

BOLETÍN TÉCNICO

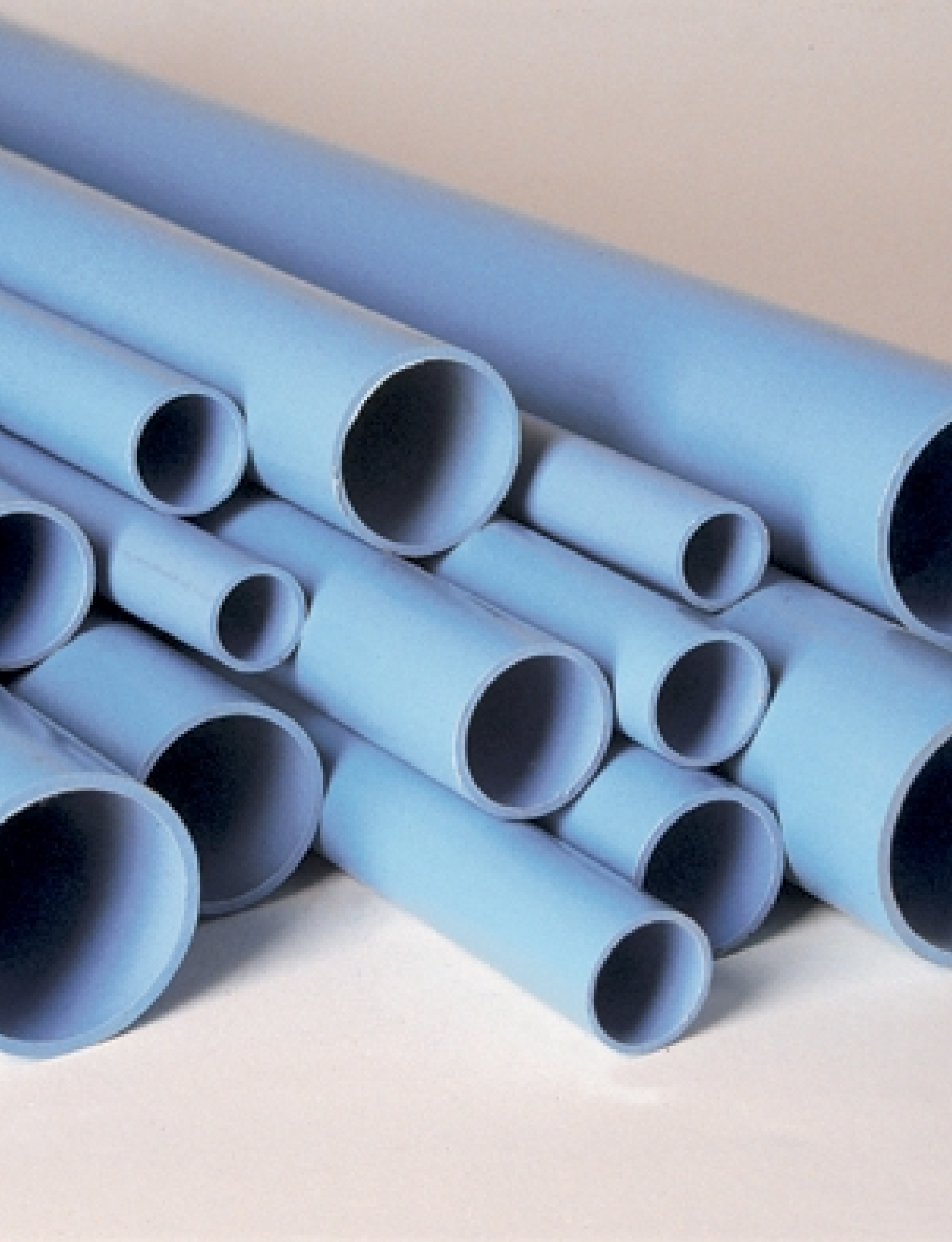
Línea Presión



- Tuberías presión clases 4, 6, 10 y 16
- Normas NCh 397 y NCh 399
- Unión cementar
- Unión anger con anillo de goma
- Fittings inyectados
- Accesorios fierro fundido
- Características técnicas
- Recomendaciones de instalación
- Otros



Exija la marca Vinilit, no confíe en los parecidos





Introducción

INTRODUCCIÓN

Duratec-Vinilit S.A. pertenece a Empresas Pizarreño S.A., líder en el desarrollo tecnológico de elementos para la construcción nacional, la que a su vez pertenece al conglomerado multinacional **Etex Group** de origen belga, extendido a través de los 5 continentes, en 36 países y posee 120 empresas.

Duratec-Vinilit S.A. es una industria que se dedica principalmente a la fabricación de tuberías y fittings de PVC (Policloruro de Vinilo), material termoplástico de origen petroquímico, utilizado por primera vez para la fabricación de tubos en Alemania a fines de los años 30.

Las tuberías y fittings de PVC **Vinilit** presión, se fabrican en equipos de transformación termoplástica de última generación, con una experiencia de más de 25 años en la fabricación de productos plásticos.

Debido a las extraordinarias propiedades del PVC y al amplio rango de diámetros y clases de tuberías fabricadas por **Duratec-Vinilit S.A.**, éstas ocupan un lugar primordial en el mercado nacional, empleándose con gran éxito en las redes de agua potable, conducción de fluidos corrosivos, instalaciones sanitarias, sistemas de riego, instalaciones telefónicas, etc.

Todos nuestros tubos y fittings se fabrican de acuerdo a normas chilenas vigentes y son certificados por un organismo de control de calidad independiente, calificado por el Instituto Nacional de Normalización (I.N.N.) e inscrito en el registro de Laboratorios del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Duratec-Vinilit S.A. tiene un sistema de certificación permanente de producción, lo que evita que lotes no aprobados por los organismos de certificación independientes puedan ser vendidos a los clientes.

vinilit

•	INTRODUCCIÓN	1
1	GENERALIDADES	4
1.1	Materia Prima	4
1.2	Terminología	4
1.3	Procesos de fabricación	5
1.4	Propiedades del PVC rígido	6
1.5	Características de las tuberías de PVC	6
1.6	Normas, calidad e identificación	7
2	TUBERÍAS	10
2.1	Clasificación (presión de trabajo)	10
2.2	Diseño de la tubería	12
2.3	Dimensiones de tuberías de PVC	15
2.4	Identificación	15
3	ACCESORIOS	16
4	MANEJO Y TRANSPORTE	30
4.1	Carga y transporte	30
4.2	Descarga y manipulación	31
4.3	Almacenamiento	31
5	UNIONES Y MONTAJE DE TUBERÍAS	33
5.1	Unión cementar	33
5.2	Unión con anillo de goma	35
6	COLOCACION EN ZANJA	38
6.1	Consideraciones generales	38
6.2	Construcción de la zanja	39
6.3	Formas de la zanja	39
6.4	Material de encamado	40
6.5	Relleno	42
6.6	Instalación de los tubos	42
6.7	Cambios de dirección	43
6.8	Instalación de tuberías con napa freática	44
6.9	Rendimientos de colocación	45
6.10	Pruebas hidráulicas de la tubería instalada	45
6.11	El aire en las tuberías	46
7	OTRAS FORMAS DE INSTALACIÓN	48
7.1	Instalación sobre el nivel del terreno	48
7.2	Instalaciones aéreas	48
7.3	Instalación en terrenos con pendientes fuertes	49
7.4	Instalación en terrenos pantanosos e instalaciones submarinas	49
7.5	Cruce de carreteras y vías de ferrocarril	49

8	MACHONES DE ANCLAJE	50
8.1	Dimensionamiento	50
8.2	Localización de los machones de anclaje	51
8.3	Tipos de machones y formas de anclaje	52
9	CONEXIONES DE SERVICIO	53
9.1	Arranques domiciliarios	53
9.2	Instalación de grifos PVC - Acero/Cobre	55
10	CONEXIONES A OTROS MATERIALES	56
10.1	Conexión PVC - Fierro fundido	56
10.2	Conexión PVC - Acero	56
10.3	Conexión PVC - Cobre	57
10.4	Conexión PVC - Rocalit	57
11	CALCULO HIDRÁULICO	59
11.1	Pérdida de carga y determinación del diámetro y velocidad de la de tubería	59
11.2	Ejemplos de cálculo hidráulico	59
11.3	Pérdidas de carga singulares	62
12	GOLPE DE ARIETE	64
13	PRESIÓN DE COLAPSO	66
14	EFFECTO DE LA TEMPERATURA	66
15	DISEÑO ESTRUCTURAL	67
15.1	Generalidades	67
15.2	Cargas externas	67
16	RESISTENCIA QUÍMICA	75



Generalidades

1. GENERALIDADES

1.1. MATERIA PRIMA

La materia prima base de las tuberías y accesorios Vinilit es el PVC, resina plástica producida por la polimerización del cloruro de vinilo.

A la resina de PVC se agregan pequeñas cantidades de:

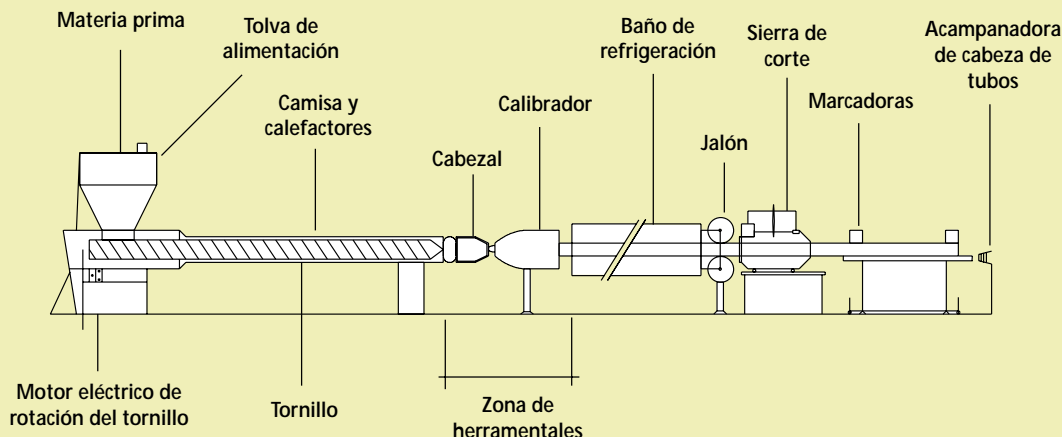
- Estabilizantes que confieren una máxima resistencia a la degradación térmica.
- Lubricantes que permiten la trabajabilidad del material en las máquinas.
- Colorantes o pigmentos que proporcionan el color que identifica cada campo de aplicación de las tuberías y accesorios Vinilit.

Duratec-Vinilit S.A. utiliza los tipos de resinas de PVC que reúnen las características físicas y químicas más apropiadas para la fabricación de tuberías para la conducción de agua.

1.2. TERMINOLOGÍA

- a) **Tubo de policloruro de vinilo (PVC) rígido:** conducto cilíndrico, hueco, sin costura, que puede conectarse con otros iguales por uniones del mismo u otro material. El conjunto puede conectarse a una red de distribución de otros materiales mediante accesorios de unión adecuados a dichos materiales.
- b) **Espiga:** extremo liso de un tubo o accesorio.
- c) **Enchufe (campana):** corresponde al otro extremo del tubo o accesorio (hembra) destinado a recibir la espiga de otro tubo o accesorio de diámetro y espesor adecuados para formar la unión.
- d) **Accesorios:** piezas especiales necesarias para complementar el sistema de tuberías tales como curvas, codos, tees, etc.
- e) **Clave:** directriz superior del manto del tubo.

Extrusión



1.3 PROCESOS DE FABRICACIÓN

La materia prima preparada a base de resina de PVC para la fabricación de tuberías y accesorios puede ser transformada en productos terminados a través de los siguientes procesos:

Extrusión

Una línea de extrusión permite la transformación de la resina de PVC en tuberías o perfiles.

La línea de extrusión está formada por los siguientes elementos:

- Extrusora, compuesta por dos tornillos rotatorios y una camisa envolvente con calefactores eléctricos, en la que la mezcla de materia prima es calentada a una temperatura cercana a los 200 °C, la cual es plastificada y comprimida hacia la salida de la camisa por los tornillos. El material plastificado es moldeado en tuberías o perfiles al pasar por la zona de herramientas localizada a la salida de la máquina (ver figura adjunta).
- Calibrador, que define la forma y dimensiones finales del producto. En las tuberías de PVC la calibración se efectúa sobre el diámetro exte-

rior del tubo, según lo indica la normativa chilena.

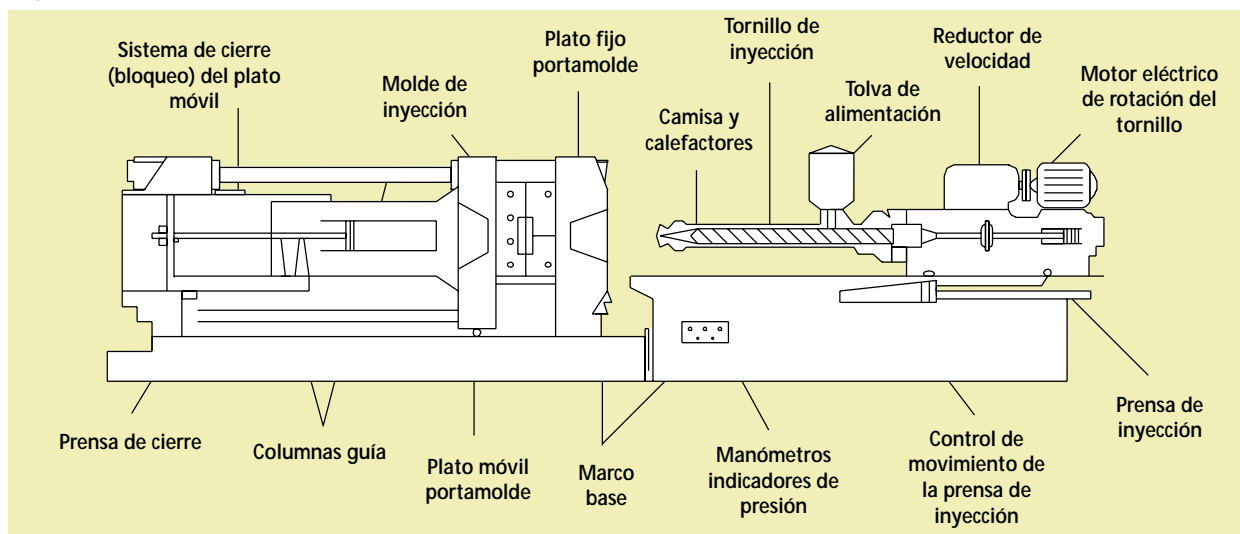
- Sistema de refrigeración, para llevar a temperatura ambiente el producto terminado.
- Extractor de velocidad regulable que permite obtener el espesor de pared deseado.
- Sierra de corte.
- Marcadora de ink-jet de tuberías o perfiles.
- Formadora de enchufe (campana).

