetro Exterior (mm)		21,34		21,34		26,7		60,32		60,32		60,32	
Espesor Pared (mm)		2,36		1,93		2,41		6,7		5,48		1,85	
Diámetro interior (m)		0,017		0,017		0,022		0,047		0,049		0,057	
Caudal		Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf
l/s	m <sup>3</sup> /s	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m
2,7	0,0027							0,781	0,012	0,705	0,009	0,536	0,021
2,8	0,0028							0,810	0,013	0,732	0,010	0,556	0,022
2,9	0,0029							0,839	0,013	0,758	0,011	0,576	0,024
3	0,0030							0,868	0,014	0,784	0,011	0,596	0,025
3,5	0,0035							1,012	0,019	0,915	0,015	0,695	0,033
4	0,0040							1,157	0,024	1,045	0,019	0,794	0,043
4,5	0,0045							1,301	0,029	1,176	0,023	0,894	0,053
5	0,0050							1,446	0,035	1,306	0,027	0,993	0,065
5,5	0,0055							1,590	0,041	1,437	0,032	1,092	0,077
6	0,0060							1,735	0,048	1,568	0,038	1,191	0,090
6,5	0,0065							1,880	0,055	1,698	0,043	1,291	0,105
7	0,0070							2,024	0,063	1,829	0,049	1,390	0,120
7,5	0,0075									1,960	0,056	1,489	0,137
8	0,0080									2,090	0,062	1,589	0,154
8,5	0,0085											1,688	0,172
9	0,0090											1,787	0,192
9,5	0,0095											1,887	0,212
10	0,0100											1,986	0,233
10,5	0,0105											2,085	0,255
11	0,0110												

**Tabla pérdidas por presión tuberías presión lisa (m/m)**

RDE		13,5	13,5	26	26	26	13,5	26							
Diámetro en pulgadas		1/2	1	1	1 1/4	1 1/2	2	2							
Diámetro Exterior (mm)		21,34	33,4	33,4	42,16	48,26	60,32	60,32							
Espesor Pared (mm)		1,57	2,46	1,28	1,62	1,86	4,47	2,32							
Diámetro interior (m)		0,018	0,028	0,031	0,039	0,045	0,051	0,056							
Caudal		Vel.	Hf												
l/s	m3/s	m/s	m/m												
0,1	0,0001														
0,2	0,0002														
0,3	0,0003	0,577	0,023												
0,4	0,0004	0,769	0,038												
0,5	0,0005	0,961	0,056												
0,6	0,0006	1,153	0,077	0,471	0,009										
0,7	0,0007	1,345	0,101	0,549	0,012	0,469	0,008								
0,8	0,0008	1,538	0,127	0,628	0,015	0,535	0,010								
0,9	0,0009	1,730	0,156	0,706	0,019	0,602	0,013								
1	0,0010	1,922	0,188	0,785	0,022	0,669	0,015								
1,1	0,0011	2,114	0,222	0,863	0,026	0,736	0,018	0,462	0,006						
1,2	0,0012			0,942	0,031	0,803	0,021	0,504	0,007						
1,3	0,0013			1,020	0,035	0,870	0,024	0,546	0,008						
1,4	0,0014			1,099	0,040	0,937	0,028	0,588	0,009						
1,5	0,0015			1,177	0,045	1,004	0,031	0,630	0,010	0,481	0,005				
1,6	0,0016			1,256	0,051	1,071	0,035	0,672	0,012	0,513	0,006				
1,7	0,0017			1,334	0,057	1,138	0,039	0,714	0,013	0,546	0,007				
1,8	0,0018			1,413	0,063	1,205	0,043	0,756	0,014	0,578	0,007				
1,9	0,0019			1,491	0,069	1,272	0,047	0,799	0,016	0,610	0,008				
2	0,0020			1,570	0,075	1,339	0,052	0,841	0,017	0,642	0,009	0,482	0,005		
2,1	0,0021			1,648	0,082	1,406	0,056	0,883	0,019	0,674	0,010	0,506	0,005		
2,2	0,0022			1,727	0,089	1,473	0,061	0,925	0,020	0,706	0,011	0,531	0,005		
2,3	0,0023			1,805	0,096	1,539	0,066	0,967	0,022	0,738	0,011	0,555	0,006		
2,4	0,0024			1,884	0,104	1,606	0,071	1,009	0,023	0,770	0,012	0,579	0,006	0,493	0,004
2,5	0,0025			1,962	0,111	1,673	0,076	1,051	0,025	0,802	0,013	0,603	0,007	0,513	0,005
2,6	0,0026			2,041	0,119	1,740	0,082	1,093	0,027	0,834	0,014	0,627	0,007	0,534	0,005

