

Gerfor

Tubosistemas

Colombia corre por nuestras venas

MANUAL PRESIÓN PVCO



Tabla de contenido

TOM® Tecnología de Orientación Molecular, la revolución del PVC.....	3
1. ASPECTOS GENERALES.....	8
2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	9
2.1. TIPO DE MATERIAL.....	9
2.2. DIMENSIONES.....	10
2.3. VENTAJAS DE LA TUBERÍA PVC ORIENTADO	10
2.4. COMPORTAMIENTO FRENTE A CONDICIONES EXTREMAS.....	15
2.5. VIDA ÚTIL.....	16
3. TUBERÍA PVC ORIENTADO Y ACCESORIOS.....	16
4. MANEJO EN ALMACEN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.....	17
4.1. MANEJO	17
4.2. ALMACENAMIENTO.....	17
4.3. TRANSPORTE.....	18
5. RECOMENDACIONES	18
5.1. RECOMENDACIONES GENERALES DE INSTALACIÓN	18
5.1.1. MANEJO EN INSTALACIÓN	19
5.1.2. EXCAVACIÓN.....	20
5.1.3. CIMENTACIÓN	21
5.1.4. PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DE TUBERÍA.....	21
5.2. PRUEBAS DE CAMPO AL SISTEMA.....	22
5.2.1. PRUEBA HIDROSTÁTICA EN TUBERÍAS PVC ORIENTADO.....	22
5.2.2. DESINFECCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	23
5.3. LUBRICANTE.....	24
6. DISEÑO HIDRAÚLICO	24
6.1. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS MENORES	25
6.2. AIRE EN LAS TUBERÍAS DE PVC	28
6.3. GOLPE DE ARIETE	29
6.4. ANCLAJES PARA TUBERÍAS A PRESIÓN.....	30
7. MANTENIMIENTO.....	33
8. ROTULADO	33



TOM® Tecnología de Orientación Molecular, la revolución del PVC

La TOM® (Tecnología de Orientación Molecular) de MOLECOR es la conducción para el transporte del agua a presión más avanzada tecnológicamente del mercado. Dispone de unas características excepcionales para esta aplicación, generadas fundamentalmente mediante el proceso de Orientación Molecular.

El PVC es esencialmente un polímero amorfo, en el que las moléculas se encuentran dispuestas en direcciones aleatorias. Sin embargo, bajo unas determinadas condiciones de presión, temperatura y velocidad, y mediante un estiramiento del material, es posible ordenar las moléculas del polímero en la misma dirección en la que se ha producido dicho estiramiento.

En función de los parámetros del proceso y sobre todo del radio de estiramiento, se obtiene un mayor o menor grado de orientación. El resultado es un plástico con una estructura laminar, cuyas capas se aprecian a simple vista.



El proceso de Orientación Molecular mejora de forma extraordinaria las propiedades físicas y mecánicas del PVC, y le otorga unas características excepcionales, sin alterar las ventajas y propiedades químicas del polímero original. Se consigue así un plástico con unas insuperables cualidades de **resistencia a la tracción y a la fatiga, flexibilidad y resistencia al impacto.**

Aplicado a conducciones a presión, se logra **una tubería de gran resistencia y con una elevadísima vida útil.** A ello se añade una considerable eficiencia energética y medioambiental tanto en la fabricación como en la utilización posterior del producto, así como una reducción en el costo y los tiempos de instalación.

Por todo ello, la tubería **TOM® de PVC Orientado es la mejor solución** para conducciones de agua a media y alta presión destinadas a riego, abastecimiento de agua potable, industria, e impulsiones entre otros usos.

Adaptado de documento de referencia TOM® La nueva Generación de tuberías de PVC Orientado, de MOLECOR
Fuente: <http://molecor.com/es/descargas/catalogos>



MOLECOR EN EL MUNDO

Molecor Tecnología, es una compañía comprometida con la innovación y el desarrollo, con evidente vocación internacional, que comercializa productos y tecnología desarrollada íntegramente en España.

La firme apuesta de Molecor por el I+D (Investigación + desarrollo), va más allá del desarrollo de tecnología y ha sido reconocida con diversas PCT (Tratado de Cooperación en materia de Patentes) registradas en la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) en todo el mundo y con acuerdos con los centros públicos de investigación de mayor reputación.

100% ESPECIALIZACIÓN

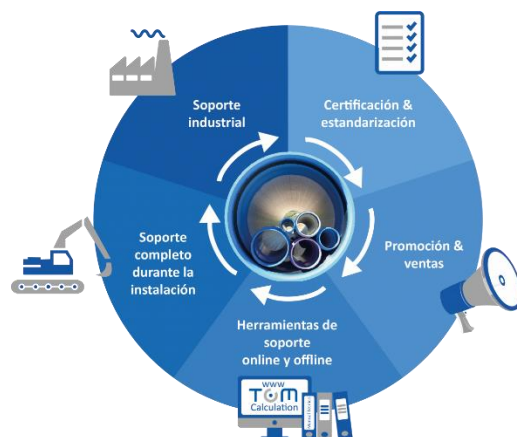
Molecor, se dedica exclusivamente al desarrollo de la **tecnología de Orientación Molecular**, aplicada al PVC y a la implementación de soluciones altamente eficaces, para el transporte de agua a presión. A lo largo de su trayectoria, **Molecor** ha recibido varios premios y reconocimientos, que han contribuido de forma significativa a consolidar su presencia y liderazgo mundial, como compañía dedicada al desarrollo de tecnología para la fabricación de tuberías de **PVC Orientado**.

KNOW HOW

El esfuerzo de la compañía en I+D, así como su dedicación exclusiva al PVC Orientado, han hecho que el conocimiento del sector sea completo pudiendo de esta forma, proporcionar soporte en todas las fases de fabricación e instalación del producto.

Soporte 360°

- Certificación y estandarización.
- Promoción y ventas.
- Herramientas de soporte on-line y off -line.
- Soporte completo durante la instalación.
- Soporte industrial.



Adaptado de documento de referencia TOM® La nueva Generación de tuberías de PVC Orientado, de MOLECOR
Fuente: <http://molecor.com/es/descargas/catalogos>

LA TUBERÍA MÁS RESPETUOSA CON EL MEDIO AMBIENTE

El impacto ambiental de un sistema de tuberías depende de su composición y la aplicación de las mismas, siendo el tipo de materia prima utilizada, el proceso de producción, el acabado del producto y su vida útil, los factores principales que determinan la eficiencia y sostenibilidad durante todo su ciclo de vida.

La tubería PVC Orientado de GERFOR, fabricada con tecnología MOLECOR, es la solución más ecológica de las existentes en el mercado, debido a su mejor contribución en el correcto desarrollo sostenible del planeta, ya que presentan ventajas medioambientales en todas las fases de su ciclo de vida. Resultando así, la más eficiente desde el punto de vista energético.

Economía circular del PVC Orientado

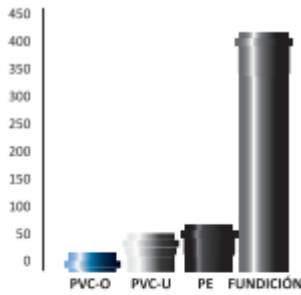


EFICIENCIA EN RECURSOS

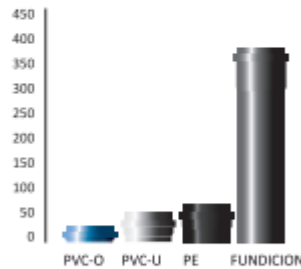
- Sus excepcionales propiedades mecánicas permiten un importantísimo ahorro de materias primas. Para un mismo diámetro nominal exterior, TOM® requiere una menor cantidad de PVC.
- Sólo un 43% de la composición del PVC depende del petróleo. Por tanto, el consumo de este recurso requerido es inferior al de otras soluciones plásticas.
- El consumo de energía es menor en todas las fases del ciclo de vida: extracción de la materia prima, fabricación de la tubería y en el uso de la misma.
- A lo largo de toda su vida útil, TOM® evita el consumo innecesario de gran cantidad de recursos energéticos y reduce las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Adaptado de documento de referencia TOM® La nueva Generación de tuberías de PVC Orientado, de MOLECOR
Fuente: <http://molecor.com/es/descargas/catalogos>

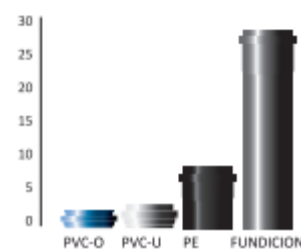
▶ Energía consumida en la tubería (materias primas + fabricación) (kWh)



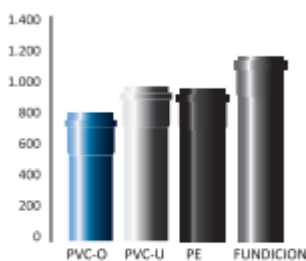
▶ Energía consumida en materias primas (kWh)



▶ Energía consumida en fabricación (kWh)



▶ Energía consumida en bombeo en 50 años (kWh)



Estimación de consumo de energía y emisiones de CO2 derivadas de la producción y uso de las tuberías de PVC-O, PVC-U, PEAD y fundición. Universidad Politécnica de Catalunya, diciembre 2005.

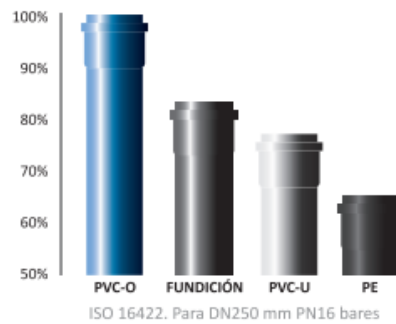
Optimización de Recursos Hídricos

La elevada vida útil y estanqueidad de la tubería TOM® de MOLECOR, hacen de ella el mejor aliado en el ahorro de recursos hídricos.