Inyección

Una máquina inyectora permite la transformación de la resina de PVC en accesorios para las tuberías. Esta máquina está formada por los siguientes elementos:

- Una unidad de inyección, compuesta por un tornillo rotativo y una camisa envolvente con calefactores eléctricos, en la cual la materia prima es calentada, plastificada y comprimida hacia la prensa.
- Una unidad de cierre (prensa), compuesta por los platos portamoldes y los sistemas de barras guías y de cierre.
- Moldes de inyección que definen la forma y dimensiones del accesorio a inyectar.

Inyección



1.4 PROPIEDADES DEL PVC RÍGIDO

Características físicas

- **Peso específico:**
1.36 - 1.40 gr/cm³ a 25°C
- **Variación longitudinal máx.:**
Menor que 5% según NCh 1649
- **Coefficiente de dilatación térmica:**
~ 0.08 mm/(m • °C)
- **Inflamabilidad:**
Autoextinguible
- **Coefficiente de fricción:**
n = 0.009 Manning
c = 150 Hazen - Williams
- **Punto Vicat:**
~ 76°C (temperatura de ablandamiento)
- **Constante dieléctrica:**
50/60 ciclos: 4
800 ciclos: 3.4
sobre 1 millón de ciclos: 3
- **Factor de disipación:**
800 mil a 1 millón de ciclos:
0.02 - 0.04
- **Resistencia dieléctrica:**
20 kw/mm
- **Conductividad térmica:**
35 • 10⁻⁵ cal • cm/(cm² • s • °C)

Características mecánicas

- **Tensión de diseño:**
100 kg/cm²
- **Resistencia a la tracción:**
450 a 550 kg/cm²
- **Resistencia a la compresión:**
610 kg/cm²
- **Módulo de elasticidad:**
~ 30.000 kg/cm²
- **Resistencia al aplastamiento**
(según normativa chilena) hasta 0,4 veces el diámetro sin grietas ni roturas
- **Elongación hasta ruptura:**
~15%

Resistencia Química

La resistencia química del PVC constituye una de sus características más apreciadas. Allí donde fallan los tubos de materiales tradicionales, los tubos de PVC poseen una gran y variada resistencia a las aguas agresivas y a la corrosión de los suelos, de modo que no necesitan ser pintados ni cubiertos con revestimientos de protección, excepto que se expongan a los rayos solares. En este caso, los tubos se pueden fabricar con compuestos especiales que los hacen resistentes a los rayos ultravioletas (UV) o pueden ser pintados con pinturas vinílicas.

También los tubos de PVC son capaces de conducir soluciones salinas, ácidos y álcalis diluidos o concentrados sin alteración de sus propiedades.

En el capítulo N° 16 de este catálogo técnico se encuentran tablas de comportamiento del PVC frente a diferentes productos químicos.

1.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC

La amplia aceptación de las tuberías de PVC en todo el mundo se debe fundamentalmente a sus propiedades y a las numerosas ventajas que tienen sobre otros materiales. Mencionaremos a continuación algunas de ellas:

- **Resistencia mecánica:** Las tuberías Vinilit se clasifican técnicamente como «flexibles», con un excelente comportamiento bajo cargas combinadas. En consecuencia, las exigencias respecto a las zanjas, especialmente a grandes profundidades, son cumplidas con mayor coeficiente de seguridad que otros tipos de tuberías.
- **Resistencia a la corrosión:** Las tuberías Vinilit resisten ácidos, álcalis, soluciones salinas y productos industriales sin presentar daños a través de los años.

- **Resistencia a la electrólisis:** Las tuberías **Vinilit** son inmunes a la acción galvánica o electrolítica.
- **Capacidad contra incrustaciones:** Las tuberías **Vinilit** presentan paredes lisas y libres de porosidad que impiden las incrustaciones, proporcionando una mayor vida útil y manteniendo la eficiencia inicial de la red.
- **Conducción:** La superficie interior de las tuberías **Vinilit** es lisa, lo que reduce considerablemente las pérdidas de carga por fricción.
- **Liviana:** Las tuberías de PVC **Vinilit** son las más livianas del mercado, facilitando su manipulación, almacenaje e instalación.
- **Facilidad de instalación:** El sistema de unión de tubos y accesorios de PVC hasta 50 mm, consiste en uniones pegadas con adhesivo **Vinilit**, cuya unión corresponde a una soldadura en frío que actúa como tal, formando un conjunto homogéneo. Este sistema de unión desarrolla su máxima resistencia en un mínimo de tiempo, facilitando ampliamente las instalaciones (ver punto 5.1).
En diámetros de 63 a 400 mm se utilizan las uniones Anger con anillos de goma (ver punto 5.2).
- **Baja conductividad térmica:** Esta propiedad de las tuberías **Vinilit**, impide la condensación en la superficie de los tubos cuando conduce líquidos muy fríos, evitando en casos especiales el uso de materiales aislantes.
- **Economía:** Las tuberías **Vinilit** ofrecen econo-

mías considerables bajo los aspectos siguientes:

- a) Los tubos son más económicos en cada diámetro respecto de otros materiales competitivos.
- b) Por su menor coeficiente de fricción se utilizan menores diámetros que con tuberías de acero o hierro dúctil.
- c) El costo en mano de obra de instalación es muy reducido, debido al bajo peso de las tuberías y a la facilidad y rapidez con que se realizan las uniones cementadas o con anillos de goma.
- d) El costo del transporte es también más bajo debido a su peso y facilidad de manejo y a la posibilidad de transportar diferentes diámetros, uno dentro de otro.
- e) Debido a la hermeticidad de las uniones cementadas y Anger, no se llena de raíces el interior de los tubos, evitando la obstrucción del paso de los efluentes.

1.6 NORMAS, CALIDAD E IDENTIFICACIÓN

• Normalización

Las normas establecen las características dimensionales y de resistencia para satisfacer las diversas exigencias del uso práctico a que son sometidas las tuberías de PVC. Las distintas normas constituyen en conjunto una referencia única para la calificación de los diversos productos, tanto para los fabricantes como para los usuarios. Las normas por las que se rigen las tuberías **Vinilit** son las siguientes en sus versiones actualizadas:

Normas por las que se rigen las tuberías Vinilit

ESPECIFICACIÓN	NORMAS	
	CHILENAS (NCh)	ASTM
• Requisitos tubos de PVC para fluidos a presión.	399	D-2241
• Tubos termoplásticos para la conducción de fluidos, diámetros exteriores y presión nominales.	397	D-2122
• Compuesto de PVC rígido. Requisitos.		D-1784
• Tubos de PVC. Métodos de ensayo. Calidad de extrusión, aplastamiento, impacto.	815	D-2152 D-2412 D-2444
• Resistencia al reventamiento por presión hidráulica interna a largo plazo.		D-1598
• Tubos de material plástico. Resistencia a la presión hidrostática interior.	814	D-1599
• Combustibilidad.		D-635
• Extracción de sustancias contenidas en tubos de PVC por contacto con agua potable.	399	DGN-28
• Resistencia química.	1825	D-543
• Contracción longitudinal.	1649	
• Absorción de agua.	769	
• Requisitos, uniones y accesorios para tubos de PVC para fluidos a presión.	1721	

• Control de calidad

Para vigilar constantemente el cumplimiento de las especificaciones de las normas, **Duratec Vinilit S.A.** cuenta con técnicos especializados y los más modernos laboratorios de control de calidad de la industria de tubos y fittings de PVC existentes en Chile.

Nuestros laboratorios efectúan todas las pruebas requeridas por las normas, tanto para materias primas como para productos terminados.

Además, permanentemente los métodos de control son verificados por un organismo certificador de calidad independiente, calificado por el Instituto Nacional de Normalización (I.N.N.).

Los principales controles y ensayos que se realizan son:

ASPECTO (tubos y fittings)

Los tubos de PVC deben ser rectos. Las superficies externa e interna de los tubos y de las uniones y accesorios (fittings) deben ser lisas, limpias y exentas de pliegues, ondulaciones y porosidades. Los colores deben estar de acuerdo a la norma correspondiente al tipo de tubo (tubos y accesorios presión, color celeste).

DIMENSIONAL (tubos y accesorios, incluyen inyectados y conformados)

Los tubos de PVC rígido y los accesorios se fabrican cumpliendo estrictas especificaciones y normas de calidad respecto a los siguientes parámetros dimensionales: diámetro exterior medio, diámetro exterior en cualquier punto (tolerancia de ovalización), diámetro interno, espesores de pared en cualquier punto, largo útil, excentricidad en una sección transversal cualquiera y longitud mínima de inserción.

RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA INTERNA (tubos y accesorios)

Los tubos de PVC rígido, al igual que los accesorios inyectados y conformados, deben resistir un ensayo de presión hidrostática interior sin romperse, agrietarse, deformarse notoriamente o evidenciar pérdidas.

Se somete la probeta durante una hora a 20°C a una presión hidrostática de 4,2 veces la presión nominal de trabajo, correspondiente a una presión cercana a la presión de rotura del material.

RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO (tubos)

Los tubos de PVC rígido deben resistir un ensayo de aplastamiento de hasta 0,4 veces el diámetro exterior sin evidenciar, a simple vista, trizaduras, grietas o roturas.

CALIDAD DE LA EXTRUSIÓN (tubos)

Los tubos de PVC rígido deben resistir un ensayo consistente en la inmersión de probetas en acetona anhídrida durante 20 minutos, sin descascararse o desintegrarse.

Este ensayo se efectúa para determinar la calidad de plastificación del proceso de extrusión de los tubos de PVC rígido, comprobándose la adecuada fusión del material para asegurar su óptima funcionalidad.

CONTRACCIÓN LONGITUDINAL POR EFECTO DEL CALOR (tubos)

Los tubos de PVC rígido se someten a un ensayo de contracción, aplicándoles una temperatura de 150°C. Permite conocer el comportamiento de los tubos desde el punto de vista de su estabilidad dimensional, y su variación longitudinal debe ser menor o igual que 5%.

REQUISITOS DE ATOXICIDAD (tubos y accesorios)

Los tubos y accesorios de PVC rígido destinados a tubos para conducción de agua potable o productos alimenticios, no deben transmitir a esas sustancias sabor, olor o color ni incorporarles un contenido de ele-

mentos tóxicos mayor que los límites fijados en las normas respectivas.

ABSORCIÓN DE AGUA (tubos y accesorios)

Este ensayo controla la absorción máxima permitida para mantener las propiedades originales y su estabilidad dimensional. Los tubos y accesorios moldeados por inyección pueden absorber una cantidad de agua menor o igual a 4 mg/cm².

RESISTENCIA AL IMPACTO (tubos)

Este ensayo consiste en determinar la resistencia al impacto de los tubos de PVC rígido mediante la caída libre de un percusor desde una altura determinada por las normas. Los tubos de PVC rígido deben resistir este ensayo sin presentar trizaduras, grietas o roturas.

ENSAYO DE ESTANQUEIDAD (tubos y accesorios)

Controla el conformado de las cabezas de los tubos y la funcionalidad de las uniones entre tubos o tubos con fittings.

Las uniones con anillo de material elástico y cementadas entre tubos, con o sin accesorios, deben resistir un ensayo de estanqueidad a una presión hidráulica interna de 2 veces su presión normal de trabajo.

ALIVIO DE TENSIONES (accesorios)

Los accesorios moldeados por inyección deben resistir un ensayo de alivio de tensiones sin presentar grietas ni burbujas ni otros defectos superficiales que pudieran presentarse. No deben tener una profundidad mayor que un 20% del espesor de pared. Este ensayo determina la calidad del material bajo las condiciones del moldeo, y su comportamiento con los cambios térmicos.

ANILLOS DE GOMA

Los anillos de material elástico usados en las campanas de los tubos, o en los accesorios, deben cumplir los requisitos indicados en la norma NCh 1657 parte 2, correspondiente a los anillos de uso general para tuberías de PVC.

Tuberías

2. TUBERÍAS

2.1 CLASIFICACIÓN

2.1.1 PRESIÓN DE TRABAJO

De acuerdo a lo especificado en las normas NCh 397 y 399, las tuberías **Vinilit** presión se han diseñado para las siguientes presiones de trabajo:

Clase	Presión nominal de trabajo a 20° C		
	kg/cm ²	lb/pulg ² (aprox.)	m.c.a. *
4	4	60	40
6	6	90	60
10	10	150	100
16	16	240	160

* m.c.a.= metros columna de agua

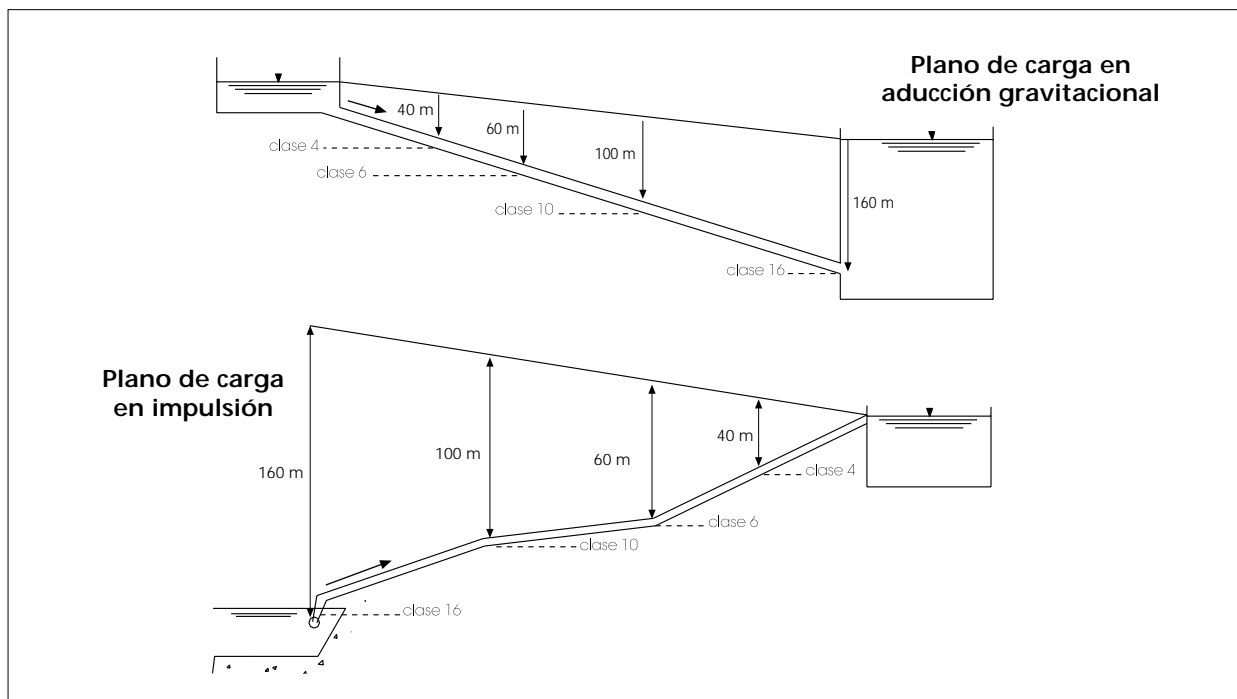
mínimo accesorios y tuberías clase 10, pudiendo usarse la tubería clase 6 en aquellos casos especiales de instalaciones de agua potable en zonas rurales.