**Tabla pérdidas por presión tuberías presión lisa (m/m)**

RDE		13,5		13,5		26		26		26		13,5		26	
Diámetro en pulgadas		1/2		1		1		1 1/4		1 1/2		2		2	
Diámetro Exterior (mm)		21,34		33,4		33,4		42,16		48,26		60,32		60,32	
Espesor Pared (mm)		1,57		2,46		1,28		1,62		1,86		4,47		2,32	
Diámetro interior (m)		0,018		0,028		0,031		0,039		0,045		0,051		0,056	
Caudal		Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf
l/s	m3/s	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m
2,7	0,0027					1,807	0,087	1,135	0,029	0,866	0,015	0,651	0,008	0,554	0,005
2,8	0,0028					1,874	0,093	1,177	0,031	0,899	0,016	0,675	0,008	0,575	0,006
2,9	0,0029					1,941	0,099	1,219	0,033	0,931	0,017	0,699	0,009	0,595	0,006
3	0,0030					2,008	0,105	1,261	0,035	0,963	0,018	0,723	0,009	0,616	0,006
3,5	0,0035							1,471	0,045	1,123	0,024	0,844	0,012	0,719	0,008
4	0,0040							1,681	0,057	1,284	0,030	0,965	0,015	0,821	0,010
4,5	0,0045							1,891	0,071	1,444	0,037	1,085	0,019	0,924	0,013
5	0,0050							2,101	0,085	1,605	0,045	1,206	0,023	1,027	0,015
5,5	0,0055									1,765	0,053	1,326	0,027	1,129	0,018
6	0,0060									1,925	0,062	1,447	0,031	1,232	0,021
6,5	0,0065									2,086	0,071	1,567	0,036	1,335	0,025
7	0,0070											1,688	0,041	1,437	0,028
7,5	0,0075											1,809	0,046	1,540	0,031
8	0,0080											1,929	0,052	1,643	0,035
8,5	0,0085											2,050	0,057	1,745	0,039
9	0,0090													1,848	0,043
9,5	0,0095													1,951	0,048
10	0,0100													2,053	0,052
10,5	0,0105														

### Tabla pérdidas por presión tuberías presión lisa (m / m )

RDE		21		21		21		21		21		41	
Diámetro en pulgadas		3/4		1		1 1/4		1 1/2		2		2	
Diámetro Exterior (mm)		26,67		33,4		42,16		48,28		60,32		60,32	
Espesor Pared (mm)		2,36		1,93		2,41		6,7		5,48		1,85	
Diámetro interior (m)		1,52		1,6		2,01		2,29		2,87		1,52	
Caudal		Vel.	Hf										
l/s	m3/s	m/s	m/m										
0,1	0,0001												
0,2	0,0002												
0,3	0,0003												
0,4	0,0004	0,456	0,011										
0,5	0,0005	0,570	0,016										
0,6	0,0006	0,684	0,022										
0,7	0,0007	0,798	0,029	0,489	0,009								
0,8	0,0008	0,912	0,037	0,558	0,011								
0,9	0,0009	1,026	0,045	0,628	0,014								
1	0,0010	1,140	0,054	0,698	0,017								
1,1	0,0011	1,254	0,064	0,768	0,020	0,481	0,007						
1,2	0,0012	1,368	0,075	0,838	0,023	0,525	0,008						
1,3	0,0013	1,482	0,086	0,907	0,027	0,569	0,009						
1,4	0,0014	1,596	0,098	0,977	0,031	0,613	0,010						
1,5	0,0015	1,710	0,110	1,047	0,034	0,656	0,011	0,500	0,006				
1,6	0,0016	1,824	0,124	1,117	0,039	0,700	0,013	0,533	0,007				
1,7	0,0017	1,938	0,137	1,187	0,043	0,744	0,014	0,567	0,007				
1,8	0,0018	2,052	0,152	1,256	0,047	0,788	0,016	0,600	0,008				
1,9	0,0019			1,326	0,052	0,832	0,017	0,633	0,009				
2	0,0020			1,396	0,057	0,875	0,019	0,667	0,010				
2,1	0,0021			1,466	0,062	0,919	0,020	0,700	0,011				
2,2	0,0022			1,536	0,067	0,963	0,022	0,733	0,012				
2,3	0,0023			1,605	0,073	1,007	0,024	0,767	0,013	0,492	0,004		
2,4	0,0024			1,675	0,078	1,050	0,026	0,800	0,014	0,513	0,005		
2,5	0,0025			1,745	0,084	1,094	0,028	0,833	0,015	0,534	0,005	0,485	0,004
2,6	0,0026			1,815	0,090	1,138	0,030	0,867	0,016	0,556	0,005	0,504	0,004