Las redes de abastecimiento que se instalaron con materiales tradicionales sufren actualmente fugas de hasta un 25% del agua canalizada, y su degradación química hace que algunas conducciones deban ser repuestas en pocos años.

Las canalizaciones para el agua no sólo deben ser resistentes a la presión, también deben transportar la máxima cantidad de agua, consumiendo la mínima cantidad de energía. La extrema lisura de la pared interior de la tubería TOM® de MOLECOR minimiza las pérdidas de carga, por lo que la energía necesaria para el transporte impulsado es menor.

Capacidad hidráulica



Eficiencia en Gestión de Residuos

El PVC es un material 100% reciclable. Pudiendo ser molido y procesado como material reciclado para su uso, en la fabricación de otras aplicaciones plásticas con menos requerimientos técnicos.



Adaptado de documento de referencia TOM® La nueva Generación de tuberías de PVC Orientado, de MOLECOR
Fuente: <http://molecor.com/es/descargas/catalogos>

TUBERÍA PVC ORIENTADO

La orientación de los materiales termoplásticos, es un proceso bien conocido desde hace años. En particular, la orientación ha sido utilizada en la elaboración de envases de PVC, láminas corrugadas y en otras aplicaciones.

El proceso de orientación se emplea para mejorar la calidad de algunas características del material, tales como la resistencia (en especial a largo plazo), la fragilidad (ante golpes externos) y la rigidez (frente al aplastamiento).

La técnica empleada para la orientación tiene mucho que ver con la estructura molecular del material. Por ejemplo, tras un correcto proceso, pero también debido a su longitud, las cadenas moleculares del PVC de un tubo se entrelazan unas con otras de forma aleatoria. Estos entrecruzamientos y la proximidad de las cadenas a intervalos regulares en la estructura generan las características particulares del PVC.



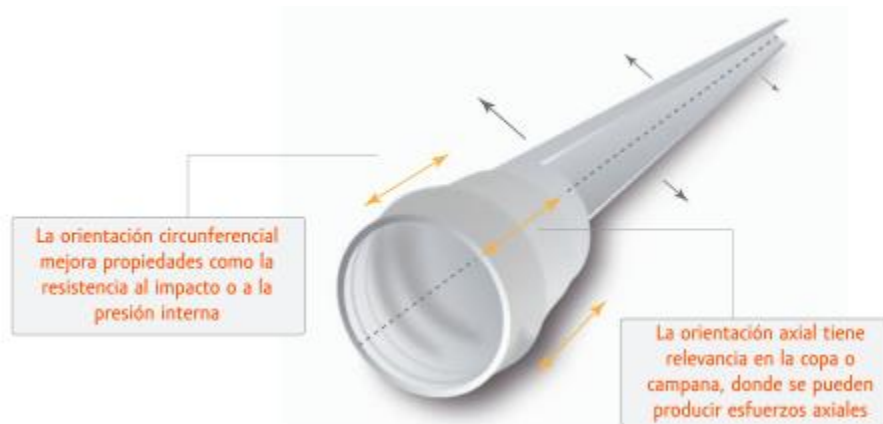
El proceso de orientación molecular modifica la estructura del PVC, ordenando en línea las moléculas del polímero.

Es importante resaltar que, si este material es estirado bajo condiciones específicas, de forma que los entrecruzamientos se conservan intactos, entonces las cadenas moleculares son arrastradas y apiladas unas con otras. Cuando el estiramiento se produce en dos direcciones se habla de "orientación". Así las cosas, la orientación en dos direcciones (a 90° una de otra) no es forzosamente idéntica, permitiendo que el producto sea elaborado a la medida de su aplicación, esta transformación se conoce como PVC Orientado Clase 500.



Lo anterior significa, para el caso particular de una tubería, que tanto la orientación en dirección axial como en dirección radial pueden ser elegidas para diseñar un tubo a la medida de las propiedades requeridas.

En el proceso de orientación, el tubo de dimensiones RDE (Relación Diámetro Espesor), al que se denomina "preforma", es estirado axial y radialmente a una temperatura determinada hasta obtener el diámetro y el espesor requeridos (RDE2), de acuerdo con el grado de orientación alcanzado.



Este proceso de orientación es llevado a cabo a una temperatura promedio entre 80°C y 100°C para asegurar que las moléculas conserven sus entrecruzamientos mientras son realineadas.

La tubería de PVC ORIENTADO es un sistema de unión mecánica, permite un rápido acople entre tuberías y/o accesorios utilizando un sistema de campana no soldada, que a través de un hidrosello garantiza la hermeticidad del sistema y minimiza el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico en redes de agua tratada. Esta tubería es fabricada por GERFOR a partir de un proceso de extrusión de PVC, que cuenta con pared lisa tanto interna como externamente. La tubería PVC Orientado es una tubería destinada a la conducción de agua (cruda o tratada) en líneas de aducción, conducción y distribución en sistemas de acueducto, que presenta características de excelencia como las siguientes:

- Mayor resistencia al impacto.
- Perfecto comportamiento frente al aplastamiento.
- Mayor resistencia a presión hidrostática.
- Mayor capacidad hidráulica.
- Gran resistencia a tracción.
- Excelente comportamiento al golpe de ariete.
- Menores costos de instalación.
- Menor costo de operación.
- Producto más amigable con el medio ambiente.

1. ASPECTOS GENERALES

La tubería de PVC ORIENTADO para acueducto fabricada por GERFOR, cumplen con los requisitos establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en: 1) La Resolución No. 0501 del 04 de Agosto de 2017, por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas y se derogan las resoluciones 1166 de 2006 y 1127 de 2007.

Lo anterior se evidencia mediante el certificado de conformidad expedido por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) como organismo de certificación acreditado. Así mismo, la tubería PVC Orientado clase 500 de GERFOR, cumple con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 5425: Tubos de presión de poli(cloruro de vinilo) Orientado, PVCO; y en la Norma Técnica Colombiana NTC 2295 (Antecedente ASTM D 3139): Uniones con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos empleados para el transporte de fluidos a presión.

2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

2.1. TIPO DE MATERIAL

El compuesto a partir del cual se fabrica la tubería PVC Orientado clase 500 GERFOR para acueducto, consiste sustancialmente de Policloruro de Vinilo (PVC), al que mediante un proceso de orientación molecular, se le otorgan mejoras en las propiedades físicas y mecánicas, sin alterar las ventajas y propiedades químicas del polímero original. La Norma Técnica Colombiana NTC 5425 contempla diferentes clases de material de PVC Orientado clasificados según su HDS (Esfuerzo Hidrostático de Diseño), debido a que la orientación molecular se puede lograr, en mayor o menor medida, dependiendo del proceso de fabricación. **La tubería de PVC Orientado clase 500 de GERFOR, se fabrica solamente según la clase más alta (PVC Orientado 1139)**, ya que por su elevado grado de orientación garantiza un mejor comportamiento mecánico. De esa forma, la tubería **dispone en mayor grado, las ventajas que el PVC Orientado clase 500 presenta sobre otros materiales.**

Los controles generados aseguran que los valores máximos admisibles para la conservación de la calidad del agua se mantengan según lo indicado en la resolución 0501 y detallados a continuación:

Contaminante	Expresado como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Aluminio	Al	0,2
Antimonio	Sb	0,0006
Arsénico	As	0,001
Bario	Ba	0,2
Cadmio	Cd	0,0005
Cobre	Cu	0,13
Cromo total	Cr	0,01
Mercurio	Hg	0,0002
Níquel	Ni	0,02
Plata	Ag	0,01
Plomo	Pb	0,0005
Selenio	Se	0,005

Adicionalmente se controla la cantidad de cloruro de vinilo monómero residual, el cual se garantiza que el resultado es menor o igual a 3,2 mg/kg.

2.2. DIMENSIONES

La tubería de PVC Orientado clase 500 de GERFOR, se suministra en longitudes totales de 6 metros (incluyendo longitud de campana).

PRESIÓN NOMINAL PN							
DIÁMETRO		160 PSI			200 PSI		
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	ESPESOR MINIMO	PESO APROXIMADO	ESPESOR MINIMO	PESO APROXIMADO
Pulg.	mm	mm	mm	mm	kg/m	mm	kg/m
4	114	114,30 ± 0,23	109,7 ± 0,23	2,30	1,60	2,86	1,80
6	168	168,28 ± 0,28	160,86 ± 0,28	3,71	2,75	4,62	3,41
8	219	219,08 ± 0,38	209,42 ± 0,38	4,83	4,66	5,99	5,75
10	273	273,05 ± 0,38	261,01 ± 0,38	6,02	7,25	7,49	8,96
12	323	323,85 ± 0,38	309,57 ± 0,38	7,14	10,19	8,86	12,58
14	355	355,60 ± 0,38	339,9 ± 0,38	7,85	12,30	9,75	15,20
16	406	406,40 ± 0,48	388,46 ± 0,48	8,97	16,07	11,13	19,83

2.3. VENTAJAS DE LA TUBERÍA PVC ORIENTADO

Resistencia al impacto

La tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, es prácticamente indestructible por impacto. En consecuencia, se eliminan las roturas durante la instalación producidas por la manipulación o el punzonamiento. Además, la orientación molecular impide la propagación de grietas y elimina el riesgo de fisuras rápidas, debido a la estructura laminar del tubo. El resultado es un aumento de la vida útil del producto.

La tubería PVC Orientado Clase 500, es sometida a ensayos de resistencia al impacto conforme a lo establecido en la norma NTC 1125, en condiciones de temperatura 23 °C y humedad 50%. Se utiliza una baliza tipo B de masa 9,1 kg., sobre una superficie plana, que al dejarla caer desde una altura determinada, desarrolla la energía que debe ser absorbida por el tubo, sin que se presente grietas o roturas. Esta energía depende del diámetro externo del tubo y va desde 203 hasta 271 Julios.