Para instalaciones industriales y agrícolas, deberá seleccionarse la tubería de acuerdo a las presiones internas de trabajo y por las condiciones de empleo en lo relacionado a tránsito de vehículos, exposición a la intemperie, temperatura y tipo del líquido por conducir, etc.

Si las tuberías tienen menos del espesor mínimo exigido por la NCh 399, resistirán menos presión interna y aplastamiento y tendrán una vida útil menor. **Duratec Vinilit S. A.** garantiza el cumplimiento de los espesores exigidos por dicha norma, gracias a su control de calidad interno y a la supervisión de las enti-

Conforme a lo indicado en la norma NCh 399, en las instalaciones de agua potable deben emplearse como

Planos de carga



dades de certificación.

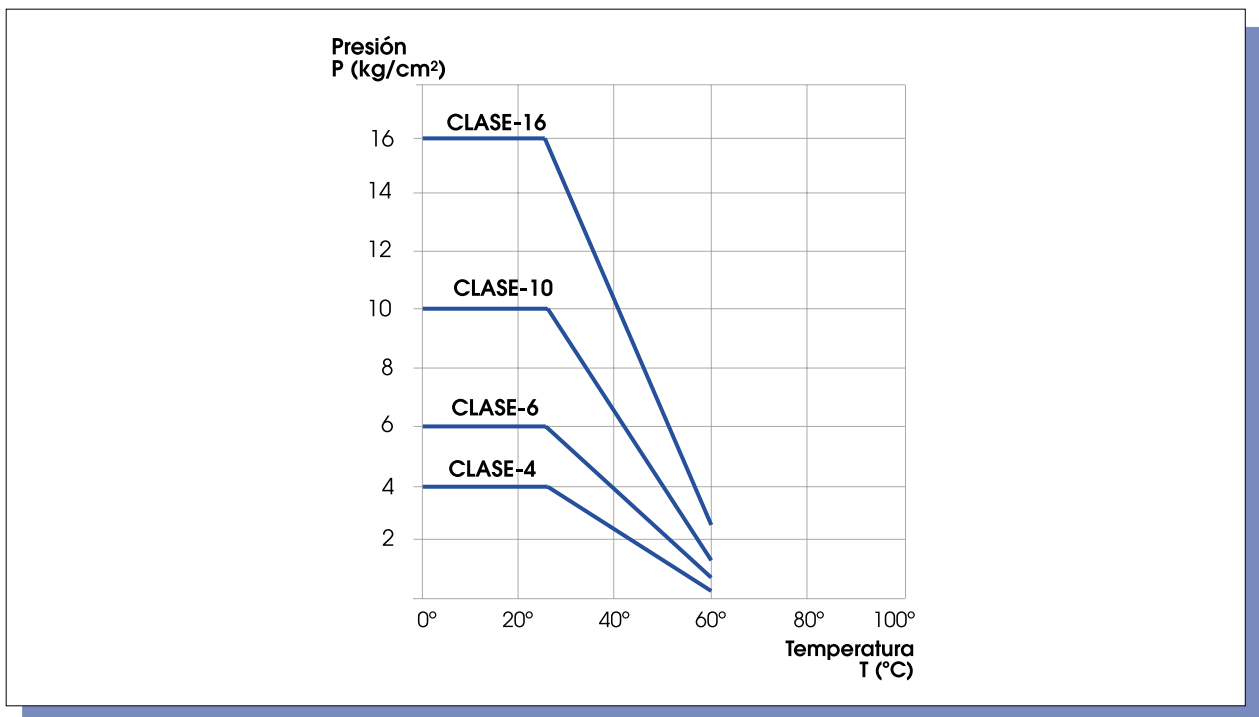
Normalmente, en una instalación las tuberías están sometidas a una presión interna debido a diferencias de nivel de agua entre la fuente de alimentación de la tubería y su salida en aducciones gravitacionales, o bien, debido al bombeo del líquido cuando se trata de impulsiones o elevaciones.

2.1.2 EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA PRESIÓN DE TRABAJO

Las presiones nominales de trabajo que indican las clases, corresponden a la conducción de un líquido a 20°C de temperatura. A medida que esta temperatura aumenta, se deben reducir las presiones de trabajo.

A continuación se presenta un gráfico (2.1) que muestra la relación existente entre la temperatura y la presión interna de trabajo del material para diferentes clases.

Gráfico 2.1 Temperatura - Presión interna



Nota: Es importante señalar que frente a temperaturas del medio ambiente bajo los 0° C, la tubería de PVC disminuye su resistencia a los impactos. Por lo tanto, es conveniente aislar y proteger aquellas zonas en que la red queda más expuesta al frío. Además, la manipulación de los tubos y fittings a bajas temperaturas (menos de 0°C) debe ser mucho más cuidadosa para evitar roturas durante las descargas de tubos de los camiones y durante su instalación.

2.2 DISEÑO DE LA TUBERÍA

Tensión de diseño

El comportamiento estructural del PVC al ser sometido a un esfuerzo de tracción es elástico hasta 200 kg/cm^2 , es decir, el material se deforma al traccionarlo con la tensión aplicada, y, al dejar de traccionarlo, el material vuelve a sus dimensiones iniciales. Para tensiones de tracción mayores a 200 kg/cm^2 , el material se comporta plásticamente, es decir, al dejar de traccionarlo el material pierde sus características dimensionales quedando con una deformación permanente.

El PVC se comporta plásticamente hasta 450 kg/cm^2 que corresponde a la tensión de ruptura, valor muy superior a la tensión de diseño del PVC de 100 kg/cm^2 según norma chilena.

Estos valores del comportamiento elástico de 200 kg/cm^2 y límite de ruptura de 450 kg/cm^2 son válidos a

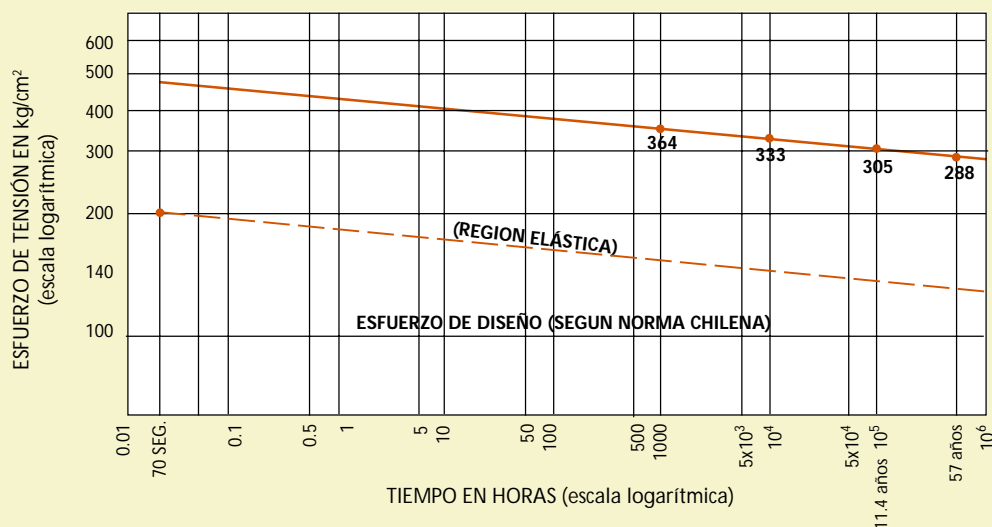
temperatura ambiente y aplicando las tensiones a un tiempo reducido. Sin embargo, estos valores varían con la temperatura y el tiempo de aplicación de ésta.

A mayor temperatura sobre 25°C , la resistencia elástica y de ruptura es menor, y a mayor tiempo de aplicación de la carga, la resistencia elástica y de ruptura es menor.

Analizando la temperatura, se aprecia que entre 0°C y 25°C , el comportamiento estructural no varía. Sin embargo, con temperaturas mayores, las tensiones de la región elástica y de ruptura bajan proporcionalmente hasta un valor nulo a los 60°C (gráfico 2.1).

En cuanto al tiempo de aplicación del esfuerzo, la tensión de ruptura del material aplicando la tensión durante unos 60 a 90 segundos, es de 450 kg/cm^2 , como ya se dijo anteriormente. Sin embargo, si se aplica un esfuerzo prolongado de 364 kg/cm^2 a un trozo de material de PVC, al cabo de 1.000 horas (del orden de un

Gráfico 2.2 Tensión de ruptura en función del tiempo de aplicación de una carga de tracción



mes y medio) se rompe, es decir, su esfuerzo de ruptura disminuye con el tiempo de aplicación de la carga.

Adicionalmente, si se aplica un esfuerzo prolongado de 333 kg/cm² a un trozo de material de PVC, al cabo de 10.000 horas (del orden de 1 año y 2 meses) se rompe, es decir, su esfuerzo de ruptura disminuye con el tiempo de aplicación de la carga, y así sucesivamente.

Como no se dispone de estadística muy prolongada, se graficaron en escala doble logarítmica el esfuerzo de ruptura y el tiempo de aplicación, formando una línea recta, por lo que es posible extrapolar los valores hasta 50 años, que corresponde a 288 kg/cm² (gráfico 2.2).

La variación del límite elástico con el tiempo de aplicación de la carga se considera proporcional a la variación del límite de ruptura.

Existe una relación de equivalencia del esfuerzo de tracción aplicado al material PVC y la presión hidráulica, que es la variable que realmente interesa, dada en la Norma ISO-R-161, que es:

$$P = \frac{2 \cdot S}{(D/e - 1)}$$

En que:

P (kg/cm²): presión de trabajo de la tubería, que corresponde a 16 kg/cm² para tuberías clase 16; 10 kg/cm² para tuberías clase 10; 6 kg/cm² para tuberías de clase 6 y 4 kg/cm² para tuberías clase 4.

S (kg/cm²): esfuerzo de diseño de tracción del material o tensión admisible, que por norma es de 100 kg/cm².

D (mm): diámetro exterior de la tubería.

e (mm): espesor de la tubería.

SDR = D/e: relación diámetro/espesor de la tubería.

Ejemplo para tubería PVC clase 10:

$$10 \text{ kg/cm}^2 = \frac{2 \cdot 100}{(D/e - 1)}$$

despejando D/e, es decir, la relación diámetro espesor SDR, se obtiene:

$$SDR = D/e = \frac{2 \cdot 100}{10} + 1 = 21$$

Por lo tanto, la relación diámetro/espesor de las tuberías de PVC clase 10 es de 21, correspondiente a un valor constante.

Evaluando la expresión anterior para el resto de las clases de tuberías, se aprecia que la relación diámetro/espesor es un valor constante para cada clase de tuberías, pudiéndose construir la tabla con las clases de tuberías y espesores a partir de esta expresión. Sin embargo, existen pequeñas diferencias con respecto al valor teórico de la relación diámetro/espesor en la fabricación de las tuberías, que se aprecian en la tabla de dimensiones de las tuberías de PVC que se adjunta a continuación (tabla 2.2.a y figura 2.2.b).

La nomenclatura empleada para definir las presiones de trabajo en función de la relación diámetro/espesor está de acuerdo a la norma ASTM D-224-711.

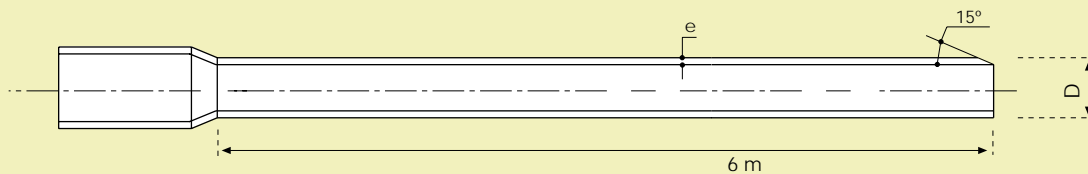
Tabla 2.2.a Tubería hidráulica color celeste. Largo útil 6.0 m

Diám. exterior		Clase 4		Clase 6		Clase 10		Clase 16 (*)	
Nominal (mm)	Nominal (pulg)	Espesor mín. (mm)	Peso tira (kg)	Espesor mín. (mm)	Peso tira (kg)	Espesor mín. (mm)	Peso tira (kg)	Espesor mín. (mm)	Peso tira (kg)
20	1/2	-	-	-	-	-	-	1,5	0,83
25	3/4	-	-	-	-	1,5	1,05	1,9	1,28
32	1	-	-	-	-	1,8	1,59	2,4	2,06
40	1 1/4	-	-	1,8	2,02	2,0	2,20	3,0	3,16
50	1 1/2	-	-	1,8	2,54	2,4	3,32	3,7	4,87
63	2	-	-	1,9	3,45	3,0	5,24	4,7	7,90
75	2 1/2	1,8	3,94	2,2	4,80	3,6	7,49	5,6	11,19
90	3	1,8	4,76	2,7	6,94	4,3	10,73	6,7	16,02
110	4	2,2	7,13	3,2	10,10	5,3	16,10	8,2	23,99
125	4 1/2	2,5	9,11	3,7	13,12	6,0	20,57	9,3	30,88
140	5	2,8	11,33	4,1	16,37	6,7	25,78	10,4	38,66
160	6	3,2	14,88	4,7	21,26	7,7	33,83	11,9	50,47
200	8	4,0	22,93	5,9	33,25	9,6	52,74	14,7	78,15
250	10	4,9	35,14	7,3	51,66	12,0	82,41	18,6	123,78
315	12	6,2	56,35	9,2	82,20	15,0	130,30	23,4	197,07
355	14	7,0	71,37	10,4	104,76	17,0	166,77	26,3	250,33
400	16	7,9	90,88	11,7	132,79	19,1	211,97	29,7	318,87
(*) Clase 16: pedidos especiales.									

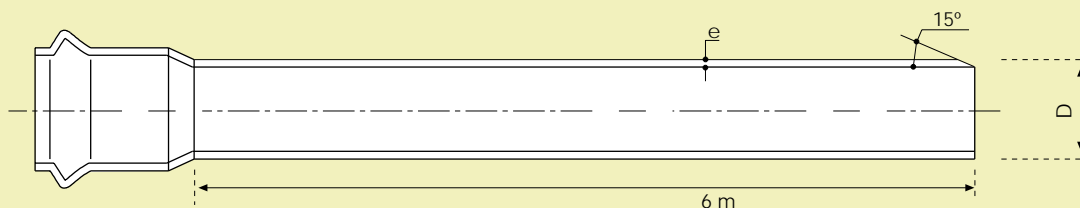
Nota: Las tuberías **Vinilit** presión se fabrican normalmente con una longitud de 6 metros, pudiéndose fabricar en longitudes mayores según el requerimiento de nuestros clientes.