### Tabla pérdidas por presión tuberías presión lisa (m / m )

RDE		21		21		21		21		21		41	
Diámetro en pulgadas		3/4		1		1 1/4		1 1/2		2		2	
Diámetro Exterior (mm)		26,67		33,4		42,16		48,28		60,32		60,32	
Espesor Pared (mm)		2,36		1,93		2,41		6,7		5,48		1,85	
Diámetro interior (m)		1,52		1,6		2,01		2,29		2,87		1,52	
Caudal		Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf	Vel.	Hf
l/s	m <sup>3</sup> /s	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m
2,7	0,0027			1,885	0,096	1,182	0,032	0,900	0,017	0,577	0,006	0,524	0,005
2,8	0,0028			1,954	0,103	1,225	0,034	0,933	0,018	0,598	0,006	0,543	0,005
2,9	0,0029			2,024	0,109	1,269	0,036	0,967	0,019	0,620	0,007	0,563	0,005
3	0,0030					1,313	0,038	1,000	0,020	0,641	0,007	0,582	0,006
3,5	0,0035					1,532	0,050	1,167	0,026	0,748	0,009	0,679	0,007
4	0,0040					1,751	0,063	1,333	0,033	0,855	0,012	0,776	0,009
4,5	0,0045					1,969	0,078	1,500	0,041	0,962	0,014	0,873	0,011
5	0,0050					2,188	0,093	1,667	0,049	1,069	0,017	0,970	0,014
5,5	0,0055							1,833	0,058	1,175	0,020	1,067	0,016
6	0,0060							2,000	0,067	1,282	0,023	1,164	0,019
6,5	0,0065									1,389	0,027	1,261	0,021
7	0,0070									1,496	0,031	1,358	0,024
7,5	0,0075									1,603	0,035	1,455	0,028
8	0,0080									1,710	0,039	1,552	0,031
8,5	0,0085									1,816	0,043	1,649	0,034
9	0,0090									1,923	0,048	1,746	0,038
9,5	0,0095									2,030	0,052	1,843	0,042
10	0,0100											1,940	0,046
10,5	0,0105											2,037	0,050
11	0,0110												

## Golpe de Ariete

Se denomina golpe de ariete al aumento de presión producido en redes hidráulicas por cambios súbitos en la velocidad del fluido. Algunas de las causas más comunes de este aumento son:

- Apertura o cierre de una válvula
- Inicio o parada de una bomba
- Aire atrapado en la línea.

Estos incrementos de presión pueden llegar a reventar la tubería, entre más larga la línea y mayor la velocidad del fluido mayor será el incremento de presión.

El incremento de presión por cierre rápido de una válvula se calcula:

$$a = \frac{4660}{\sqrt{1 + \frac{k}{E}} \text{ (RDE-2)}}$$

$$P = \frac{aV}{2.31g}$$

Donde:

a: Velocidad de la onda ft/s

k: módulo de compresión agua (300000 psi)

E: Modulo de elasticidad tubería (400000 psi)

RDE: Relación diámetro espesor

P: incremento de presión (psi), con a y V en ft/s. De lo contrario retirar la constante 2.31.