Liviana: de fácil manejo e instalación

La tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, pesa menos de la mitad que las tuberías de presión convencionales, de PVC - U y las tuberías de polietileno, por esta razón, es fácil de manipular y transportar manualmente sin necesidad de ayudas mecánicas. Durante las instalaciones, las conexiones entre las tuberías se realizan de forma ágil y rápida, y no se recomienda el uso de solventes como unión entre accesorios y tuberías, por su diseño hermético.



PESOS COMPARATIVOS APROXIMADOS - Kg / Tubo					
DIAMETRO	PVC ORIENTADO (160 PSI) GERFOR	PVC ORIENTADO (200 PSI) GERFOR	UNION MECÁNICA RDE 26	UNION MECÁNICA RDE 21	HIERRO DUCTIL
4	9,6	10,8	14,3	17,1	109,2
6	16,5	20,45	31,1	36,8	163,8
8	27,96	34,5	52,6	63,9	222,0
10	43,5	53,76	81,4	98,6	289,8
12	61,14	75,48	119,9	142,7	324,6
14	73,8	91,2	144,5	176,1	393,0
16	96,42	118,93	185,2	228,8	468,5

Comparación PVC.U tradicional y PVC Orientado de Gerfor

CARACTERÍSTICAS	PVC - U	PVC ORIENTADO
Componente	Policloruro de Vinilo PVC	Policloruro de Vinilo PVC
Tecnología	PVC U (No plastificado)	Orientación molecular
Resistencia a la tensión	7.600 psi	11.600 psi
NTC	382 y 2295	5425 y 2295
ASTM	D2241	1483
Resistencia Hidrostatica	3.800 – 4.800 psi	6.800 - 7.900 psi
Presión de Trabajo	RDE 21: 200 PSI RDE 26: 160 PSI	200 PSI 160 PSI
Resistencia al Impacto	NTC 382	ASTM1483, más exigente que PVC U en un 25% de lb Fuerza
Resistencia a la corrosión	Idem	Idem
Operación	23° C	23° C
Peso		40% más livianas que PVC U

Flexibilidad y aplastamiento

El excelente comportamiento elástico de la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, le permite soportar deformaciones de hasta el 100% del diámetro interior. La tubería recupera inmediatamente su forma original tras un aplastamiento o cualquier situación mecánica accidental, eliminando así el riesgo de roturas por deslizamiento del terreno u otros esfuerzos cortantes. Su gran capacidad para soportar cargas, asegura además el perfecto comportamiento de los tubos una vez instalados, así como su adecuación sin afectar estructuralmente las condiciones. Por tanto, a los tubos de PVC Orientado se les realiza un ensayo de aplastamiento entre dos placas paralelas, según la norma NTC 3254.



Resistencia hidrostática a corto plazo

La tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, soporta resistencias a presión interna de más de 3 veces la presión nominal, por lo que tolera sobrepresiones puntuales como los golpes de ariete.

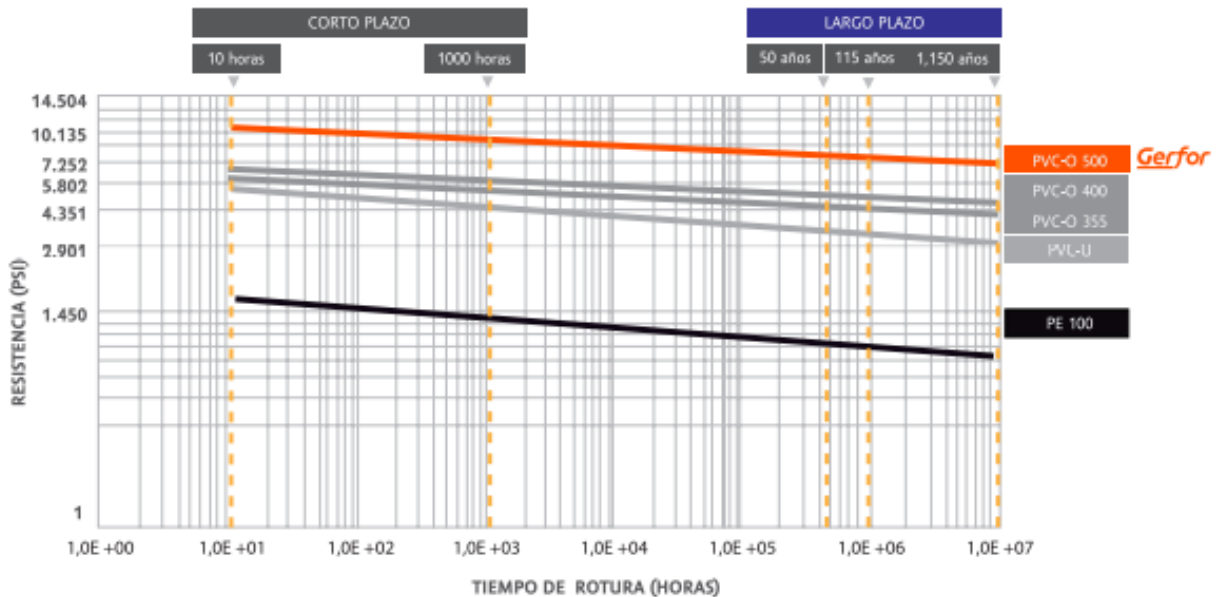
La velocidad de propagación de la onda de presión a través del agua contenida en la tubería de PVC Orientado Clase 500, es menor que en el resto de tuberías (hasta cuatro veces inferior en el caso de las de fundición dúctil), lo que le permite minimizar los golpes de ariete derivados de variaciones bruscas de caudal y presión. Se reduce y casi se elimina la posibilidad de roturas en las aperturas y cierres de las redes y en los arranques de impulsiones, protegiendo a todos los elementos de la red.

Debido a lo anterior, la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, se somete a: I) un ensayo de presión de rotura, conforme con lo establecido en la norma NTC 3579, en condiciones de temperatura 23°C; y II) a ensayos de presión a 1000 horas, conforme con lo establecido en la norma NTC 5494, en condiciones de temperatura 23°C.

Resistencia hidrostática a largo plazo

Se lleva a cabo conforme lo establecido en la norma NTC 5494, por lo que se emplean tapones en los extremos. Se somete el ensayo a una presión única que resulte en falla a 200 horas aproximadamente. Los resultados deben clasificarse mediante el empleo de la extrapolación con mínimos cuadrados, tal y como se describe en la norma NTC 3257.

Curva de regresión de resistencia hidrostática



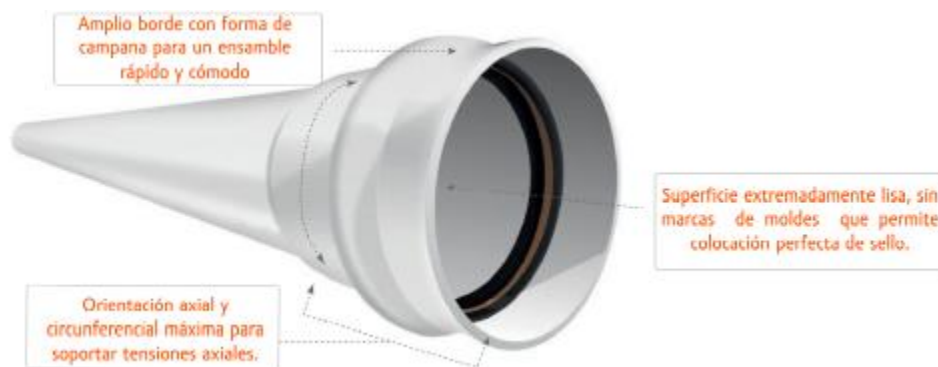
Análisis curvas de regresión de resistencia hidrostática

Teniendo en cuenta que el PVC Orientado Clase 500, tiene una resistencia a la fatiga excepcional y una resistencia química muy buena y común en el PVC convencional, se garantiza una tubería capaz de soportar las presiones de trabajo. Si bien todos los materiales pierden propiedades mecánicas al estar sometidos durante largo tiempo a esfuerzos, característica definida como “fluencia”, ésta se manifiesta en mucho menor grado en el PVC Orientado que en los plásticos convencionales, lo que genera mejores propiedades a largo plazo.

De hecho, la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, es sometida a ensayos de regresión acelerada para demostrar un valor proyectado, a 100.000 horas de esfuerzo hidrostático a largo plazo (LTHS), con un mínimo de 46,92 MPa (6.810 psi).

Campana: características del sistema pvc orientado

La campana es la parte más importante de las tuberías, pues su geometría es más compleja que el resto del tubo y las tensiones son mayores, sobre todo en la dirección axial. Además, su mayor dimensión con respecto al resto del tubo hace que esté más expuesta a impactos, rasguños y otros daños durante su instalación. En la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, se ha modificado la forma clásica de acampanado para darle una mayor garantía, alargando la zona del cuerpo de la campana, permitiendo una instalación más segura. El diseño especial incluye un borde abierto con forma de campana que mejora el sistema de la unión de las tuberías. Además, la tubería PVC Orientado Clase 500, proporciona una orientación localizada para reforzar las áreas donde se concentran las tensiones.



– Campana integrada en el proceso de orientación:

A diferencia de otros sistemas existentes, en la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, se produce la campana al mismo tiempo que el resto de la tubería, por lo que se alcanzan unas condiciones óptimas de orientación molecular. De forma tal que no se hace necesario un segundo proceso de calentamiento y reorientación, el cual podría degradar sus propiedades.

– Moldeado con aire:

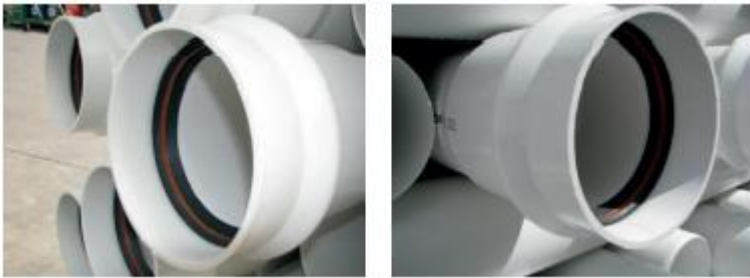
La conformación de la campana se hace con aire, de forma que no queden marcas de unión del molde, rasguños u otras imperfecciones dentro de la superficie interior, lo que asegura una hermeticidad perfecta y facilita la colocación del sello elastomérico.