Figura 2.2.b

Tubos unión cementar \varnothing 20 a 50 mm



Tubos unión anillo de goma \varnothing 63 a 400 mm



2.3 IDENTIFICACIÓN

En cumplimiento a lo especificado en las normas, todos los productos de PVC deben ser identificados por una marca registrada. Esta marca en nuestros productos es Duratec ó Vinilit, en forma indistinta.

La presencia de estas marcas en cada uno de nuestros tubos y accesorios, garantiza que los mismos han sido

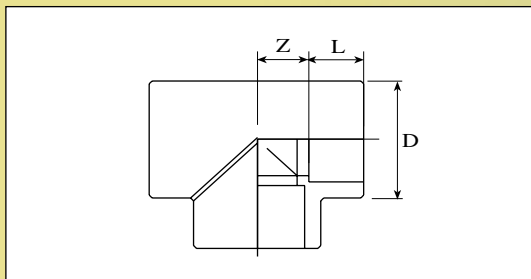
fabricados rigurosamente por nosotros y revisados bajo un estricto control de calidad, cumpliendo los requisitos de las normas vigentes mencionadas anteriormente.

Adicionalmente, se incluyen dentro de las marcas los sellos de calidad otorgados por organismos independientes certificadores de calidad, que aseguran a nuestros clientes lo antes mencionado.

Accesorios

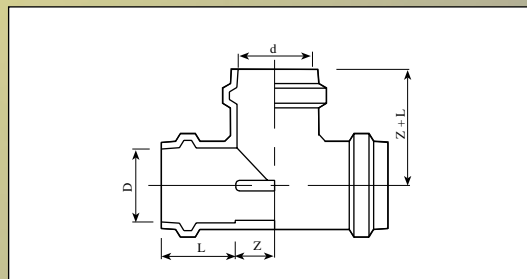
3. ACCESORIOS

Tee Cementar



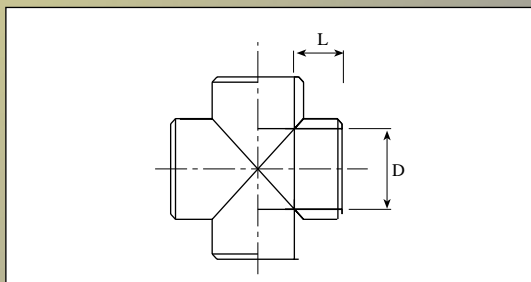
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
20	578.091.020-0	11	16	22
25	578.091.025-1	14	19	44
32	578.091.032-3	17	22	68
40	578.091.040-4	22	26	115
50	578.091.050-1	27	31	180
63	578.091.063-3	33	38	390
75	578.091.075-7	40	44	560
90	578.091.090-1	48	51	880
110	578.091.110-9	60	61	1.470
125	590.913.681-6	64	69	2.430
140	590.913.690-5	77	76	2.865
160	590.913.682-4	89	86	4.160
200	592.092.200-9	103	97	7.200
250	592.092.250-5	128	132	12.700
315	592.092.315-3	162	165	24.100

Tee con anillo de Goma



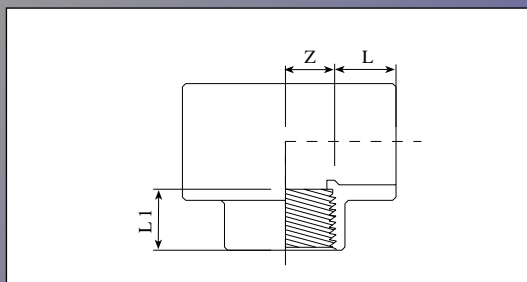
Dimensión D	d	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
63	63	592.096.363-5	39	100	780
75	75	592.097.575-7	49	106	1.140
90	90	592.099.090-0	59	111	1.745
110	63	592.099.163-9	39	119	2.250
110	75	592.091.175-9	49	119	2.345
110	90	592.091.110-4	59	119	2.495
110	110	592.091.111-2	71	119	2.745
125	125	592.091.212-7	78	127	3.700
140	140	592.091.414-6	82	131	4.225
160	63	592.091.608-4	39	136	5.145
160	75	592.091.609-2	49	136	5.235
160	90	592.091.610-6	59	136	5.386
160	110	592.091.611-4	71	136	5.636
160	160	592.091.616-5	97	136	6.600
200	90	592.092.009-0	59	150	9.810
200	110	592.092.011-1	71	150	10.060
200	200	592.091.620-3	122.5	150	12.500

Cruz Cementar



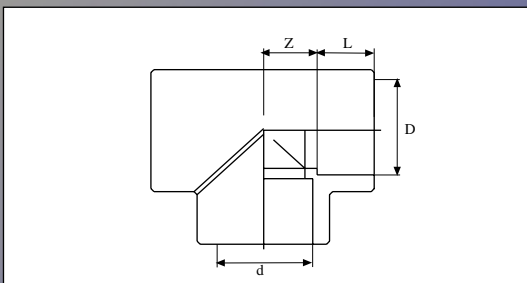
Diámetro D	Código	L (mm)	Peso (gr)
20 x 20	592.192.020-4	11	60
25 x 25	592.192.525-7	14	62
32 x 32	592.193.232-6	18	105
40 x 40	592.194.040-0	23	175
50 x 50	592.195.050-2	27	265
63 x 63	592.195.063-4	33,5	505

Tee Cem./Hi



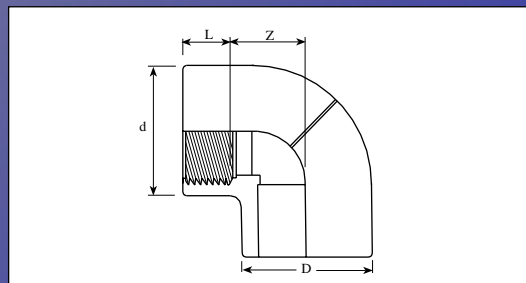
Dimensión D	d	Código	Z (mm)	L (mm)	L1 (mm)	Peso (gr)
20	1/2"	577.091.020-1	11	16	15	13
25	1/2"	577.113.710-7	14	19	16	24
25	3/4"	577.091.025-2	14	19	16	25
32	3/4"	577.113.720-4	17	22	19	53
32	1"	577.091.032-5	17	22	19	54

Tee Reducción Cementar



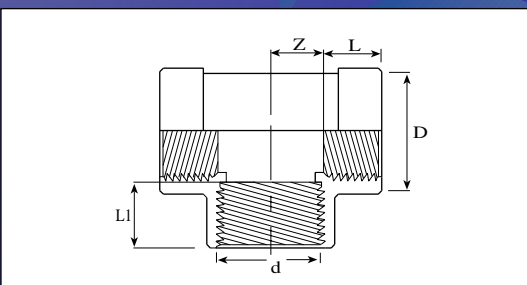
Dimensión D	d	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
25	20	578.113.818-7	14	19	37
32	25	578.113.821-7	17	22	65
40	25	592.094.025-2	17	26	100
40	32	592.094.032-5	22	26	105
50	20	592.095.020-7	14	31	155
50	25	592.095.025-8	17	31	160
50	32	592.095.032-1	22	31	165
50	40	592.095.040-1	27	31	170
63	32	592.096.332-5	22	38	280
63	40	590.913.853-3	27	38	300
63	50	592.096.350-3	33	38	315
75	50	590.913.856-8	40	44	550
90	63	592.097.096-8	48	51	900
110	63	592.097.116-6	61	61	1.590
160	110	592.091.612-2	97	136	6.954

Codo 90° Cem/Hi



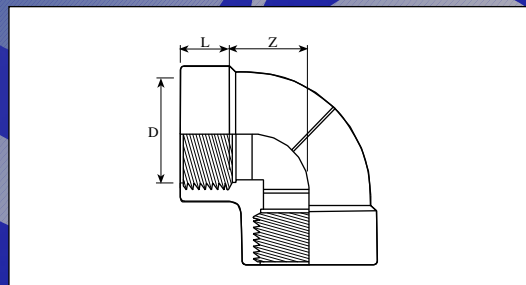
Dimensión D (mm)	d	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
20	1/2"	577.011.020-5	11	16	13
25	1/2"	577.011.022-1	14	16	18
25	3/4"	577.011.025-6	14	19	25
32	3/4"	590.912.321-8	17	19	35
32	1"	577.011.032-9	17	22	54

Tee Hi-Hi



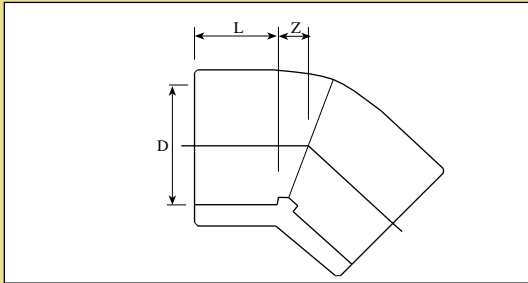
Dimensión D	d	Código	Z (mm)	L (mm)	L 1 (mm)	Peso (gr)
1/2"	1/2"	590.913.903-3	13	15	15	25
3/4"	1/2"	590.913.907-6	17	16	15	46
3/4"	3/4"	590.913.905-0	17	16	16	46
1"	3/4"	590.913.904-1	19	17	16	50
1"	1"	590.913.901-7	21	19	19	76
1 1/4"	1 1/4"	590.913.992-1	27	21	21	117
1 1/2"	3/4"	590.913.993-9	20	19	16	68
1 1/2"	1 1/2"	590.913.991-2	37	21	21	260
2"	2"	590.913.902-5	46	25	25	465

Codo 90° Hi-Hi



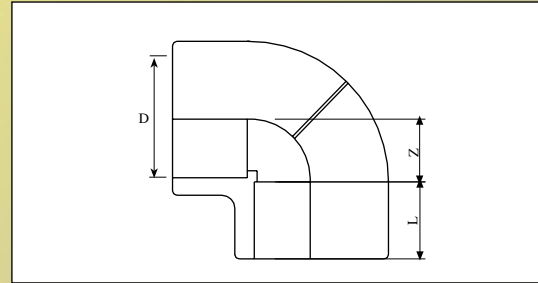
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
1/2"	590.913.400-7	13	15	19
3/4"	590.913.411-2	17	16	32
1"	590.913.401-5	21	19	56
1 1/4"	590.913.402-3	27	21	90
1 1/2"	590.913.403-1	36	21	185
2"	590.913.404-0	46	25	350

Codo 45° C/Cem.



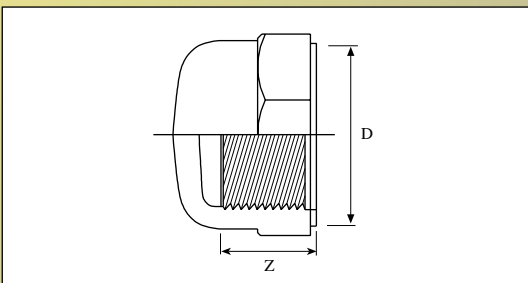
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr.)
20	592.014.020-5	5	16	15
25	578.011.024-6	6	19	30
32	578.011.035-1	7	22	50
40	578.045.040-3	10	26	88
50	578.045.050-1	11	31	114
63	578.045.063-2	14	38	200
75	578.045.075-6	17	44	320
90	578.045.090-0	26	51	550
110	578.045.110-8	26	61	915
125	592.014.125-2	31	69	1.315
140	592.014.140-6	34	76	1.660
160	592.014.160-1	38	86	3.060
200	592.014.200-3	48	108	4.500
250	592.014.250-0	58	131	6.400
315	592.014.315-8	66	165	14.500

Codo 90° C/Cem.



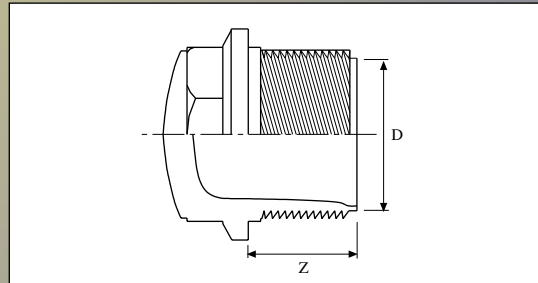
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
20	578.011.020-3	11	16	18
25	578.011.025-4	14	19	32
32	578.011.032-7	17	22	51
40	578.011.040-8	22	26	84
50	578.011.050-5	27	31	149
63	578.090.063-8	33	38	250
75	578.090.075-1	40	44	418
90	578.090.090-5	48	51	675
110	578.011.110-2	60	61	1.100
125	592.017.125-9	64	69	1.650
140	592.017.140-2	77	76	2.080
160	592.017.160-7	89	86	3.980
200	592.017.200-0	103	97	4.500
250	592.017.250-6	188	131	12.000
315	592.014.316-6	236	165	22.000

Tapa Gorro Hi



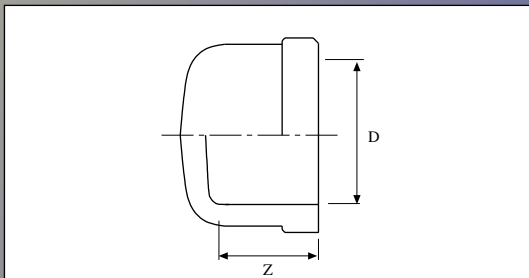
Dimensión D	Código	Z (mm)	Peso (gr)
1/2"	590.915.499-7	15	11
3/4"	590.915.500-4	16	15
1"	590.915.501-2	19	26
1 1/4"	590.915.502-1	21	39
1 1/2"	590.915.503-9	21	53
2"	590.915.504-7	25	83
2 1/2"	590.915.506-3	30	175
3"	590.915.505-5	33	310
4"	590.915.509-8	39	420

Tapa Tornillo He



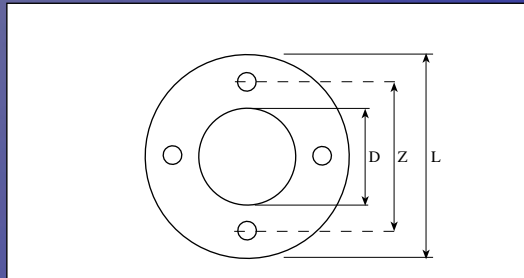
Dimensión D	Código	Z (mm)	Peso (gr)
1/2"	577.391.012-1	15	7
3/4"	577.391.034-2	16	11
1"	577.391.044-0	19	20
1 1/4"	590.915.402-4	21	30
1 1/2"	590.915.403-2	21	46
2"	590.915.404-1	25	74
2 1/2"	590.915.406-7	26	115
3"	590.915.408-3	28	175
4"	590.915.409-1	32	280

Tapa Gorro Cementar



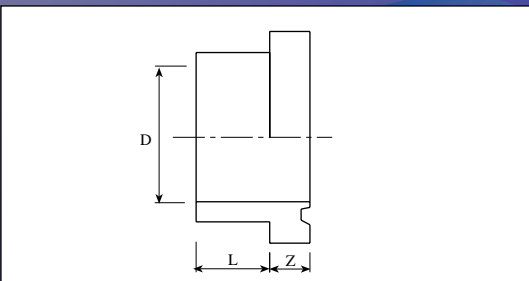
Dimensión D	Código	Z (mm)	Peso (gr)
20	578.610.020-0	16	7
25	592.210.025-1	19	13
32	592.210.032-4	22	22
40	592.210.040-5	26	37
50	592.210.050-2	31	60
63	592.210.063-4	38	107
75	592.210.075-8	44	205
90	592.210.090-1	51	350
110	592.210.110-0	61	500
125	592.210.125-8	69	900
140	592.210.140-1	76	1.100
160	592.210.160-6	86	1.900
200	590.915.686-8	108	2.800
250	590.915.687-6	135	4.100

Flange Volante PVC



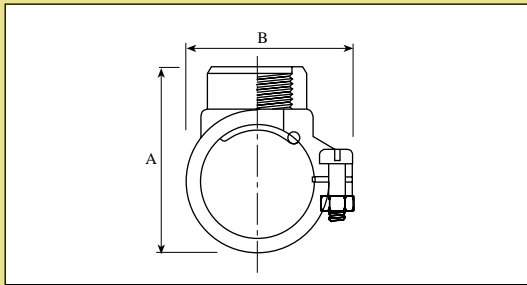
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
32	592.713.032-9	100	143	120
40	592.713.041-8	110	153	190
50	592.713.050-7	125	168	280
63	590.915.954-9	125	165	310
75	590.915.966-2	145	185	380
90	590.915.978-6	160	200	500
110	590.915.989-1	180	220	580
125	590.915.990-5	190	251	715
140	590.915.999-9	210	250	730
160	590.916.000-8	240	285	840
200	590.916.002-4	295	340	1.200
250	590.916.250-7	350	396	1.790
315	590.916.315-5	400	445	2.700
355	590.916.355-4	460	505	3.600
400	590.916.400-3	515	565	4.500

Collar Flange Cem.