V: Cambio de velocidad del fluido (ft/s) o (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (32.2 ft/s<sup>2</sup>)

o (9.806\_m/s<sup>2</sup>)

Valores de "a" para los RDE

RDE	ft/s	m/s
13,5	1502	462
17	1331	410
21	1193	368
26	1069	329
32,5	954	294
41	847	261
51	758	234

## Aire Retenido

Existen varias fuentes potenciales de aire atrapado en las líneas de conducción. El aire se puede introducir en el punto donde el líquido se incorpora al sistema o durante el llenado inicial del sistema

El aire en un sistema de tuberías tiende a acumularse en los puntos más elevados del mismo. Mientras que el índice de flujo aumenta, el aire encerrado es forzado a lo largo de la tubería por el movimiento del agua. Estas bolsas de aire provocan restricciones del flujo reduciendo la eficiencia y el desempeño del sistema.

El agua es casi 5 veces más densa que el aire a 7 kgs/cm<sup>2</sup> (100 psi), así que cuando una bolsa de aire alcanza una salida, se escapa rápidamente y el agua se apresura a substituir el espacio vacío. Tales variaciones de presión pueden exceder fácilmente la resistencia de un sistema de tuberías y sus componentes.

Por lo tanto, los sistemas se deberían llenar lentamente y extraer el aire retenido en los puntos más altos antes presurizarse, por medio de valvulas ventosas.

## ▶ MANEJO DE LA TUBERÍA

### Recepción de la Tubería:

La tubería elaborada por TUBOSA cumple con los más altos estándares de calidad, lo cual garantiza que solo se envían productos con la mejor calidad al salir de nuestra planta. Sin embargo puede ocurrir algún tipo de deterioro o daño de la misma durante el transporte, por lo tanto siga estas instrucciones.

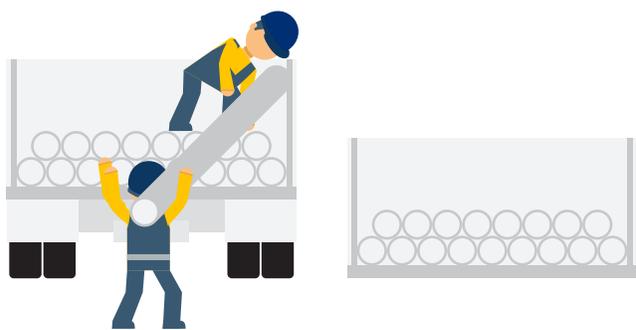
1. Verifique cuidadosamente cualquier signo visible de deterioro: grietas, rebabas, tubos partidos.
2. No descarte material dañado.
3. Informe inmediatamente cualquier inconveniente por piezas dañadas o faltantes al transportador.
4. En la descarga no arrojar los tubos al suelo, es recomendable utilizar dos personas para esta labor.



✗ INCORRECTO



✗ INCORRECTO



✓ CORRECTO



✓ CORRECTO

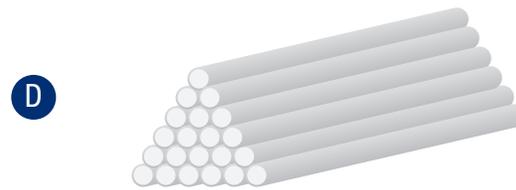
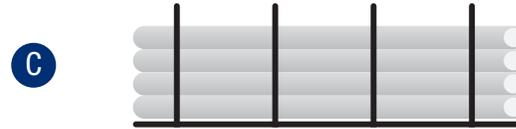
## Almacenamiento

- Los tubos deben estar en una superficie plana libre de piedras y otros objetos.
- Si se van a apilar tuberías de RDE diferentes, las de espesores mayores deberán quedar en la parte inferior.
- Si el tubo se almacena en anaqueles, debe apoyarse de manera constante en toda su longitud. Si esto no es posible, la distancia entre soportes se debe determinar en función del diámetro de la tubería. En general, deben ser aceptables los soportes y el espaciamiento que proporcionen no más de 1/2" de deflexión del tubo.