– Campana: Características del sistema de unión con sello Elastomérico

La tubería de PVC Orientado Clase 500 de GERFOR es desarrollada a través de un sistema de campana integral, con sello elastomérico y alma de polipropileno, instalado en fábrica, que garantiza un adecuado ensamble en obra, evitando así su desplazamiento en el proceso de instalación.

Las juntas de los tubos están diseñadas para que el sello elastomérico, al momento del ensamble y con el uso del lubricante, sea comprimido radialmente para formar el sello hermético.

El sello elastomérico es una combinación entre caucho natural (NR) y sintético, Estireno Butadieno (SBR), que garantiza la hermeticidad del sistema, acompañado de un aro de refuerzo en polipropileno que actúa como un elemento de soporte estructural y permanente de pre-compresión del sello elastomérico contra el tubo, previniendo así tanto la contaminación de la superficie de sello como el desplazamiento en la campana durante el ensamble del espigo. El sello elastomérico es fabricado cumpliendo con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 2536.



2.4. COMPORTAMIENTO FRENTE A CONDICIONES EXTREMAS

Son aquellas condiciones a las que pueden ser sometidas las tuberías y accesorios, pero que podrían afectar la funcionalidad de los mismos debido a que sobrepasan los valores máximos de trabajo para los cuales han sido fabricados. Entre éstas se encuentran:

- Exposición de los productos a los rayos U.V.

Las tuberías en PVC Orientado Clase 500 no deben ser instaladas a la intemperie, ya que los agentes ultravioleta debilitan sus paredes disminuyendo los valores de resistencia al impacto. En caso de realizar instalaciones bajo estas condiciones, consultar con el departamento de Asistencia Técnica.

- Exposición del producto a altas temperaturas externas

Las tuberías y accesorios PVC Orientado y PVC-U, son materiales plásticos, por lo que su exposición a altas temperaturas externas puede afectar sus características de funcionalidad. En caso de ser instaladas en condiciones de temperatura por encima del ambiente, favor contactarse con el departamento de Asistencia Técnica.

- Temperatura de fluido


La temperatura de trabajo del fluido para la tubería y accesorios, de PVC Orientado y PVC-U, es 23°C. Para su uso con temperaturas mayores a las indicadas, contactarse con el departamento de Asistencia Técnica.

2.5. VIDA ÚTIL

La vida útil de las tuberías PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, bajo condiciones normales de operación y servicio, es mayor o igual a 50 años.

3. TUBERÍA PVC ORIENTADO Y ACCESORIOS

Referencias tubería de PVC Orientado Clase 500


PRODUCTO PVC ORIENTADO CLASE 500	200 PSI - 6 mts			160 PSI - 6 mts		
	Código	Diámetro		Código	Diámetro	
		pulg.	mm		pulg.	mm
	100307	4"	114	100306	4"	114
	100273	6"	168	100266	6"	168
	100272	8"	219	100267	8"	219
	100274	10"	273	100268	10"	273
	100275	12"	323	100269	12"	323
	100276	14"	355	100270	14"	355
	100277	16"	406	100271	16"	406

Referencias tubería de PVC Orientado Clase 500

Unión Reparación	Diámetro Nominal		
	Referencia	pulg.	mm
	100343	4	114
	100344	6	168
	100345	8	219
	100375	10	273
	100379	12	323
	103094	14	355

Codo Gran Radio 45°	Diámetro Nominal		
	Referencia	pulg.	mm
	100354	4	114
	100355	6	168
	100356	8	219
	100357	10	273
	100386	12	323
	100394	14	355

Unión Pasante	Diámetro Nominal		
	Referencia	pulg.	mm
	101801	4	114
	100389	6	168
	100391	8	219
	100377	10	273
	100380	12	323
	100382	14	355

Codo Gran Radio 22,5°	Diámetro Nominal		
	Referencia	pulg.	mm
	100360	4	114
	100361	6	168
	100362	8	219
	100369	10	273
	100385	12	323
	100393	14	355

Codo Gran Radio 90°	Diámetro Nominal		
	Referencia	pulg.	mm
	100348	4	114
	100349	6	168
	100350	8	219
	100351	10	273
	100387	12	323

Codo Gran Radio 6°	Diámetro Nominal		
	Referencia	pulg.	mm
	100396	8	219
	100383	12	323

Codo Gran Radio 11,25°	Diámetro Nominal		
	Referencia	pulg.	mm
	100365	4	114
	100366	6	168
	100367	8	219
	100370	10	273
	100384	12	323
	100392	14	355

Collar de Derivación	Diámetro Nominal	
	Referencia	pulg.
	100619	4 x 1/2
	100620	4 x 3/4
	100716	6 x 1/2
	100717	6 x 3/4

4. MANEJO EN ALMACEN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

4.1. MANEJO

El manejo de la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR se puede realizar de forma manual, con equipos o medios mecánicos como grúa, carretilla elevadora y pala mecánica debido a su fácil manipulación. Es indispensable verificar, antes de la manipulación de la tubería, que no presente golpes o abolladuras. Para el caso de camiones cubiertos, en el momento de descargar, los tubos se deben impulsar desde adentro del camión hacia fuera, tratando de deslizarlos, evitando golpear la tubería en el descargo.

4.2. ALMACENAMIENTO

La tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, se debe almacenar horizontalmente en una superficie plana. Si es necesario, puede ser apoyada en listones con el fin de evitar el fenómeno de pandeo en la tubería. La altura máxima permitida en el almacenamiento de la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, es de 2 metros, intercalando el espigo y la campana, de modo que exista una buena acomodación entre ellas. Para alturas de almacenamiento superiores, es necesario disponer de un nuevo soporte con el propósito de evitar deformaciones en la tubería. También se recomienda que la tubería no se almacene cerca a fuentes de calor.



4.3. TRANSPORTE

Durante el tiempo de transporte los tubos deben descansar por completo en la superficie de apoyo, la cual debe estar libre de elementos punzantes que puedan ocasionar daños a la tubería. Si la plataforma del vehículo no es plana a causa de salientes, es conveniente colocar listones de madera o elementos similares para compensar la superficie y evitar posibles daños a la tubería.

Se debe evitar que los tubos rueden, por lo que se recomienda sujetarlos con cordel o cuerda. No utilizar cables ni alambres. Debido a la flexibilidad de los tubos, es necesario evitar que no sobresalgan más de 1 metro de la parte posterior del vehículo, en una longitud que permita el balanceo de los mismos.

Si el tubo lo permite, es posible colocar durante el tiempo de transporte tuberías de menor diámetro dentro de las de mayor diámetro; de lo contrario, se deben colocar los diámetros mayores primero en la parte baja de la plataforma del camión.



5. RECOMENDACIONES

5.1. RECOMENDACIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

La instalación de la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, se debe realizar de acuerdo con los requisitos de la norma AWWA C605 o equivalente NTC 3742 y 2785.

Instalar tuberías y accesorios a la intemperie no es un procedimiento recomendable, debido a que las prolongadas exposiciones a los rayos ultravioleta (U.V) disminuyen la vida útil del producto. Aplique pinturas de tipo vinílico en caso de realizar este tipo de instalaciones.

Es preciso recordar que se debe conservar la profundidad mínima permitida de acuerdo con las siguientes características expuestas en la resolución 0330 de 2017:

Profundidades mínimas a cota clave de la tubería

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DE LA TUBERÍA (mts)	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
Vías peatonales, zonas verdes o agrícolas	0,6	1,00
Vías vehiculares	1,00	1,00

Tomado de Resolución 0330 de 2017 - Reglamento Técnico RAS

No use los productos de PVC Orientado Clase 500, para conducir y/o almacenar aire o gases comprimidos. El uso inadecuado de estos productos puede causar fallas en los mismos. Se recomienda la instalación a una distancia entre 0.20 y 0.30 metros por encima de la superficie superior de la tubería. Igualmente se debe utilizar una cinta de 10 cm. de ancho, que indique la presencia de la tubería y el fluido que conduce.

Está permitido el uso de accesorios complementarios en Hierro Dúctil, con la especificación Extremo Liso para PVC, Junta Hidráulica o Garra de tigre para PVC.

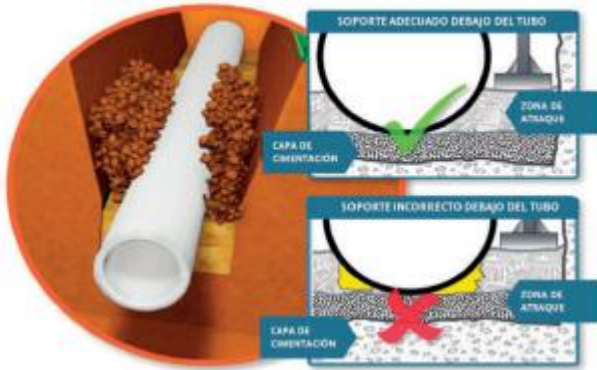
5.1.1. MANEJO EN INSTALACIÓN

Al momento de instalar la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El ancho de la zanja a excavar debe tener la abertura adecuada, de manera que permita al personal de la obra manipular el tubo de forma correcta, ágil y segura. Recuerde que la tubería debe quedar lo más centrada posible, con el fin de garantizar un correcto confinamiento. El ancho óptimo de la zanja debe tener un mínimo de 30 cm. más el diámetro del tubo, de modo que la distancia entre la pared de la excavación y la del tubo sea de 15 cm. aproximadamente.
- Al momento de ensamblar la tubería, es necesario que el espigo y la campana estén totalmente limpios.
- Utilizar lubricante GERFOR para el espigo y campana, ya que el uso de otros productos puede generar un deterioro prematuro del Sello Elastomérico. El lubricante GERFOR es fabricado a base de aceite vegetal, por lo que este producto no reacciona con el sello Elastomérico.
- Revise que el personal relacionado con las labores de instalación tenga todos los elementos de seguridad industrial con el fin de prevenir accidentes.
- Recuerde realizar el atraque adecuado en la tubería, garantizando que ésta no se mueva y quede centrada.