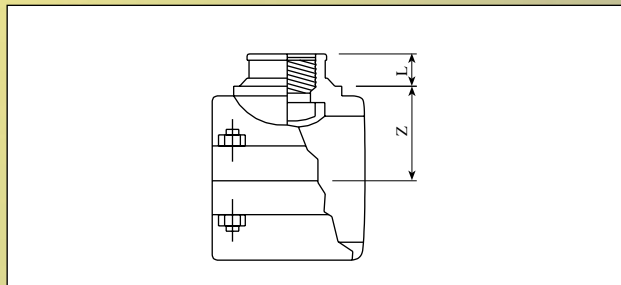
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
32	590.915.732-5	8	26	40
40	590.015.739-0	8	31	62
50	590.915.740-6	8	38	105
63	590.915.750-3	13	38	132
75	590.915.760-1	13	44	282
90	590.915.770-8	13	51	380
110	590.915.780-5	14	61	566
125	590.915.781-3	14	70	600
140	590.915.790-2	14	76	648
160	590.915.792-9	14	86	1.226
200	590.915.794-5	16	106	1.840
250	590.915.795-3	16	110	2.140
315	590.915.796-1	18	119	5.000
355	590.915.797-0	20	122	5.400
400	590.915.798-8	22	130	6.500

Collarín Integral



Diámetro D	d	Código	A (mm)	B (mm)	Peso (gr)
63	1/2"	592.650.631-7	90	89	562
63	3/4"	592.650.633-3	90	89	571
75	1/2"	592.650.751-8	102	101	683
75	3/4"	592.650.753-4	102	101	692

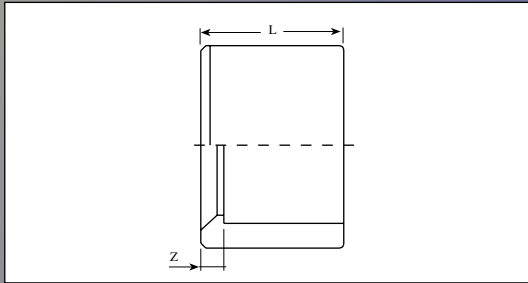
Collar de Arranque PVC



Diámetro matriz (mm)	Diámetro salida (pulg)	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
*40	1"	592.644.040-5	32	22	328
50	1/2"	578.500.010-4	36	16	340
50	3/4"	578.500.011-2	38	18	356
*50	1"	592.645.001-0	38	22	379
63	1/2"	578.500.012-0	44	16	420
63	3/4"	578.500.013-9	44	18	445
*63	1"	592.646.340-5	45	22	530
*63	1 1/2"	592.646.304-9	47	25	615
75	1/2"	578.500.126-7	51	16	600
75	3/4"	578.500.346-4	51	18	616
75	1"	578.500.016-3	51	22	638
*75	1 1/2"	592.647.504-7	53	25	725
*75	2"	592.647.505-5	53	30	780
*90	1/2"	592.649.002-0	60	16	720
*90	3/4"	592.649.003-8	60	18	740
*90	1"	592.649.004-6	60	20	773
*90	1 1/2"	592.649.005-4	61	25	805
*90	2"	592.649.007-1	61	30	877
110	1/2"	578.500.128-3	71	16	1.020
110	3/4"	578.500.348-1	71	18	1.040
110	1"	578.500.018-0	71	22	1.040
110	1 1/2"	578.500.118-6	71	25	1.080
110	2"	578.500.848-2	71	30	1.100
*110	3"	592.650.110-2	71	35	1.140
*125	2"	592.641.250-9	80	30	1.412
*140	1 1/2"	592.641.442-1	87	25	1.572
*140	2"	592.641.450-1	87	30	1.607
*140	3"	592.650.140-4	87	35	1.633
*160	1"	592.641.640-7	98	22	1.453
*160	1 1/2"	592.641.604-1	98	25	1.681
*160	2"	592.641.650-4	98	30	1.760
*160	3"	592.650.160-9	98	35	1.803
*200	1 1/2"	592.642.042-1	118	25	2.066
*200	2"	592.642.050-1	118	30	2.119
200	3"	592.642.051-0	118	35	2.172
200	4"	592.642.052-8	118	42	2.225
*250	2"	592.642.550-3	131	30	2.478
250	3"	592.642.551-1	131	35	2.516
250	4"	592.642.552-0	131	42	2.542

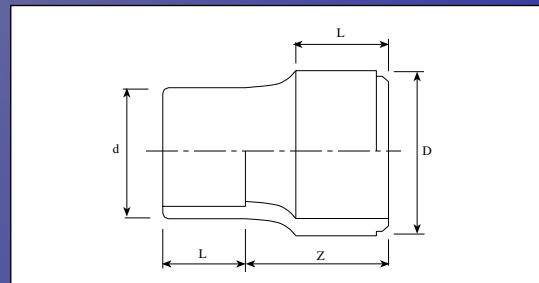
* Accesorios importados de polipropileno, marca Jimtem/FIP.

Buje Corto Cem.



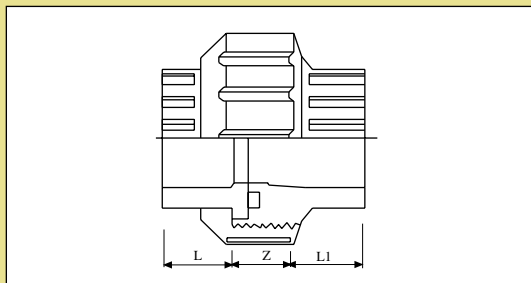
Dimensión D	d	Código (mm)	Z (mm)	L (gr)	Peso (gr)
25	20	578.071.010-3	3	10	5
32	20	592.663.220-7	6	22	15
32	25	578.071.021-9	3	22	10
40	20	592.664.020-0	12	26	29
40	25	592.664.025-1	8	26	23
40	32	592.664.032-3	4	26	16
50	20	592.664.050-1	22	31	55
50	25	592.664.052-8	17	31	48
50	32	592.665.032-9	11	31	41
50	40	592.665.040-0	5	31	30
63	32	592.666.332-3	16	38	76
63	40	592.666.340-4	12	38	74
63	50	592.666.350-1	7	38	60
75	40	592.667.549-6	22	44	160
75	50	592.667.550-0	13	44	120
75	63	592.667.563-1	6	44	81
90	50	592.669.050-9	24	51	270
90	63	592.669.063-1	15	51	200
90	75	592.669.075-4	7	51	140
110	63	592.661.163-3	32	61	520
110	75	592.661.175-7	21	61	410
110	90	592.661.190-1	10	61	275
125	75	592.661.119-6	25	69	800
125	90	592.661.120-0	16	69	670
125	110	592.661.121-8	10	69	450
140	90	592.661.410-1	25	76	920
140	110	592.661.411-0	16	76	628
140	125	592.661.412-8	10	76	350
160	110	592.661.161-7	25	86	1.030
160	125	592.661.162-5	16	86	850
160	140	592.661.416-1	10	86	565
200	110	592.661.198-6	25	108	1.320
200	140	592.661.199-4	16	108	1.190
200	160	592.661.200-1	10	108	870
250	160	592.661.250-8	16	147	1.326
250	200	592.661.251-6	10	147	1.176
315	200	592.661.315-6	16	178	1.782
315	250	592.661.316-4	10	178	1.496

Reducción Larga H-H - M-H C/Cem.



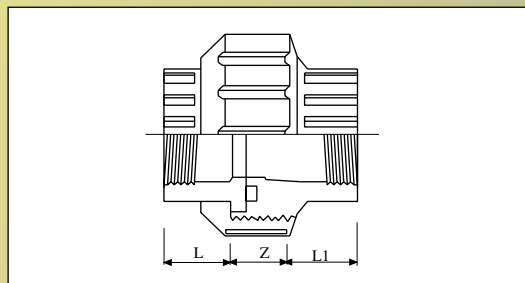
Dimensión D	d	Código (mm)	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
25	20	592.071.019-2	24	19	9
32	20	592.071.020-6	30	22	14
32	25	590.915.321-4	30	22	6
40	20	592.071.030-3	30	22	20
40	25	592.071.031-1	36	26	28
40	32	590.915.332-0	36	26	35
50	20	592.071.043-5	44	31	34
50	25	592.071.041-9	44	31	40
50	32	592.071.042-7	44	31	47
63	25	592.071.142-3	54	38	64
63	32	590.915.352-4	54	38	71
63	40	590.915.353-2	54	38	87
63	50	590.915.354-1	54	38	98
75	40	592.071.063-0	62	44	112
75	50	590.915.364-8	62	44	130
75	63	590.915.365-6	62	44	167
90	40	590.915.390-7	74	51	176
90	50	590.915.395-8	74	51	192
90	63	590.915.375-3	74	51	216
90	75	590.915.376-1	74	51	231
110	40	590.915.383-4	88	61	242
110	50	592.071.084-2	88	61	273
110	63	590.915.385-1	88	61	307
110	75	592.071.175-0	88	61	345
110	90	590.915.387-7	88	61	376
125	63	590.915.388-5	100	69	501
125	75	590.915.389-3	100	69	540
125	90	590.915.590-0	100	69	570
125	110	590.915.591-8	100	69	602
140	75	590.915.396-6	110	76	710
140	90	590.915.397-4	110	76	805
140	110	590.915.398-2	110	76	900
140	125	590.915.399-0	110	76	1.000
160	90	590.915.160-2	124	86	1.200
160	110	590.915.161-1	124	86	1.300
160	125	590.915.162-9	124	86	1.400
160	140	590.915.163-7	124	86	1.500
200	110	592.071.010-9	156	106	1.980
200	140	592.071.014-1	156	106	2.200
200	160	590.915.394-0	156	106	2.550

Unión Americana Cem.



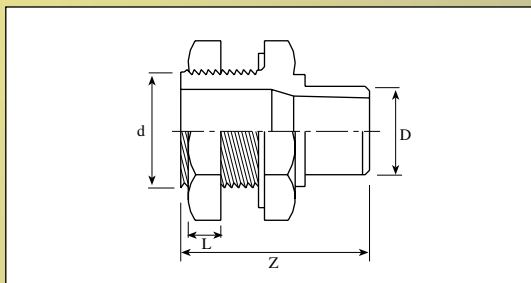
Dimensión D	Código (mm)	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
20	578.621.020-0	13	16	41
25	578.621.025-0	13	19	60
32	578.621.032-3	13	22	90
40	578.621.040-4	15	26	158
50	578.621.050-1	17	31	200
63	578.621.063-3	21	38	395
75	592.620.075-7	21	46	1.000
90	592.620.090-1	21	54	1.175
110	592.620.110-9	23	63	1.366

Unión Americana Hi/Hi



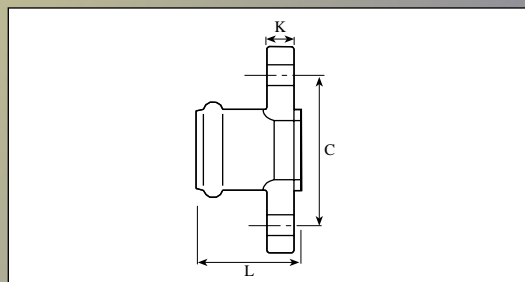
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
1/2"	593.820.003-5	16	15	35
3/4"	593.820.004-3	18	16	65
1"	593.825.000-8	18	19	85
1 1/4"	593.825.100-4	22	21	145
1 1/2"	593.825.300-7	22	21	180
2"	593.826.000-3	26	25	325
2 1/2"	593.825.017-2	27	27	412
3"	593.825.019-9	27	28	498
4"	593.825.021-0	38	33	728

Salida Estanque Cem./He



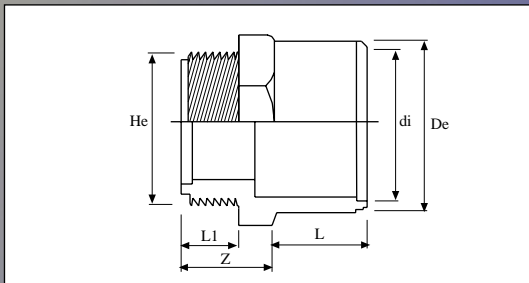
Dimensión D	d	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
20	1/2"	592.672.002-5	90	15	70
25	3/4"	592.672.503-5	95	18	90
32	1"	592.673.240-6	97	18	130
40	1 1/4"	592.674.041-7	100	18	170
50	1 1/2"	592.675.042-1	105	18	210
63	2"	592.675.063-3	109	20	270
75	2 1/2"	592.675.075-7	191	20	278
90	3"	592.675.090-1	204	21	310
110	4"	590.675.110-2	218	21	346