**Figura A y C.** Almacenamiento en campo con soportes laterales de una distancia no mayor a 1.50 metros. Deben alternarse campana con espigo.

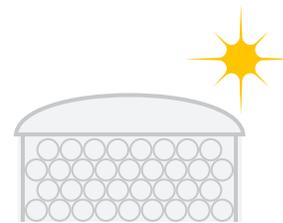
**Figura B.** Almacenamiento de cama perpendicular es el más adecuado cuando existe suficiente espacio. Altura máxima de 1.20 metros.

**Figura D.** Almacenamiento piramidal cuando son pocas unidades y poco espacio.



## Almacenamiento a la intemperie:

Cuando los tubos vayan a estar expuestos al sol por más de 30 días deben almacenarse bajo techo. No deben cubrirse con lonas o polietileno, pues esto provoca un incremento de la temperatura que puede causar deformaciones, por lo que se recomienda un techado que permita una adecuada ventilación a los tubos.



### Procedimiento pegado Unión solada

1. Corte el tubo asegurándose que sea en línea recta, utilice una guía. Un corte angular puede ocasionar problemas en el accesorio. En caso de daño o fractura evidente en el extremo de la tubería, corte al menos 50 mm del tubo más allá de cualquier falla visible.

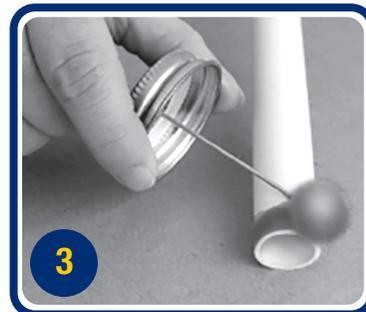
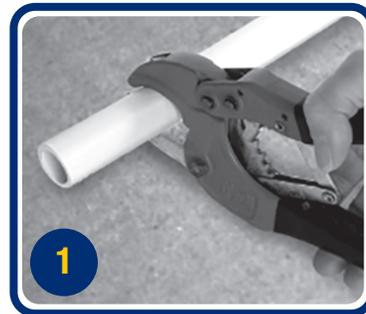
2. Elimine los residuos del corte en el interior y exterior de la tubería. Bisele los extremos del tubo en un ángulo de 10° a 15°. Elimine grasa o humedad superficial con un paño seco. Y aplique limpiador TUBOSA SAS.

Presente la tubería y accesorio, con una leve presión de tal forma que el espigo de la tubería penetre de la mitad a dos tercios de la campana del accesorio. No se deben utilizar tuberías y accesorios que se sientan muy apretadas o muy sueltas. Después desacople.

3. Utilizando un aplicador que tenga la mitad del diámetro de la tubería a unir, aplique soldadura TUBOSA formando una capa uniforme en un extremo de la tubería, en una longitud igual a la campana del accesorio. Aplique en el interior del accesorio.

La aplicación en exceso del cemento solvente forzará a que el mismo, se desplace hacia la parte interna tanto de la tubería como del accesorio, provocando fallas futuras en el sistema.

4. Una el tubo con el accesorio por medio de un cuarto de vuelta mientras el cemento este fluido y sostenga por 30 segundos. Permita que el cemento seque y cure antes de realizar las pruebas hidrostáticas. Elimine el exceso de cemento solvente. Una unión correctamente hecha mostrará un cordón continuo de cemento alrededor de todo el perímetro.



## ► INSTALACIÓN

El proceso de instalación de nuestros productos de presión para unión lisa debe estar acorde a lo recomendado por las normas técnicas de fontanería que rige la región o territorio en el cual se utilizaran, ya que de esta manera se podría obtener el verdadero beneficio de productos con alta calidad de fabricación y servicio TUBOSA, debido al correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

No se puede olvidar que los sistemas PVC TUBOSA son ligeros en peso reduciendo los costos de transporte, manejo e instalación. Tienen paredes interiores lisas y sin costuras. No se requieren herramientas especiales para cortarlas y se pueden instalar usando la técnica de unión de cemento solvente.