SOPORTES Y COMPACTACIÓN



Para evitar que se generen vacíos en la zona de apoyo de la tubería, tenga en cuenta que las capas de relleno a compactar no deben superar los 20 cm de espesor.



La compactación se debe realizar manualmente con pisón hasta los 30 cm. Después de 45 cm. se puede usar equipo mecánico.

5.1.2. EXCAVACIÓN

Toda excavación se debe mantener estable por si misma o estar soportada de forma adecuada para la construcción. No se puede presumir la estabilidad de la excavación en suelos duros o materiales rocosos sin investigaciones y estudios previos. Para tener un buen comportamiento de las tuberías flexibles se deben respetar los anchos de zanja mínimos y máximos.

De hecho, el ancho de la zanja debe ser el mínimo posible. Se recomienda el diámetro exterior de la tubería más 30 cm. El fondo de la zanja debe ser preparado para la colocación directa del tubo, por lo que debe ser continuo, relativamente suave, libre de piedras y capaz de proveer apoyo uniforme. La profundidad de la zanja deberá ser establecida por el diseñador, dependiendo de las condiciones particulares del terreno y del uso del mismo. Se debe conservar las separaciones mínimas permitidas con otros servicios públicos de acuerdo con la regulación vigente.

- Profundidad de instalación a cota clave

La profundidad mínima de instalación de la tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR es de 60 cm. en zonas peatonales y de 1.0 metros en zonas de flujo vehicular.

Para aquellos casos donde sea necesario colocar la tubería entre 0.6 y 1.0 metros de profundidad en zonas de flujo vehicular, es necesario diseñar un sistema de protección tipo cárcamo, que debe tener en cuenta las cargas actuantes. La profundidad máxima de instalación de las tuberías debe ser de 1,5 m. Para casos especiales, favor consultar con el departamento Técnico de Infraestructura.

5.1.3. CIMENTACIÓN

La tubería se debe instalar sobre un encamado de arena, con un espesor de 10 cm. aproximadamente.

5.1.4. PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DE TUBERÍA

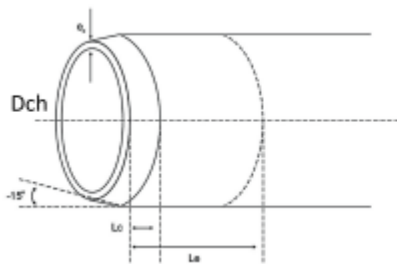
Verificar que la campana y el espigo de la tubería se encuentren limpios y libres de partículas que puedan afectar el acoplamiento de las tuberías.



Se debe aplicar lubricante GERFOR, sobre el espigo de la tubería y en el interior, en el sello alojado en la campana.

Verificar la alineación de los tramos que se van a instalar. El acoplamiento se debe hacer ejerciendo presión desde el extremo, protegiendo la campana con un bloque de madera en forma horizontal. Es necesario desplazar el tubo hasta la marca que presenta externamente el espigo. Si ésta no aparece, se debe marcar el extremo del tubo que va a ingresar en la campana, de forma que quede un espacio de 2 cm. entre el espigo y el tope de la campana.

Si es necesario realizar un corte a la tubería, se debe biselar el espigo en un ángulo de inclinación de 15°. La profundidad del bisel debe ser igual a la mitad del espesor del tubo.



DÍAMETRO NOMINAL, PULGADAS	DÍAMETRO EXTERNO EN CHAFLAN (Dch)	LONGITUD CHAFLAN (Lc)	LONGITUD MARCA ESIPO (Le)
4	111.2	6	130
6	161.1	14	160
8	211.0	15	170
10	263.9	17	190
12	313.9	19	210
14	344.7	20	220
16	394.8	22	300

Dimensiones del Espigo de tubería presión

ACOMETIDAS



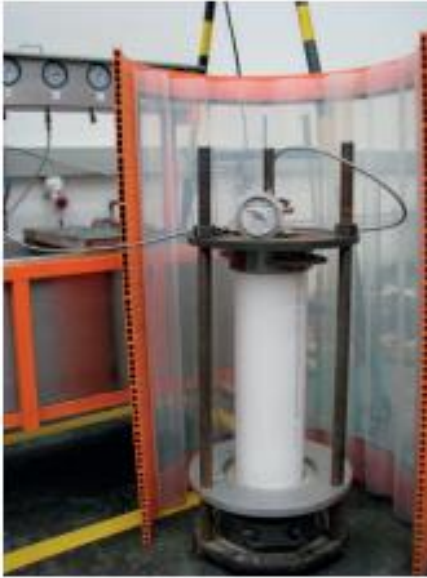
Para efectuar instalaciones domiciliarias se debe realizar una excavación que permita la instalación del collar de derivación.

Recuerde instalar los elementos roscados colocando previamente cinta teflón y ajustar con una llave correa o manualmente.

5.2. PRUEBAS DE CAMPO AL SISTEMA

5.2.1. PRUEBA HIDROSTÁTICA EN TUBERÍAS PVC ORIENTADO

El objetivo del ensayo es verificar que una red de acueducto funcione bajo una presión definida por el diseñador y que no presente ningún tipo de fuga o escape más allá de los rangos estipulados como aceptables.



La prueba está basada en los procedimientos establecidos por la AWWA

M23. Para la realización de la prueba hidráulica es necesario contar con los siguientes elementos o equipos que garantizarán la efectividad de la prueba de presión hidrostática:

- Sistema de bombeo con capacidad suficiente para elevar la presión a la requerida por la prueba.
- Tuberías y acoples de conexión.
- Manómetros de presión, con el rango establecido por la prueba.
- Válvulas de corte.
- Collares de derivación, tanto para el ingreso de agua al sistema como para evacuación de aire.
- Válvula de ventosa para prueba, con el ánimo de evacuar el aire presente en las tuberías.
- Anclajes temporales.
- Tapones temporales.

Durante la prueba hidráulica se deben tener en cuenta los requerimientos de seguridad industrial para proteger, en caso de fallar la tubería, tanto al personal como a las propiedades públicas o privadas. La longitud del tramo a probar estará determinada por la verificación del cumplimiento de todas las condiciones técnicas que permitan realizar la prueba de forma segura. Se recomienda realizar pruebas sobre tramos menores a 500 metros.

Determinación de la presión de ensayo

$$PE = PT \times 1,5 \quad \text{Donde:}$$

PE = Presión de ensayo en PSI
PT = Presión de trabajo en PSI

Consideraciones:

- La PE no debe ser menor al 125% de la presión de trabajo en el punto más alto de sección de la prueba.
- la PE no debe ser menor al 80% de la presión de trabajo indicada en la tubería por GERFOR.
- La PE no debe superar el 110% de la presión de trabajo indicada en la tubería por GERFOR.

5.2.1.2. PROCEDIMIENTO PRUEBA HIDROSTÁTICA

- Verificar que las válvulas para extracción de aire (ventosas) se encuentren abiertas.
- Verificar la correcta instalación de tapones, anclajes y todos aquellos elementos estructurales para la contención de las tuberías y válvulas.
- Instalar los registros de corte, válvulas de ventosa y manómetros requeridos para la prueba.

- Llenar la tubería con agua potable a una velocidad del 10% de la velocidad de diseño, comenzando desde el punto más bajo del tramo para permitir la correcta salida del aire.
- Presurizar la red de 24 a 48 horas con la presión de trabajo de la tubería, con el fin de expulsar completamente el aire presente en el tramo y estabilizar la tubería.
- Aumentar la presión de manera estable hasta alcanzar la PE.
- Mantener la presión estable, mediante la inyección, por un período de tiempo no menor a una hora.
- Al cabo de este tiempo, desconectar la bomba y no permitir el ingreso de agua al sistema durante una hora. Podría ser un período de tiempo mayor si está especificado por el interventor.
- Pasado este lapso, medir y registrar la presión que se redujo. Luego se debe bombear agua al interior de la tubería hasta restablecer la presión de ensayo PE.
- Finalmente, comparar el volumen requerido con el volumen indicado en la siguiente ecuación:

$$L = (N \times D \times \sqrt{P}) / 130419 \quad \text{Donde:}$$

L= Pérdida de agua admisible en litros/ hora
 N= Número de uniones presentes que hay en la longitud de tubería ensayada.
 D= Diámetro interno de la tubería en milímetros.
 P= Presión de ensayo promedio durante la prueba hidrostática en kilopascales.

- La cantidad de agua medida en el ensayo no debe exceder el valor calculado en la ecuación.

5.2.2. DESINFECCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Antes de poner en servicio cualquier red de distribución, ésta debe ser desinfectada. Para ello, se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Antes de aplicar el desinfectante, es necesario lavar la tubería haciendo circular agua a través de ella, para luego descargarla por las válvulas de purga con el fin de remover todo el material extraño.
2. El desinfectante se debe aplicar donde inicia la ampliación de la red de distribución, para el caso de ampliaciones/extensiones, o en el inicio de la red de distribución, cuando ésta sea nueva. Para secciones de la red de distribución localizada entre válvulas, el desinfectante debe aplicarse por medio de un registro de incorporación.
3. Se debe utilizar cloro o hipoclorito de sodio como desinfectante.
4. Es necesario que la cantidad de cloro produzca una concentración mínima de 50 ppm.
5. El período de retención del agua desinfectada dentro de la red de distribución no debe ser menor a 24 horas. Después de este lapso, el contenido de cloro residual debe ser como mínimo 5 ppm.
6. Una vez que se realice la cloración y pase el período de prueba, se debe descargar completamente la tubería. Cuando se hagan reparaciones en alguna de las tuberías que conforman la red de distribución, el tramo debe someterse a desinfección.
7. Antes de entregar el servicio de la red de distribución, se debe hacer un muestreo final para llevar a cabo un análisis microbiológico. En caso de que éste demuestre que la calidad de agua no cumple con el Decreto 1575 de 2007, la tubería deberá desinfectarse nuevamente.
8. Es necesario que el proceso de desinfección se realice según la Norma NTC 4246 o la Norma AWWA C 651.