Terminal Brida Clase 10 C/Goma



Dimensión D	Código	L (mm)	K (mm)	C (mm)	Nº Pernos	Peso (kg)
63	574.630.063-0	120	18	125	4	0,68
75	574.630.075-3	135	18	145	4	0,94
90	574.630.090-7	150	18	160	8	1,33
110	574.630.110-5	130	18	180	8	1,75
140	574.630.140-7	145	20	210	8	3,20
160	574.630.160-1	160	22	240	8	5,52
200	574.630.200-4	290	22	295	8	6,12
250	574.630.250-1	420	25	365	12	9,30
315	574.630.315-9	505	26	410	12	9,91
355	574.630.355-8	582	28	448	12	11,02
400	574.630.400-7	640	28	480	12	13,98

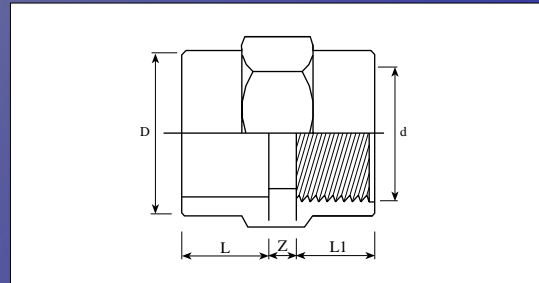
Terminal Cem./He (doble uso)



Dimensión (mm x pulg)			Código	Z (mm)	L (mm)	L1 (mm)	Peso (gr)
De	di	He					
25	20	1/2"	578.611.020-5	24	16	15	10
32	25	3/4"	578.611.025-6	27	19	16	21
40	32	1"	578.611.032-9	30	22	21	58
50	40	1 1/4"	578.611.040-0	32	26	21	74
50	40	1 1/2"	592.016.041-9	32	26	21	82
63	50	1 1/2"	578.611.050-7	35	31	21	100
63	50	2"	592.016.051-6	35	31	24	115
75	63	2"	578.611.063-9	31	38	26	140
75	63	2 1/2"	592.016.061-3	31	38	29	160
90	75	2 1/2"	578.611.075-2	48	44	30	190
90	75	3"	592.016.076-1	48	44	32	206
110	90	3"	578.611.090-6	65	51	33	227
125	110	4"	578.611.110-4	70	61	39	350

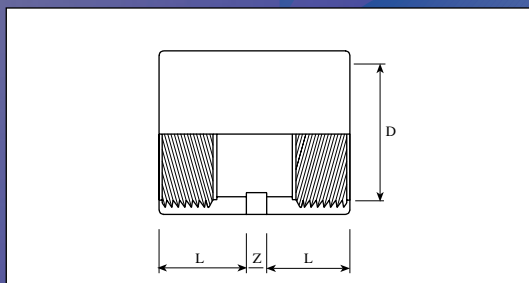
De: diámetro exterior cementar
di: diámetro interior cementar
He: Hilo exterior

Terminal Cem./Hi



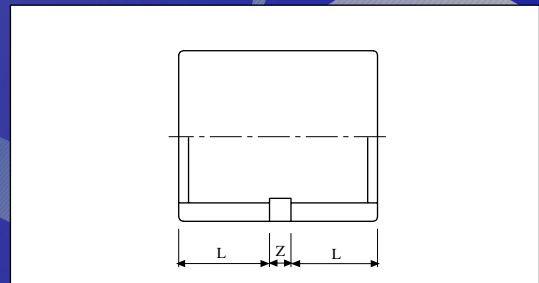
Dimensión		Código (mm)	Z (mm)	L (mm)	L1 (gr)	Peso
D	d					
20	1/2"	578.601.220-3	4	16	15	15
25	1/2"	590.915.010-0	5	19	15	20
25	3/4"	578.603.425-8	5	19	16	22
32	1"	592.610.324-7	5	22	19	36
40	1 1/4"	592.613.041-4	5	26	21	50
50	1 1/2"	592.614.042-8	7	31	21	92
63	2"	592.614.043-6	7	38	25	160
75	2 1/2"	592.614.063-1	17	44	30	260
90	3"	592.614.090-8	22	51	33	438
110	4"	592.614.110-6	27	61	39	652

Copla Hi/Hi



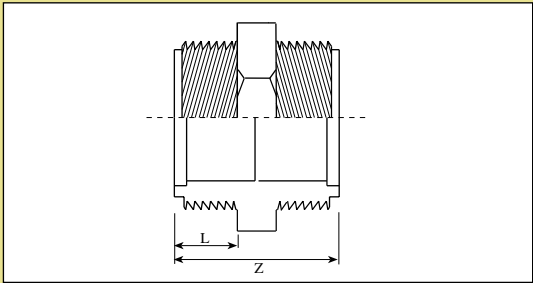
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
1/2"	592.022.009-8	7	15	14
3/4"	592.022.013-6	8	16	20
1"	592.022.010-1	9	19	36
1 1/4"	592.022.015-2	11	21	53
1 1/2"	592.022.012-8	17	21	108
2"	592.022.016-1	19	25	190
2 1/2"	592.022.017-9	31	30	275
3"	592.022.003-9	40	33	500
4"	590.914.810-5	48	39	665

Copla Cementar



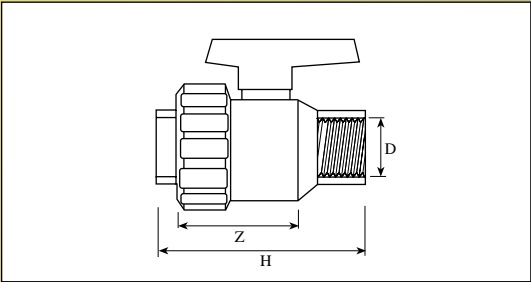
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
20	578.021.020-8	3	16	10
25	578.021.025-9	3	19	20
32	590.914.620-0	3	22	32
40	590.914.630-7	3	26	50
50	590.914.640-4	3	31	82
63	590.914.650-1	3	38	145
75	590.914.660-9	3	44	250
90	590.914.670-6	4	51	415
110	590.914.680-3	8	61	715
125	590.914.125-9	7	69	960
140	590.914.690-1	8	76	1.240
160	590.914.160-7	9	86	1.680
200	590.914.200-0	11	106	3.050
250	590.914.201-8	10	132	5.900
315	590.914.315-4	12	165	9.800

Niple He - He



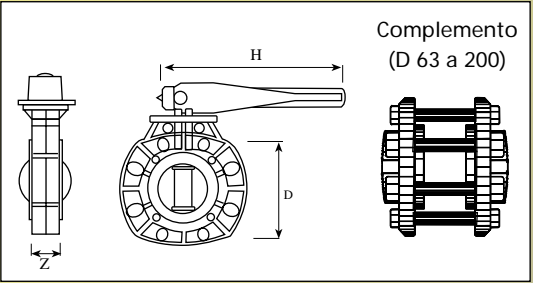
Dimensión D	Código	Z (mm)	L (mm)	Peso (gr)
1/2"	578.600.020-5	41	15	10
3/4"	578.600.025-6	45	16	16
1"	578.600.032-9	51	19	27
1 1/4"	592.420.041-5	57	21	40
1 1/2"	592.420.005-9	58	21	55
2"	592.410.004-6	64	24	75
2 1/2"	578.600.075-2	69	26	132
3"	578.600.090-6	75	28	189
4"	578.600.110-4	80	30	208

Válvula Bola Cementar
1 unión americana Clase 4



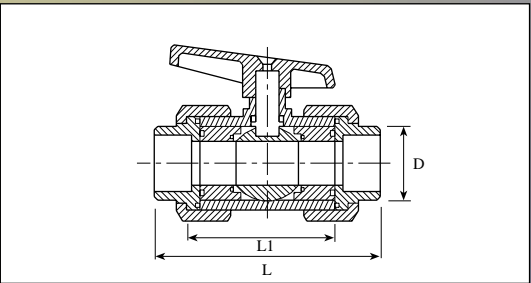
Diámetro D	Código	Z (mm)	H (mm)	Peso (gr)
20	590.900.812-5	60	92	145
25	590.900.815-0	71	109	240

Válvula Mariposa Clase 10



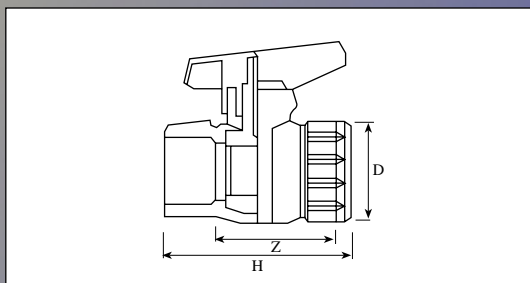
Diámetro D	Código	Z (mm)	H (mm)	Peso (gr)
75	592.950.275-4	37	162	1.729
90	592.950.290-8	49	179	2.210
110	592.950.210-0	57	208	3.125
125	592.950.225-8	62	220	3.211
160	592.950.216-9	76	259	5.330
200	592.950.206-1	91	317	11.010
250	592.950.207-0	105	358	18.420
315	592.950.203-7	118	400	25.721
355	592.950.205-3	131	442	32.360
400	592.950.204-5	145	483	38.790

Válvula Esfera (bola) Cementar
con unión americana



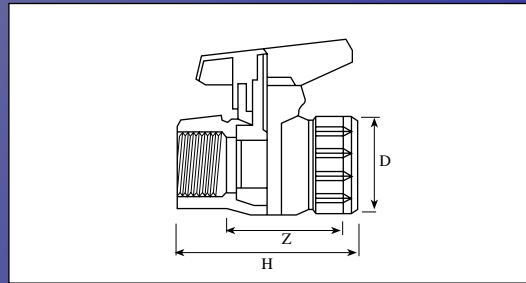
Dimensión D	clase	Código	L (mm)	L1 (mm)	Peso (gr)
20	16-10-6	590.900.920-2	100	70	212
25	16-10-6	590.900.925-3	118	82	335
32	16-10-6	590.900.932-6	129	87	445
40	16-10-6	590.900.940-7	148	98	695
50	16-10-6	590.900.950-4	161	101	950
63	16-10-6	590.900.963-6	195	121	1.590
75	10-6	592.950.075-1	235	153	3.170
90	10-6	590.900.990-3	270	153	5.460
110	10-6	590.900.995-4	308	188	8.520
125	10-6	590.900.996-2	420	210	9.200

Válvula Compacta Bola Cementar



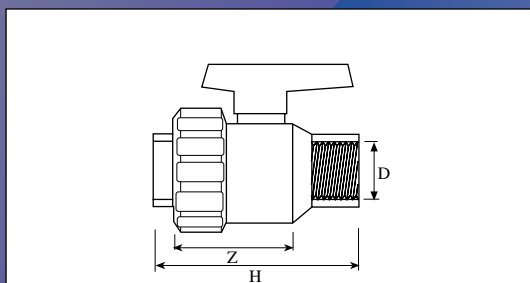
Diámetro D	Código	Z (mm)	H (mm)	Peso (gr)
20	590.900.801-0	60	92	145
25	590.900.802-8	71	109	210
32	590.900.803-6	74	118	325
40	590.900.804-4	81	133	505
50	590.900.805-2	86	152	680
63	590.900.806-1	105	183	1.145

Válvula Compacta Bola Hi/Hi



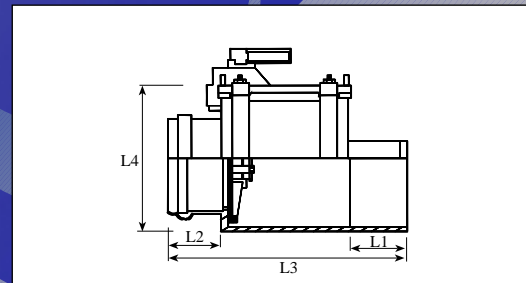
Diámetro D	Código	Z (mm)	H (mm)	Peso (gr)
1/2"	579.955.002-6	67	97	145
3/4"	579.955.003-4	80	113	240
1"	579.955.004-2	81	120	335
1 1/4"	579.955.083-2	93	136	520
1 1/2"	579.955.001-8	105	148	715
2"	579.955.005-1	125	177	1.190

Válvula Bola 1 unión americana Cem./Hi



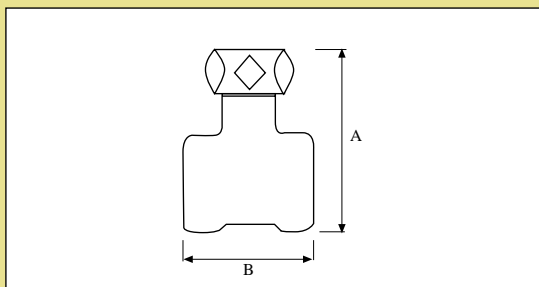
Diámetro D	Código	Z (mm)	H (mm)	Peso (gr)
1/2"	590.900.811-7	67	98	150
3/4"	590.900.813-3	82	115	235

Válvula Antirretorno Clase 4



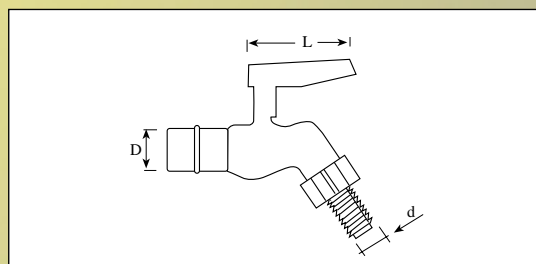
Diámetro D	Código	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)
110	596.134.011-1	61	61	307	192
125	596.134.016-2	68	68	318	192
160	596.134.012-0	74	74	334	220
200	596.134.013-8	100	86	451	280
250	596.134.014-6	130	110	520	391
315	596.134.015-4	225	152	586	368

Llave de paso Cementar



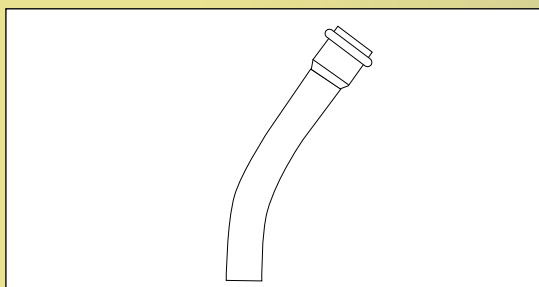
Dimensión D	Código	A (mm)	B (mm)	Peso (gr)
20	590.780.003-4	62	71	0,98
25	590.780.002-6	65	71	0,93

Llave de Jardín



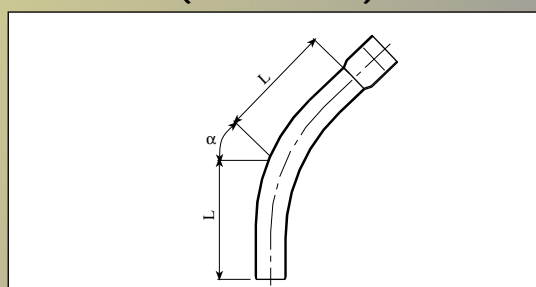
Dimensión d	Código	L (mm)	D (mm)	Peso (gr)
1/2"	590.770.002-1	106	20	37
3/4"	590.770.003-0	106	25	40