### Protección de tubería instalada

- Las tuberías de un sistema de fontanería deben ser instaladas de tal manera que estas y sus conexiones no estén sometidas a excesos de presión.
- Se debe considerar el comportamiento expansivo y de contracción de las tuberías así como del asentamiento estructural de la edificación.
- Los miembros estructurales de una edificación no deben ser debilitados o dañados debido a cortes o ranuras por efectos de la instalación del sistema de fontanería.
- Las tuberías que surquen concreto y mampostería, deben utilizar protección por medio de la técnica del encamisado, dejando un espacio mínimo de 13mm alrededor de la tubería a proteger y el sistema de encamisado.

### Sistema de soportes

El soporte adecuado para cualquier sistema de tuberías es un asunto de gran importancia. Las tuberías de PVC TUBOSA que hagan parte de métodos de

distribución colgantes debe estar apoyadas en soportes técnicamente espaciados, es decir, considerando las dimensiones de la tubería, la ubicación de elementos de control, propiedades mecánicas de la tubería y la temperatura de operación de las mismas, asegurando su correcto funcionamiento a presión.

Los soportes y sus anclajes deben tener la resistencia correcta con el objetivo de soportar tanto el peso de la tubería como de su contenido previniendo el pandeo o inversión de esfuerzos. Los soportes no deben comprimir, distorsionar, cortar o desgastar la tubería. Se recomienda limar suavemente cualquier borde afilado o rebaba en los soportes.

Los siguientes son ejemplos de los soportes más utilizados en el medio local.



En los sistemas donde ocurran grandes variaciones de temperatura, se debe permitir la extensión y contracción del sistema, puesto que los cambios en la dirección del mismo no son generalmente suficientes para permitir estos fenómenos.

En conducciones verticales, se recomienda un diseño de ingeniería para soportes en dicho sentido, de acuerdo a las cargas verticales involucradas.

Los cambios en dirección deberán ser soportados tan cerca de las conexiones como sea práctico para evitar introducir una excesiva fuerza de torsión al sistema.

**Espaciamiento horizontal entre soportes (mm)**

Diámetro nominal de la tubería (pulg)	RDE 21 y RDE 26			
	15,6 °C	26,7 °C	37,8 °C	48,9 °C
1/2	1.067	1.067	914	610
3/4	1.219	1.067	914	610
1	1.219	1.219	1.067	610
1 1/4	1.219	1.219	1.067	762
1 1/2	1.372	1.219	1.219	762
2	1.372	1.219	1.219	914

Se recomienda el análisis de la tabla a continuación, la cual presenta distancia entre soportes para tubería de PVC TUBOSA que transporta líquidos con gravedad específica 1350 Kg/m<sup>3</sup>.

En la mayoría de los documentos técnicos de instalaciones hidráulicas recomiendan un espaciamiento máximo horizontal de 1.22m para todos los diámetros de tubería de PVC.

**Expansión y contracción de tubería de PVC**

Las tuberías de PVC como otros materiales para conducción, experimentan cambios de longitud como resultado de variaciones en la temperatura de su vida útil en comparación con la temperatura de instalación. Los elementos de conducción de PVC se pueden expandir y contraer de 4.5 a 5 veces más que las tuberías de acero o hierro.

El grado de expansión o contracción depende del coeficiente de expansión lineal, de la longitud de la tubería entre los cambios de dirección y del diferencial de temperatura.

Para calcular el valor de la expansión (e) en una conducción de PVC se puede realizar por medio de la ecuación de dilatación lineal:

$$e = Y (T_1 - T_2) L_p$$

Donde:

e = cambio dimensional debido a la expansión o contracción térmica. (mm).

Y = coeficiente de dilatación térmica del PVC. 0,08 mm/(m°C)

(T1 – T2) = variación de temperatura entre valor de instalación (T2) y máximo o mínimo valor del sistema en su vida útil (T1). (°C).

Lp = longitud de tubería entre los cambios de dirección (m).

El no contemplar y compensar la expansión y contracción causadas por cambios de temperatura puede ocasionar fallas en el sistema y daños en los bienes del consumidor del producto.