5.3. LUBRICANTE

El lubricante GERFOR, es un producto elaborado a base de aceites vegetales que permite el fácil desplazamiento del tubo con el bisel dentro de la campana, evitando que existan variaciones en la potabilidad del servicio.

Aplique siempre lubricante GERFOR sobre el extremo del tubo (espigo) y en la parte interior de la unión.



DÍAMETRO (pulgadas)	RENDIMIENTO (No. UNIONES * 500 G)
4	10
6	45
8	30
10	20
12	15
14	12
16	

6. DISEÑO HIDRÁULICO

La conducción es uno de los componentes de un sistema de acueducto a través del cual se transporta el agua hasta las diferentes ciudades. La mayoría de las conducciones implican sistemas de tuberías a presión, que son las más frecuentes y, por tanto, existen diversas fórmulas para el cálculo de la tubería.

$$hf = \frac{6,842 \times l \times v^{1,851}}{c^{1,851} \times d^{1,167}}$$

ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS

hf = Pérdida en mca (m/m)

v = Velocidad del fluido (m/s)

l = Longitud (m)

c = Coeficiente Rugosidad de la tubería (C = 150 para Tuberías PVC)

d = diámetro interno de la tubería (m)

Ecuación de Darcy - Weisbach en conjunto con la ecuación de Colebrook

Para el cálculo hidráulico y la determinación de las pérdidas por fricción en las tuberías a presión que conformen el sistema de acueducto, se puede utilizar la ecuación de Darcy-Weisbach en conjunto con la ecuación de Colebrook White, la cual es adecuada para todos los tipos de flujo turbulento, desde hidráulicamente liso hasta hidráulicamente rugoso.

En todos los casos, el diseñador debe dejar claramente establecidas las suposiciones hechas para el cálculo del factor de fricción.

ECUACIÓN DE DARCY – WEISBACH EN CONJUNTO CON LA ECUACIÓN DE COLEBROOK

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación Darcy – Weisbach:

- H_f = Pérdida por fricción.
- f = Factor de fricción.
- L = Longitud de la tubería (m).
- D = Diámetro de la tubería (m).
- V = Velocidad media del fluido (m/s).
- g = Aceleración de la gravedad (m/s²).



El coeficiente de fricción de Darcy, f, para flujo laminar ó turbulento:

Flujo Laminar Re < 2000	Flujo Turbulento Re > 4000 Desde flujo hidráulicamente liso a flujo hidráulicamente rugoso	Número de Reynolds
$f = \frac{64}{Re}$	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{K_s}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$	$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu}$
Re = Número de Reynolds (adimensional). f = Factor de fricción. (adimensional).	K _s = Rugosidad absoluta de la tubería (m). f = Factor de fricción. (adimensional). (Para calcular el factor de fricción se debe utilizar un proceso iterativo). D = Diámetro de la tubería (m). Re = Número de Reynold (adimensional).	ρ = Densidad del fluido (kg / m ³) μ = Viscosidad dinámica del fluido (Pa · s). v = Velocidad media del fluido (m/s). D = Diámetro de la tubería (m).

DENSIDAD Y VISCOSIDAD DEL AGUA SEGÚN LA TEMPERATURA

TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD, ρ (kg./m ³)	VISCOSIDAD, μ (x 10 ⁻⁴ Pa·s)
0	999,9	1,792
5	1000,0	1,519
10	999,7	1,308
15	999,1	1,140
20	998,2	1,005
30	995,7	0,801
40	992,2	0,656
50	988,1	0,549

VALORES DE RUGOSIDAD ABSOLUTA

MATERIAL	RUGOSIDAD ABSOLUTA k _s (mm)
Acero comercial	0,45
CCP	0,12
Hierro dúctil	0,25
GRP	0,030
Polietileno	0,007
PVC Orientado Clase 500	0,0015

6.1. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS MENORES

Para el cálculo de las pérdidas menores producidas en curvas, tees, válvulas y otros accesorios se recomienda la siguiente ecuación:

$$h_m = k_m \times (v^2 / 2g)$$

- K_m = Coeficiente de pérdidas menores (adimensional).
- V = Velocidad media del fluido (m/s).
- g = Aceleración de la gravedad (m/s²).

TABLA DE HAZEN WILLIAMS (CAUDAL / VELOCIDAD / PÉRDIDAS)

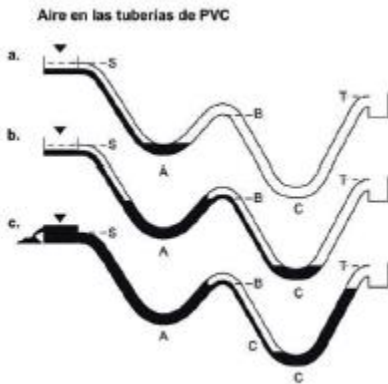
		160 PSI											
DIÁMETRO NOMINAL (Pulgadas)		6		8		10		12		14		16	
DIÁMETRO EXTERIOR (mm)		168,28		219,09		273,05		323,85		355,6		406,4	
DIÁMETRO INTERIOR (mm)		160,9		209,4		261		309,6		339,9		388,5	
CAUDAL		Velocidad		Velocidad		Velocidad		Velocidad		Velocidad		Velocidad	
gal/min	l/s	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m
10	0,63	0,03	0,000										
16	1,01	0,05	0,000										
20	1,26	0,06	0,000										
25	1,58	0,08	0,000										
30	1,89	0,09	0,001	0,05	0,000								
35	2,21	0,11	0,001	0,06	0,000								
40	2,25	0,12	0,001	0,07	0,000								
45	2,84	0,14	0,001	0,08	0,000								
50	3,15	0,16	0,002	0,09	0,000	0,06	0,000						
60	3,78	0,19	0,002	0,11	0,001	0,07	0,000						
70	4,41	0,22	0,003	0,13	0,001	0,08	0,000						
80	5,05	0,25	0,004	0,15	0,001	0,09	0,000						
90	5,68	0,28	0,005	0,16	0,001	0,11	0,000						
100	6,31	0,31	0,006	0,18	0,002	0,12	0,001	0,08	0,000				
150	9,46	0,47	0,013	0,27	0,004	0,18	0,001	0,13	0,001				
200	12,61	0,62	0,022	0,37	0,006	0,24	0,002	0,17	0,001	0,14	0,001		
250	15,77	0,78	0,034	0,46	0,009	0,29	0,003	0,21	0,001	0,14	0,001		
300	18,92	0,93	0,047	0,55	0,013	0,35	0,004	0,25	0,002	0,21	0,001	0,16	0,001
350	22,07	1,09	0,063	0,64	0,017	0,41	0,006	0,29	0,003	0,24	0,002	0,19	0,001
400	25,23	1,24	0,081	0,73	0,022	0,47	0,008	0,34	0,003	0,28	0,002	0,21	0,001
450	28,38	1,40	0,100	0,82	0,028	0,53	0,010	0,38	0,004	0,31	0,003	0,24	0,001
500	31,53	1,55	0,122	0,92	0,034	0,59	0,012	0,42	0,005	0,35	0,003	0,27	0,002
550	34,59	1,71	0,145	1,01	0,040	0,65	0,014	0,46	0,006	0,38	0,004	0,29	0,002
600	37,84	1,86	0,171	1,10	0,047	0,71	0,016	0,50	0,007	0,42	0,004	0,32	0,002
650	40,99	2,02	0,198	1,19	0,055	0,77	0,019	0,54	0,008	0,45	0,005	0,35	0,003
700	44,15	2,17	0,227	1,28	0,063	0,83	0,022	0,59	0,009	0,49	0,006	0,37	0,003
750	47,30	2,33	0,258	1,37	0,072	0,88	0,024	0,63	0,011	0,52	0,007	0,40	0,004
800	50,45	2,48	0,291	1,47	0,081	0,94	0,028	0,67	0,012	0,56	0,008	0,43	0,004
850	53,61	2,64	0,325	1,56	0,090	1,00	0,031	0,71	0,013	0,59	0,009	0,45	0,004
900	56,76	2,79	0,361	1,65	0,100	1,05	0,034	0,75	0,015	0,63	0,009	0,48	0,005
950	59,91	2,95	0,400	1,74	0,111	1,12	0,038	0,80	0,016	0,66	0,010	0,51	0,005
1,000	63,07	3,10	0,439	1,83	0,122	1,18	0,042	0,84	0,018	0,70	0,012	0,53	0,006
1,100	69,37	3,41	0,524	2,01	0,145	1,30	0,050	0,92	0,022	0,76	0,014	0,59	0,007
1,200	75,68	3,72	0,616	2,20	0,171	1,41	0,058	1,01	0,025	0,83	0,016	0,64	0,008
1,300	81,99	4,03	0,714	2,38	0,198	1,53	0,068	1,09	0,029	0,90	0,019	0,69	0,010
1,400	88,29	4,34	0,819	2,56	0,227	1,65	0,078	1,17	0,034	0,97	0,021	0,74	0,011
1,500	94,60	4,65	0,931	2,75	0,258	1,77	0,088	1,26	0,038	1,04	0,024	0,80	0,013
1,600	100,91	4,96	0,1049	2,93	0,325	1,89	0,099	1,34	0,043	1,11	0,027	0,85	0,014
1,700	107,21			3,11	0,361	2,00	0,111	1,42	0,048	1,18	0,031	0,90	0,016
1,800	113,52			3,30	0,400	2,12	0,124	1,51	0,054	1,25	0,034	0,96	0,018
1,900	119,83			3,48	0,439	2,25	0,137	1,59	0,059	1,32	0,038	1,01	0,020
2,000	126,13			3,66	0,464	2,36	0,150	1,68	0,065	1,39	0,042	1,06	0,022
2,500	157,67			4,58		2,95	0,227	2,09	0,099	1,74	0,063	1,33	0,033
3,000	189,20					3,54	0,318	2,51	0,139	2,09	0,088	1,60	0,046
3,500	220,73					4,13	0,423	2,93	0,184	2,43	0,117	1,86	0,061
4,000	252,27					4,72	0,542	3,35	0,236	2,78	0,150	2,13	0,078
4,500	283,80							3,77	0,294	3,13	0,186	2,39	0,097
5,000	315,33							4,19	0,357	3,48	0,226	2,66	0,118
5,500	346,87							4,61	0,426	3,82	0,270	2,93	0,141
6,000	378,40									4,17	0,317	3,19	0,165
6,500	409,93									4,52	0,368	3,46	0,192
7,000	441,47									4,87	0,422	3,72	0,220
7,500	473,00											3,99	0,250
8,000	504,53											4,26	0,282
8,500	536,07											4,52	0,315
9,000	567,60											4,79	0,351