Curva 22,5° Clase 10



Dimensión D	Tipo de Campana	Código	R (mm)	L (mm)	Peso (kg)
63	C/Goma	576.762.063-4	221	184	0,54
75	C/Goma	576.762.075-8	263	199	0,81
90	C/Goma	576.762.090-1	315	219	1,28
110	C/Goma	576.762.110-0	385	246	2,12
125	C/Goma	576.762.125-8	438	266	3,01
140	C/Goma	576.762.140-1	490	285	3,28
160	C/Goma	576.762.160-6	560	312	4,67
200	C/Goma	576.762.200-9	700	365	11,10
250	C/Goma	576.762.250-5	875	431	14,45
315	C/Goma	576.762.315-3	1.103	517	27,15
355	C/Goma	576.762.355-2	1.243	570	38,13
400	C/Goma	576.762.400-1	1.400	630	46,71

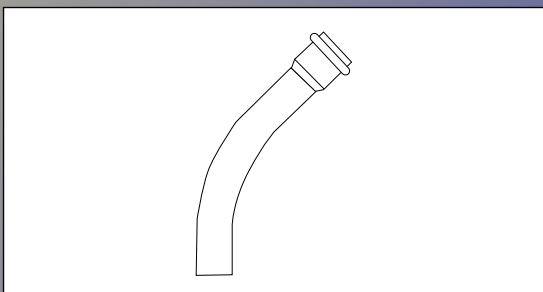
Curva 45° Clase 10 cementar (Conformada)



Dimensión D	Tipo de Campana	Código	L (mm)	Peso (gr)
*20	Cem.	573.764.020-7	41	23
25	Cem.	573.764.025-8	51	38
32	Cem.	573.764.032-1	66	63
40	Cem.	573.764.040-1	82	130
50	Cem.	573.764.050-9	102	254
63	Cem.	573.764.063-0	126	486

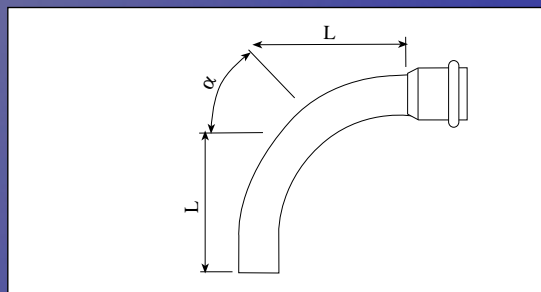
* Clase 16

Curva 45° Clase 10



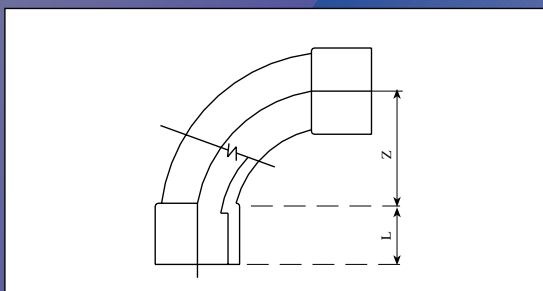
Dimensión D	Tipo de Campana	Código	R (mm)	L (mm)	Peso (kg)
63	C/Goma	576.764.063-5	221	235	6,63
75	C/Goma	576.764.075-9	263	260	0,96
90	C/Goma	576.764.090-2	315	292	1,55
110	C/Goma	576.764.110-1	385	334	2,60
125	C/Goma	576.764.125-9	438	356	3,34
140	C/Goma	576.764.140-2	490	387	4,10
160	C/Goma	576.764.160-7	560	428	5,85
200	C/Goma	576.764.200-0	700	510	9,80
250	C/Goma	576.764.250-6	875	612	19,40
315	C/Goma	576.764.315-4	1.103	745	37,05
355	C/Goma	576.764.355-3	1.243	830	52,43
400	C/Goma	576.764.400-2	1.400	920	62,81

Curva 90° Clase 10



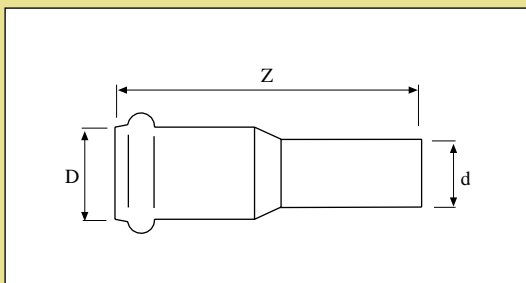
Dimensión D	Tipo de Campana	Código	R (mm)	L (mm)	Peso (kg)
63	C/Goma	576.769.063-2	221	364	0,82
75	C/Goma	576.769.075-6	263	414	1,27
90	C/Goma	576.769.090-0	315	476	2,10
110	C/Goma	576.769.110-8	385	559	3,56
125	C/Goma	576.769.125-6	438	650	4,24
140	C/Goma	576.769.140-0	490	674	5,85
160	C/Goma	576.769.160-4	560	768	8,22
200	C/Goma	576.769.200-7	700	954	17,38
250	C/Goma	576.769.250-3	875	1.150	33,60
315	C/Goma	576.769.315-1	1.103	1.420	65,30
355	C/Goma	576.769.355-1	1.243	1.580	92,20
400	C/Goma	573.769.400-5	1.400	1.740	129,00

Curva 90° (1/4) Cementar (inyectada)



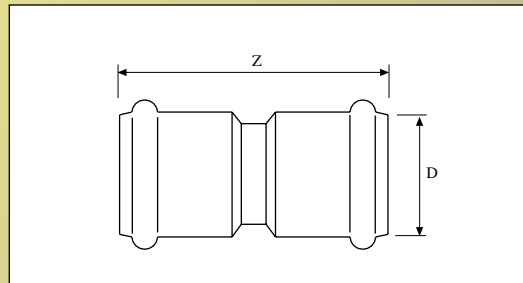
Dimensión D	Tipo de Campana	Código (mm)	Z	Peso (gr.)
20	C/Cem.	590.913.108-3	70	29
25	C/Cem.	590.913.110-5	88	46
32	C/Cem.	590.913.120-2	112	50
40	C/Cem.	590.913.130-0	140	140
50	C/Cem.	590.913.140-7	175	309

Reducción C/Goma



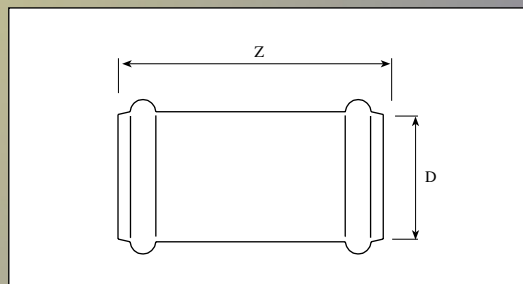
Diámetro D	d	Código	Z mín. (mm)	Peso (kg)
63	50	574.076.350-6	185	0,13
75	50	574.077.550-4	190	0,17
75	63	574.077.563-6	250	0,27
90	50	574.079.050-3	200	0,23
90	63	574.079.063-5	260	0,35
90	75	574.079.075-9	270	0,41
110	75	574.071.175-1	275	0,54
110	90	574.071.190-5	280	0,63
125	110	574.071.210-3	300	0,90
140	90	574.071.490-4	295	0,90
140	110	574.071.411-4	300	1,06
140	125	574.071.412-2	310	1,20
160	125	574.071.612-5	315	1,30
160	110	574.071.611-7	320	1,45
160	140	574.071.614-1	325	1,62
200	160	574.072.016-5	350	2,54
250	200	574.072.520-5	390	4,40
315	200	574.073.115-9	420	6,44
315	250	574.073.125-6	445	7,88
355	315	574.073.531-6	495	12,30
400	355	574.073.035-7	530	16,70

Copla Dilatación C/Goma



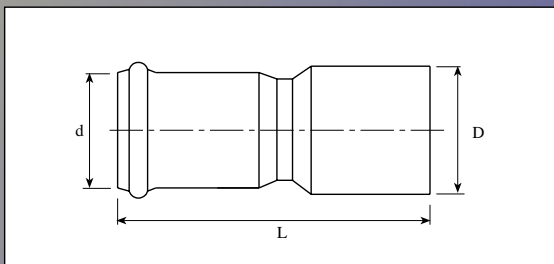
Dimensión D	Código	Z máx. (mm)	Peso (kg)
63	576.532.063-3	400	0,20
75	576.532.075-7	400	0,29
90	576.532.090-1	410	0,47
110	576.532.110-9	420	1,30
125	576.532.125-7	470	1,52
140	576.532.140-1	470	2,30
160	576.532.160-5	470	3,16
200	576.532.200-8	520	5,00
250	576.532.250-4	540	8,30
315	576.532.315-2	660	13,60
355	576.532.355-1	710	18,30
400	576.532.400-1	1.020	34,30

Copla Reparación Clase 10 C/Goma



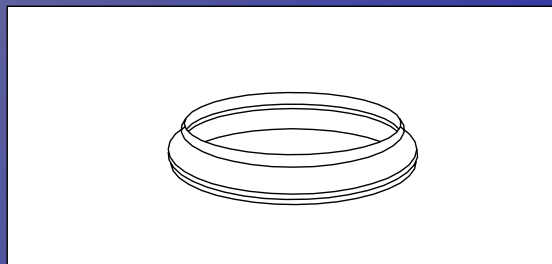
Dimensión D	Código	Z máx. (mm)	Peso (kg)
63	576.022.063-1	400	0,3
75	576.022.075-4	400	0,4
90	576.022.090-8	410	0,7
110	576.022.110-6	420	1,1
125	576.022.125-4	470	1,4
140	576.022.140-8	470	2,0
160	576.022.160-2	470	2,8
200	576.022.200-5	520	4,7
250	576.022.250-1	540	7,8
315	576.022.315-0	660	13,6
355	576.022.355-9	710	18,3
400	576.022.400-8	1.020	34,3

Adaptador Anger-Gibault



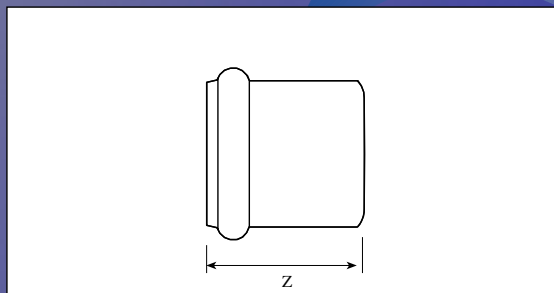
Diámetro D	d	Tipo de Campana	Código	L (mm)	Peso (kg)
50	50	C/Cem.	574.152.050-0	130	0,18
63	50	C/Goma	574.152.063-1	215	0,20
75	75	C/Goma	574.152.075-5	230	0,52
90	75	C/Goma	574.152.090-9	250	0,62
110	100	C/Goma	574.152.110-7	265	1,10
125	125	C/Goma	574.152.125-5	290	1,44
140	125	C/Goma	574.152.140-9	305	1,78
160	150	C/Goma	574.152.160-3	350	2,48
200	200	C/Goma	574.152.200-6	375	5,06
250	250	C/Goma	574.152.250-2	445	8,94
315	300	C/Goma	574.152.315-1	515	12,42
355	350	C/Goma	574.152.355-0	605	18,40
400	400	C/Goma	574.152.400-9	850	23,80

Anillo de Goma Anger



Dimensión D	Código	Peso (gr)
63	592.930.063-9	83
75	592.930.075-2	45
90	592.930.090-6	64
110	592.930.110-4	88
125	592.930.125-2	110
140	592.930.140-6	135
160	592.930.160-1	180
180	592.930.180-5	200
200	592.930.200-3	250
250	592.930.250-0	420
315	592.930.315-8	620
355	592.930.355-7	1.140
400	592.930.400-6	1.447

Tapón Unión Anger C/Goma



Diámetro D	Código	L (mm)	Peso (kg)
63	573.210.063-8	153	0,25
75	573.210.075-1	160	0,31
90	573.210.090-5	177	0,56
110	573.210.110-3	185	0,98
125	573.210.125-1	192	1,36
140	573.210.140-5	203	1,92
160	573.210.160-0	213	3,06

Transporte

4. MANEJO Y TRANSPORTE

A continuación se describen algunas recomendaciones de carga, manipulación, transporte y almacenaje de los tubos **Vinilit** presión de PVC para obtener el mejor rendimiento del material **durante toda su vida útil**.

4.1 CARGA Y TRANSPORTE

La carga de los camiones, vagones o contenedores debe efectuarse evitando manipulaciones violentas.

Considerando que, en general, la plataforma de estos presenta muchas irregularidades, deben colocarse transversalmente maderos de 10 cm de ancho separados a un metro, para dar un apoyo uniforme.

Los tubos deben ser colocados horizontalmente, tratando de no dañar las campanas. No se deben permitir flexiones pronunciadas, tramos salientes ni colgantes demasiado largos, ni apoyos sobre bordes agudos o salientes metálicos.

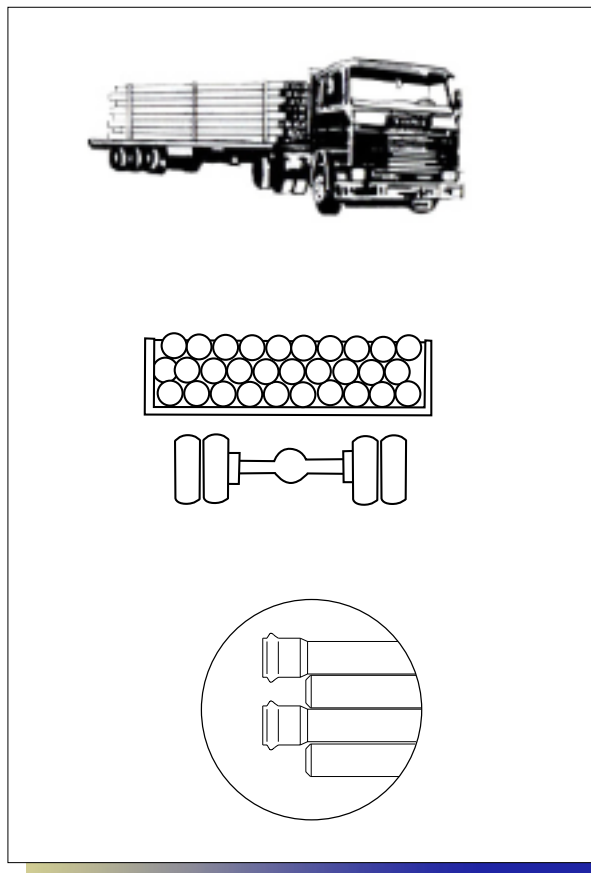
La tubería debe disponerse con las cabezas sobresalientes y alternadas para evitar dañar las campanas (ver figura adjunta 4.1).

El material utilizado para amarrar no debe producir marcas, rayas o aplastamiento de los tubos. Se recomienda utilizar cordel de cáñamo, nylon o similar.