**► PUESTA EN SERVICIO**

Antes de empezar los ensayos la tubería debe estar llena y anclada lo suficiente para prevenir movimientos durante los ensayos.

La presión usada en la prueba, no debe ser más alta que la requerida para lograr ese objetivo. Normalmente, la prueba se realizará a la presión máxima de trabajo más 345 kPa (50 psi). Recuerde que todas las partes de la línea, incluyendo los bloques de empuje, se someterán a la presión de prueba.

### Llenado de la línea:

La línea debe ser llenada lentamente por una fuente disponible de agua potable. Este llenado debe realizarse en el punto más bajo de la línea. La velocidad de flujo durante este proceso no debe exceder los 0.5 m/seg.

### Expulsión de Aire de la línea:

Todo el aire debe ser expelido de la línea durante el llenado, es recomendable usar válvulas automáticas de liberación de aire. El aire comprimido atrapado puede amplificar cualquier incremento súbito de presión en línea.

Para determinar si existe aire atrapado en la línea siga el siguiente procedimiento:

1. Presurice con agua hasta la presión de ensayo.
2. Permita que la presión decaiga hasta cierto nivel.
3. Mida la cantidad de agua requerida para establecer nuevamente la presión de ensayo.
4. Repita el segundo y tercer paso.

Si la cantidad de agua para llenar línea por segunda vez es significativamente menor que la primera, existe aire atrapado en la línea. Si la diferencia no es significativa, puede existir una fuga.

### Prueba de presión:

Una prueba con el 50% de la presión normal de operación es suficiente, pero en ningún caso esta debe superar la presión de diseño de tuberías, accesorios, anclajes, etc.

En ausencia de otras instrucciones, se recomienda una prueba combinada de presión y fugas de dos horas. Durante esta prueba de 2 horas, puede ocurrir una pequeña disminución de la presión. Al final de las 2 horas, la línea se vuelve a llenar con agua de reemplazo hasta lograr la presión de prueba inicial. El

volumen de agua de reemplazo se mide cuando se está agregando y puede calcularse usando la siguiente fórmula:

$$L = \frac{ND\sqrt{P}}{7,400}$$

Donde:

L= pérdida permitida (gal. /hr)

N= Número de juntas en la línea (tubería y accesorios)

D= Diámetro nominal del tubo en pulgadas

P= Presión promedio ensayo (psi)

## ► MANTENIMIENTO

La Empresa de Servicios Públicos que maneja el acueducto determina el mantenimiento preventivo. Deben utilizarse los equipos de inspección y limpieza habitualmente dedicados a estas actividades.

Para los mantenimientos correctivos deberá consultarse con TUBOSA SAS según sea el caso.

## ► ROTULADO

Nombre fabricante y País de origen: TUBOSA IND. COL.

Norma de fabricación NTC 382, RES 501

Uso: Presión Agua Potable blanco

Presión de Trabajo: Ejemplo. RDE 26 1.10 MPa 160 psi

Diámetro nominal Ejemplo: 10" (219 mm)

Número de Lote: Línea -Año - Mes - Día - Hora - Orden de fabricación.

## ► CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD VIGENTE

Nuestros productos cuentan con las certificaciones respectivas de producto según lo visto en este documento técnico. Lo sellos de calidad son los siguientes:



**NTC 382:2018**  
TUBOS DE PVC  
RÍGIDO PRESIÓN (SERIE RDE).



**NTC: 1339:2016**  
ACCESORIOS DE  
PVC TUBERÍA AGUA  
POTABLE



**RESOLUCIÓN 0501:2017**  
TUBERÍAS Y ACCESORIOS  
PARA ACUEDUCTO Y  
ALCANTARILLADO

MCO04- Manual Técnico para tuberías Presión Extremo Liso  
Actualización 2  
Fecha 29/12/2023



**Planta Cali**

Calle 14B No. 20E-80  
CENCAR, Yumbo, Colombia  
PBX (572) 691 3800  
Fax (572) 666 6210

[www.tubosa.com](http://www.tubosa.com)

**TUBOSA**