TABLA DE HAZEN WILLIAMS (CAUDAL / VELOCIDAD / PÉRDIDAS)

		200 PSI											
DIÁMETRO NOMINAL (Pulgadas)		6		8		10		12		14		16	
DIÁMETRO EXTERIOR (mm)		168,28		219,08		273,05		323,85		355,6		406,4	
DIÁMETRO INTERIOR (mm)		159,1		207,1		258,1		306,1		339,1		384,1	
CAUDAL		Velocidad		Velocidad		Velocidad		Velocidad		Velocidad		Velocidad	
		Pé		Pé		Pé		Pé		Pé		Pé	
gal/mín	l/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
10	0.63	0.03	0.000										
16	1.01	0.05	0.000										
20	1.26	0.06	0.000										
25	1.58	0.08	0.001										
30	1.89	0.10	0.001										
35	2.21	0.11	0.001	0.06	0.000								
40	2.52	0.13	0.001	0.07	0.000								
45	2.84	0.14	0.001	0.07	0.000								
50	3.15	0.16	0.002	0.08	0.000	0.06	0.000						
60	3.78	0.19	0.003	0.09	0.001	0.07	0.000						
70	4.41	0.22	0.003	0.11	0.001	0.08	0.000						
80	5.05	0.25	0.004	0.13	0.001	0.10	0.000						
90	5.68	0.29	0.005	0.15	0.001	0.11	0.001						
100	6.31	0.32	0.007	0.17	0.001	0.12	0.001	0.09	0.000				
150	9.46	0.48	0.014	0.19	0.002	0.18	0.001	0.13	0.001				
200	12.61	0.63	0.024	0.28	0.004	0.24	0.002	0.17	0.001	0.14	0.001		
250	15.77	0.79	0.036	0.37	0.007	0.30	0.003	0.21	0.001	0.18	0.001		
300	18.92	0.95	0.050	0.47	0.010	0.36	0.005	0.26	0.002	0.21	0.001	0.16	0.001
350	22.07	1.11	0.066	0.56	0.014	0.42	0.006	0.30	0.003	0.25	0.002	0.19	0.001
400	25.23	1.27	0.085	0.66	0.018	0.48	0.008	0.34	0.004	0.28	0.002	0.22	0.001
450	28.38	1.43	0.106	0.75	0.024	0.54	0.010	0.39	0.004	0.32	0.003	0.24	0.001
500	31.53	1.59	0.129	0.84	0.029	0.60	0.012	0.43	0.005	0.36	0.003	0.27	0.002
550	34.69	1.74	0.153	0.94	0.036	0.66	0.015	0.47	0.006	0.39	0.004	0.30	0.002
600	37.84	1.90	0.180	1.03	0.042	0.72	0.017	0.51	0.007	0.43	0.005	0.33	0.002
650	40.99	2.06	0.209	1.12	0.050	0.78	0.020	0.56	0.009	0.46	0.005	0.35	0.003
700	44.15	2.22	0.240	1.22	0.058	0.84	0.023	0.60	0.010	0.50	0.006	0.38	0.003
750	47.30	2.38	0.272	1.31	0.066	0.90	0.026	0.64	0.011	0.53	0.007	0.41	0.004
800	50.45	2.54	0.307	1.40	0.075	0.96	0.029	0.69	0.013	0.57	0.008	0.44	0.004
850	53.61	2.70	0.344	1.50	0.085	1.02	0.033	0.73	0.014	0.60	0.009	0.46	0.005
900	56.76	2.86	0.382	1.59	0.095	1.08	0.036	0.77	0.016	0.64	0.010	0.49	0.005
950	59.91	3.01	0.422	1.68	0.106	1.15	0.040	0.81	0.017	0.68	0.011	0.52	0.006
1,000	63.07	3.17	0.464	1.78	0.117	1.21	0.044	0.86	0.019	0.71	0.012	0.54	0.006
1,100	69.37	3.49	0.554	1.87	0.129	1.33	0.052	0.94	0.023	0.78	0.015	0.60	0.008
1,200	75.68	3.81	0.650	2.06	0.153	1.45	0.062	1.03	0.027	0.85	0.017	0.65	0.009
1,300	81.99	4.12	0.754	2.25	0.180	1.57	0.071	1.11	0.031	0.92	0.020	0.71	0.010
1,400	88.29	4.44	0.865	2.43	0.209	1.69	0.082	1.20	0.036	1.00	0.023	0.76	0.012
1,500	94.60	4.76	0.983	2.62	0.240	1.81	0.093	1.29	0.041	1.07	0.026	0.82	0.013
1,600	100.91	5.08	0.1108	2.81	0.272	1.93	0.105	1.37	0.046	1.14	0.029	0.87	0.015
1,700	107.21			3.00	0.307	2.05	0.117	1.46	0.051	1.21	0.032	0.93	0.017
1,800	113.52			3.18	0.343	2.17	0.131	1.54	0.057	1.28	0.036	0.98	0.019
1,900	119.83			3.37	0.381	2.29	0.144	1.63	0.063	1.35	0.040	1.03	0.021
2,000	126.13			3.56	0.422	2.41	0.159	1.71	0.069	1.42	0.044	1.09	0.023
2,500	157.67			3.74	0.464	3.01	0.240	2.14	0.105	1.78	0.066	1.36	0.035
3,000	189.20			4.68	0.670	3.62	0.336	2.57	0.146	2.13	0.093	1.63	0.048
3,500	220.73					4.22	0.447	3.00	0.195	2.49	0.124	1.90	0.064
4,000	252.27					4.82	0.572	3.43	0.249	2.84	0.158	2.18	0.083
4,500	283.80							3.86	0.310	3.20	0.197	2.45	0.103
5,000	315.33							4.29	0.377	3.55	0.239	2.72	0.125
5,500	346.87							4.71	0.450	3.91	0.285	2.99	0.149
6,000	378.40									4.27	0.335	3.27	0.175
6,500	409.93									4.62	0.389	3.54	0.203
7,000	441.47									4.98	0.446	3.81	0.233
7,500	473.00											4.08	0.264
8,000	504.53											4.35	0.298
8,500	536.07											4.63	0.333
9,000	567.60											4.90	0.371

6.2. AIRE EN LAS TUBERÍAS DE PVC

En las conducciones de agua, el aire aparece principalmente como grandes bolsas estacionarias o como burbujas móviles de diversos tamaños, las cuales restringen el paso del agua a través de las tuberías ocasionando una disminución en la sección de flujo, aumentando la pérdida de carga y generando una disminución en el caudal.



Es importante tener en cuenta que debido a la elasticidad de las burbujas y/o bolsas de aire, se originan compresiones y dilataciones alternativas que podrían generar sobrepresiones en las tuberías. Lo anterior puede ocasionar un desplazamiento brusco en las masas de aire, provocando golpes de ariete en el sistema.

Sin embargo, cuando se trata de desocupar las tuberías, es necesario que el aire ingrese al sistema con el fin de evitar un colapso. Por tal motivo, se recomienda la utilización de válvulas de ventosa o mecanismos para el manejo del aire dentro de las tuberías.

El procedimiento para la selección del tipo y diámetro de ventosa a utilizar depende de las condiciones del sistema, y se recomienda seguir las especificaciones descritas por los fabricantes de las mismas. Cálculo de ventosa cámara sencilla (Tomado del libro: Acueductos, teoría y diseño)

$$W_a = C \times K \times A \times P \times \sqrt{\mu/T}$$

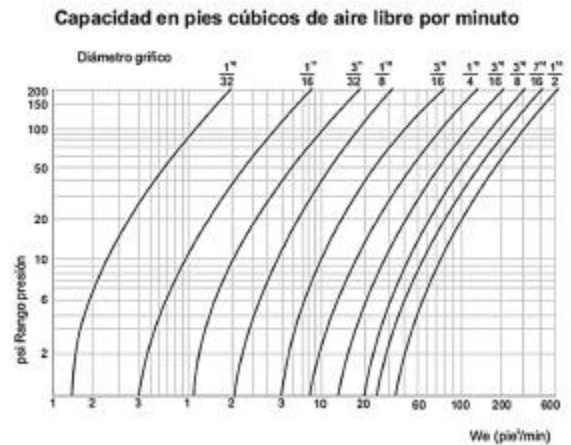
- W_a = Peso del Aire (lb/hora)
- C = Constante para gases en función de peso específico
- K = Coeficiente de descarga
- A = Área de la entrada a la ventosa (in²)
- P = Presión Atmosférica (lb/in²)
- μ = Masa del aire (lb)
- T = Temperatura Absoluta (oF)

Cálculo de válvula de ventosa cámara doble:

Para el cálculo del diámetro de la ventosa, se debe tener en cuenta la situación más desfavorable, determinada por la rata de flujo de aire.

$$Q_a = 3,53 \times 10^{-2} \times Q_b$$

- Q_a = Flujo aire para el llenado de tubería (L/s)
- Q_b = Caudal de la Bomba (gal/min)



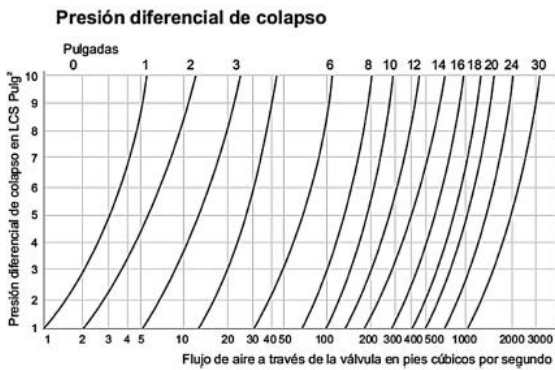
Cálculo de válvula de ventosa - Pendientes Adyacentes:

$$Q_s = 1,381 \times 10^{-4} \times (S \times D^5)^2$$

Q_s= Ratio de flujo del aire teniendo en cuenta las pendientes adyacentes

S = Pendiente (m/m)

D = Diámetro (cm.)



Presión diferencial de colapso:

$$P = 2,198 \times E \times \frac{t^3}{D}$$

Donde:

P= Presión diferencial de colapso (psi)

E= Módulo de elasticidad del PVC

(400.089 psi)

t= Espesor del tubo (in)

D= Diámetro exterior del tubo (in)

6.3. GOLPE DE ARIETE

Es un fenómeno de transformación de energía, se produce cuando hay un cambio brusco en la velocidad del agua. La energía cinética presente en la masa de agua, cuando no se disipa, termina produciendo un impacto sobre los elementos de la conducción que puede ser destructivo de forma que puede degradar la energía en una deformación, calor y sonido.

Cuando el fluido se detiene de manera abrupta, por ejemplo, al cerrar bruscamente una válvula, la energía cinética se convierte en un incremento de presión que comprime la masa de agua y ejerce una fuerza sobre la tubería, ocasionando una deformación que puede llegar a ser destructiva.

Las principales causas de este fenómeno son:

- Las maniobras inadecuadas de cierre o apertura de válvulas de control o de cierres existentes en la línea.
- Arranques y paradas de sistemas de bombeo.
- La interrupción súbita del bombeo.
- Acumulación y movimiento de masas de aire dentro de las tuberías.
- La ruptura de la tubería de aducción o conducción en la sección de máxima presión bajo un flujo permanente.
- La falla en cualquiera de los dispositivos de protección y control contra el golpe de ariete.

El exceso de presión por la operación brusca de una válvula se puede calcular de la siguiente manera:

$$P = \frac{a \times V}{g}$$

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left\{ \left(\frac{K}{E} \right) \times (RDE - 2) \right\}}}$$

En donde:

P = Sobrepresión máxima (MCA)

a = Velocidad de la onda (m/s)

V = Cambio de velocidad del agua (m/s)

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

VARIABLES DE CÁLCULO DE VELOCIDAD DE ONDA:

- K = Módulo de compresión del agua (2,06 x 10⁴ Kg/cm²)
- E = Módulo de elasticidad de la tubería (PVC= 2.81 x 10⁴ Kg/cm²)
- RDE = Relación diámetro/espesor

El período del golpe de ariete equivale al tiempo que una onda de presión necesita para recorrer toda la tubería, desde el sitio del inicio de la perturbación hasta el final de la tubería y retornar. El período del golpe de ariete se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{2 \times L}{\alpha}$$

Donde:

- t = Período del golpe de ariete (s).
- L = Longitud de la tubería (m).
- α = Velocidad de la onda (m/s).

Como prevenir los efectos del golpe de ariete:

- Contar con dispositivos para el control del golpe de ariete en aducciones y conducciones, tales como el uso de válvulas de control hidráulico, ventosas u otros equipos requeridos para esta acción.
- Mantener una velocidad de llenado menor a 0,3 m/s hasta que se haya evacuado todo el aire de las tuberías y la presión llegue a su valor nominal.
- Se recomienda utilizar válvulas anticipadoras de golpe de ariete.

6.4. ANCLAJES PARA TUBERÍAS A PRESIÓN

En las líneas de conducción se presentan fuerzas de empuje que dependen de factores como la presión hidrostática interna, la sección de la tubería y el radio de curvatura o la cabeza de velocidad. Para contrarrestar estas fuerzas y evitar desplazamientos en las tuberías y accesorios con juntas no bridadas o soldadas, es necesario diseñar sistemas de anclaje con el objetivo de empotrar las tuberías y contrarrestar la tendencia a desacoplarse.

ANCLAJES EN PENDIENTES FUERTES.

Cuando se encuentran pendientes fuertes se pueden presentar deslizamientos del terreno que probablemente arrastrarían la tubería. En la mayoría de los casos, basta con compactar muy bien en capas de 10 cm., hasta la cota rasante del terreno. Si por alguna razón se construye en una zona de posible riesgo de deslizamientos o terreno inestable, se deben construir bloques de anclaje, de manera que queden apoyados en el terreno firme que no ha sido excavado. Estos bloques de anclaje se deben construir cada 12 metros en promedio, sin embargo, es recomendable contar con el concepto de un especialista (Geotecnista).

CONSTRUCCIÓN DE LOS ANCLAJES O MUERTOS.

Los bloques de anclaje o muertos deben ser contruidos en concreto, ubicándolos entre el accesorio y la parte firme de la pared de la zanja. Para bloques de anclaje de tuberías con diámetros menores a 8" no es necesario utilizar formaletas especiales, basta con colocar la mezcla de manera adecuada, ubicando la base más ancha contra la pared de la zanja y que el bloque formado no llegue a cubrir las campanas o las uniones de los accesorios.



CÁLCULO DEL BLOQUE DE ANCLAJE O MUERTO.

Siempre que sea posible se debe transmitir el empuje al terreno, ya sea de forma horizontal, a la pared de la zanja y vertical, al fondo de la misma, por medio de un bloque de concreto, de un área de contacto sobre la cual se pueda hacer una correcta distribución de cargas.

Los codos, tees, tapones, válvulas y demás accesorios se deben anclar y atracar en estructuras de concreto. Las reacciones resultantes se calculan para contrarrestar los efectos de las presiones estática y dinámica. El esfuerzo de presión estática se determina por la expresión:

$$R_1 = 2 \gamma H A \text{Sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

Donde:

- R1 = Esfuerzo Estático (Kg)
- γ = Peso específico del agua (1000 Kg/m³)
- H = Altura de la columna de agua (m)
- A = Área de la sección transversal del tubo (m²)
- α = Angulo de deflexión

El esfuerzo de presión dinámica se determina por la expresión:

$$R_2 = \frac{2 \gamma A}{g} V^2 \text{Sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

Donde:

- R₂ = Esfuerzo dinámico (Kg)
- γ = Peso específico del agua (1000 Kg/m³)
- A = Área de la sección transversal del tubo (m²)
- V = Velocidad del fluido (m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)
- α = Ángulo de deflexión



Entonces el esfuerzo total será:

$$R_T = 6 \gamma A \left(H + \frac{V^6}{g} \right) \text{Sen} \left(\frac{\alpha}{6} \right)$$

La ecuación para el cálculo del bloque de anclaje es:

$$A = \frac{R_T}{\sigma_{adm}}$$

Donde:

- A = Área de la superficie resistente (cm²)
- R_T = Esfuerzo total de presión (Kg)
- σ_{adm} = Esfuerzo admisible del suelo

Esfuerzo admisible vertical típico máximo	
TERRENO	Esfuerzo admisible (Kg / cm ²)
Arena suelta o Arcilla Blanda	<1
Arena fina compacta	2
Arena gruesa medianamente compactada	2
Arcilla dura	4
Roca alterada	3 - 10
Roca inalterada	20

Diámetro nominal	Codo 90°	Codo 90°	VÁLVULA, TEES, TAPONES CIEGOS
PULGADAS (MM)	Lb FUERZA (N)L	b FUERZA (N)	Lb FUERZA (N)
4	1,800 (8,007)	1,100 (4,863)	1,300 (5,783)
6	4,000 (17,793)	2,300 (10,231)	2,900 (12,500)
8	7,200 (32,027)	4,100 (18,238)	5,100 (22,686)
10	11,200 (48,820)	6,300 (28,024)	7,900 (35,141)
12	16,000 (71,172)	9,100 (40,479)	11,300 (50,266)

7. MANTENIMIENTO

GERFOR recomienda seguir los lineamientos de las normas NTC 3742 y NTC 2785 en cuanto a instalación, mantenimiento y puesta en servicio de las redes.

8. ROTULADO

Las características de rotulado de las tuberías GERFOR cumplen con los lineamientos de la norma técnica colombiana NTC 5425.

Rotulado de tubería PVC Orientado Clase 500 de GERFOR

ROTULADO	Debe estar espaciado a intervalos no mayores a 1,5 metros.
DIÁMETRO EXTERIOR NOMINAL DEL TUBO PAÍS DE ORIGEN, LA LEYENDA INDUSTRIA COLOMBIANA O SIMILAR. AGUA POTABLE	342747 LOGO IND. COL. PVC-O 1135 PRESION AGUA POTABLE IPS 8" - 219mm PT 1,38MPa - 200psi CALIDAD CERTIFICADA ICONTEC NTC 5425/2295 - REGLAMENTO TÉCNICO Res. 0501 - 2017 LOTE "NO USE CEMENTO SOLVENTE" 7707015324710



Colombia corre por nuestras venas

MN0420006-1 MANUAL PVCO - ORIENTADA"

Fecha de edición del documento: 26 de abril del 2022

www.gerfor.com

PVC Gerfor S.A.
Autopista Medellín Km 2 – 600m. entrada vía Parcelas
Cota, Cund – Colombia
Tel. +57 (60 1) 877 6800
contactenos@gerfor.com