Para efecto de aprovechar al máximo la capacidad de carga y economizar en flete, se pueden introducir los tubos más pequeños dentro de otros cuando sus diámetros así lo permitan.

Para el caso de tuberías de distinta clase, deberán cargarse primero (más abajo) las de paredes más gruesas (mayor clase). No se debe cargar otro tipo de material sobre los tubos.

Figura 4.1

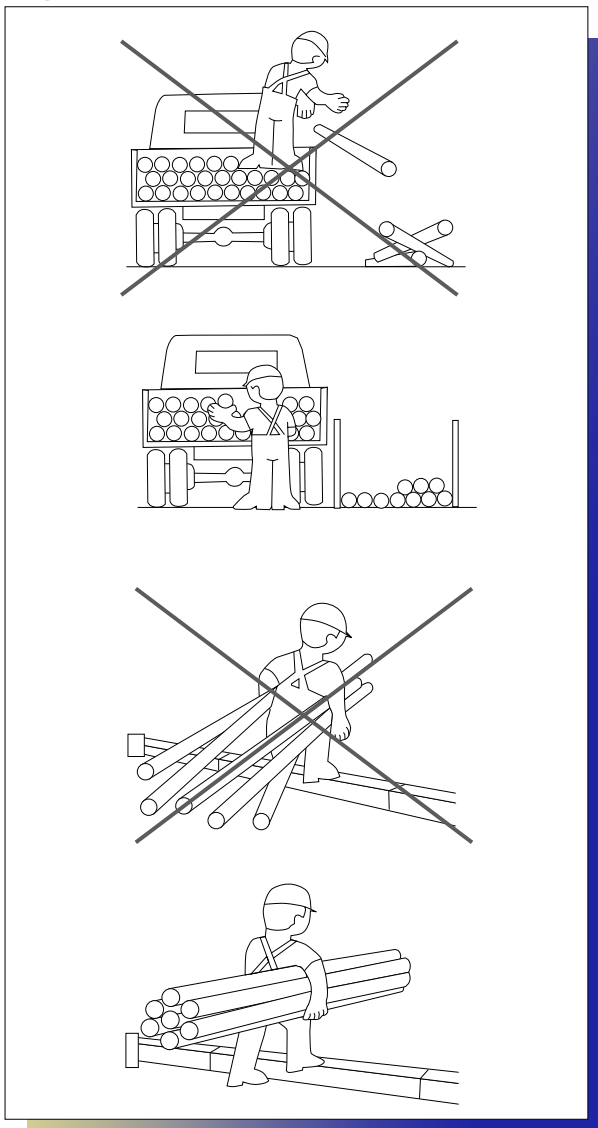


Los tubos de mayor diámetro deberán cargarse en la parte inferior del camión, y así sucesivamente hacia arriba.

IMPORTANTE

Para retiros directos de fábrica **se deja expresa constancia que Duratec Vinilit S.A. no cuenta con personal para desarrollar la operación de carga y estiba de los productos**. Por lo tanto, es fundamental que el cliente aporte tanto el personal como los elementos de amarre necesarios para realizar dicho trabajo.

Figura 4.2



4.2 DESCARGA Y MANIPULACIÓN

En general, la descarga y manipulación de los tubos de PVC no presentan dificultades, incluso en los tubos de gran diámetro (400 mm), debido a su bajo peso. En todo caso, por ningún motivo los tubos ni los accesorios deben dejarse caer al suelo en forma violenta. Deben ser levantados y no arrastrados, para evitarles daños por abrasión o rayaduras que disminuyan su resistencia, en especial a los esfuerzos cíclicos (ver figura adjunta 4.2).

Duratec Vinilit S.A. dispone de un servicio económico de transporte especializado que asegura la entrega en perfectas condiciones de sus tuberías y accesorios, desde Arica a Punta Arenas, incluyendo la región Metropolitana.

4.3 ALMACENAMIENTO EN OBRA

• TUBOS

El lugar de almacenamiento debe estar situado lo más cerca posible de la obra.

Los tubos deben apilarse sobre maderos de 10 cm de ancho aproximadamente, distanciados como máximo en 1,5 metros, sobre los cuales se ubicarán los tubos en capas horizontales. Las cabezas de los tubos deben quedar alternadas y sobresalientes, libres de toda presión exterior. Si no se dispone de bastidores, se deberán colocar estacas de soporte lateral cada 1,5 metros.

La altura normal del aperchado no deberá ser superior a un metro y medio.

En caso de que se presenten temperaturas iguales o superiores a los 40°C y un almacenamiento prolongado, la altura del aperchado y el espaciamiento de los maderos no deberá sobrepasar el metro (1 m). Además, es recomendable colocar un film plástico de color negro, malla raschel u otro elemento similar que proteja a los tubos de la radiación solar (ver figura 4.3).

Es necesario tener presente que en la zona Norte y Central de Chile, en los días de verano al sol se tienen temperaturas superiores a los 40 °C.

El almacenaje de larga duración a un costado de la zanja no es aconsejable. Los tubos deben ser transportados desde el lugar de almacenamiento bajo techo al sitio de instalación a medida que se los necesite. La zona de almacenamiento debe estar situada

tan cerca del sitio de instalación de los tubos como sea posible, de manera de reducir el costo y riesgo de la manipulación al mínimo.

• ACCESORIOS

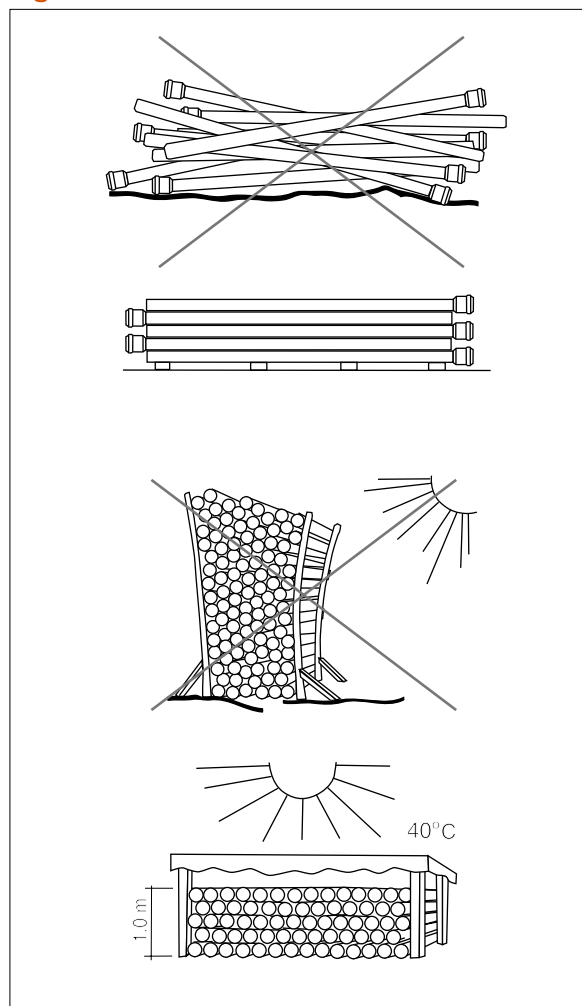
Dependiendo del diámetro y el material, los accesorios o piezas especiales se entregan en cajas de cartón o en bolsas, debiendo almacenarse en bodegas frescas bajo techo hasta el momento de su utilización.

• ANILLOS DE GOMA

Los anillos de goma para los accesorios o tuberías tipo unión Anger no deben almacenarse al aire libre. Deben protegerse de los rayos solares, del contacto con lubricantes, carburantes o productos químicos que puedan deteriorarlos. Si el almacenamiento es muy prolongado, éste debe ser hecho en un lugar fresco y donde no existan motores eléctricos en funcionamiento.

Deben protegerse del frío excesivo, ya que éste los endurece y dificulta su colocación y el montaje de la tubería.

Figura 4.3



Uniones, montajes

5. UNIONES Y MONTAJE DE TUBERÍAS

Existen 2 tipos de unión: **unión cementar** que se utiliza para diámetros entre 20 y 50 mm, y **unión con anillo de goma o unión Anger** para diámetros entre 63 y 400 mm.

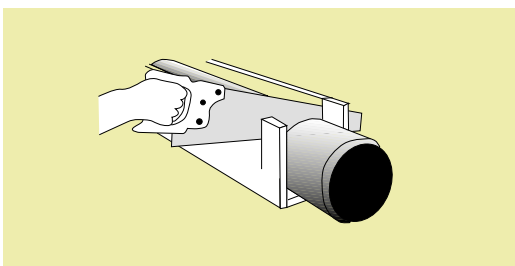
5.1 UNIÓN CEMENTAR

Este sistema consiste en unir dos tubos mediante el adhesivo **Vinilit** que plastifica lentamente las paredes de las superficies por unir, produciendo una soldadura en frío una vez que se evaporan los solventes del adhesivo.

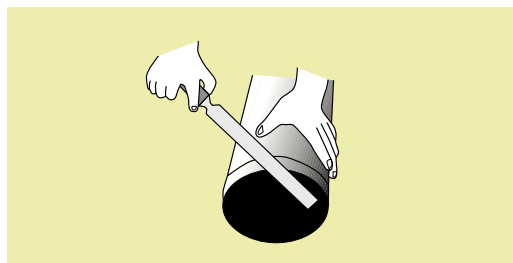
Esta unión es muy segura, pero requiere de mano de obra que sepa efectuar el pegado, y de ciertas condiciones especiales de trabajo, y es la razón por la que su uso está restringido a los diámetros menores, entre 20 y 50 mm.

Para obtener una unión correcta, se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

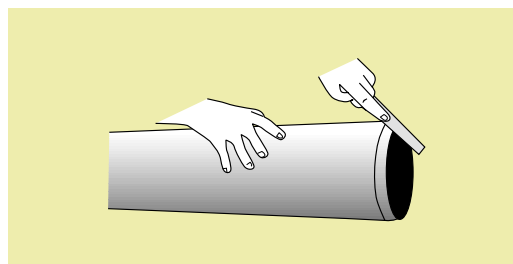
- 1° Cortar los tubos con sierra o serrucho de dientes finos. Asegúrese de efectuar el corte a escuadra (90°) usando una guía.



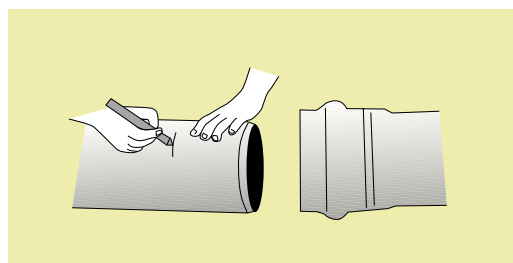
- 2° Eliminar con una escofina las rebabas que deja el corte en el extremo del tubo y efectuar un chaflán que facilite la inserción.



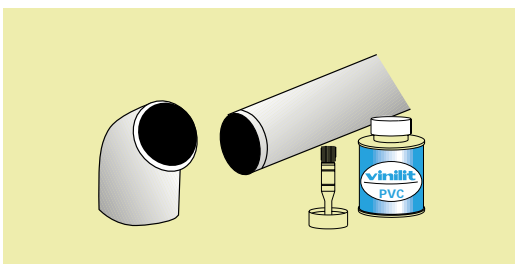
- 3° Lijar suavemente (lija al agua) el extremo del tubo y campana del accesorio para facilitar la acción del adhesivo **Vinilit** (no se debe rebajar la pared del tubo).



- 4° Limpiar el extremo del tubo y la campana de la unión o accesorio con bencina blanca o diluyente duco, a fin de eliminar todo rastro de grasa o cualquier otra impureza. De esta operación va a depender mucho la calidad de la unión.



- 5°** Aplicar adhesivo **Vinilit** generosamente en el tubo y una capa delgada en la campana de los accesorios, utilizando una brocha. Esta debe estar siempre en buen estado, libre de residuos de adhesivo seco.



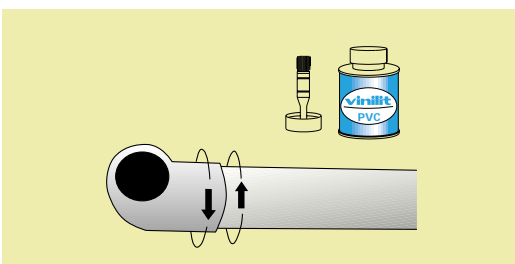
Se recomienda que dos o más personas apliquen el adhesivo **Vinilit** cuando se trate de tubos y accesorios de diámetros superiores a 75 mm.

Mientras no se use el adhesivo **Vinilit**, éste debe mantenerse cerrado para evitar la evaporación del solvente.

No se debe efectuar la unión de la tubería o el accesorio si están húmedos, a no ser que se use el adhesivo especial (**Vinilit** secado lento).

No trabajar bajo la lluvia o en lugares de mucha humedad.

- 6°** Introducir el tubo en la conexión con un movimiento firme y parejo. El tubo debe introducirse a lo menos 3/4 de la longitud de la campana girándose media vuelta y luego volver a la posición original para asegurar una unión óptima.



- 7°** Una unión correctamente realizada mostrará un cordón de adhesivo alrededor del perímetro del borde de la unión, el que debe limpiarse de inmediato, al igual como cualquier mancha de adhesivo que quede sobre o dentro del tubo o conexión.

La falta de este cuidado causa comúnmente problemas en las uniones cementadas.

- 8°** Toda operación, desde la aplicación de la soldadura hasta la terminación de la unión, no debe demorar más de 1 minuto, ya que **el adhesivo Vinilit es muy rápido**.

Se recomienda no mover las piezas cementadas durante los tiempos indicados, en relación con la temperatura ambiente:

De 15° a 40°C: 30 minutos sin mover

De 5° a 15°C: 1 hora sin mover

De 0° a 5°C: 2 horas sin mover

- 9°** Las pruebas hidráulicas de redes con uniones cementadas deben efectuarse al menos después de 24 horas de haberse realizado éstas, de manera de garantizar que los puntos de unión estén totalmente cementados.

Cualquier fuga en la unión, implica cortar la tubería y rehacer la unión, con los costos y retrasos que ello implica.

Rendimiento aproximado adhesivos **Vinilit**

Diámetro nominal	Número de uniones			
	Pote 500 cc	Tarro 250 cc	Pomo 60 cc	Pomo 25 cc
20	160	80	20	8
25	140	70	16	7
32	120	60	14	6
40	100	45	12	5
50	90	35	10	4

5.2 UNIÓN CON ANILLO DE GOMA

En la actualidad y después de larga experiencia en todo el mundo, se ha demostrado como eficiente y seguro el uso de los anillos de goma. Dentro de los diferentes tipos, la Thyssen Plastik Anger, de Alemania, desarrolló un sistema que se utiliza desde hace varios años en todo el mundo, conocido como unión Anger, el cual se ha adoptado para nuestra tubería **Vinilit** presión para los diámetros entre 63 y 400 mm.

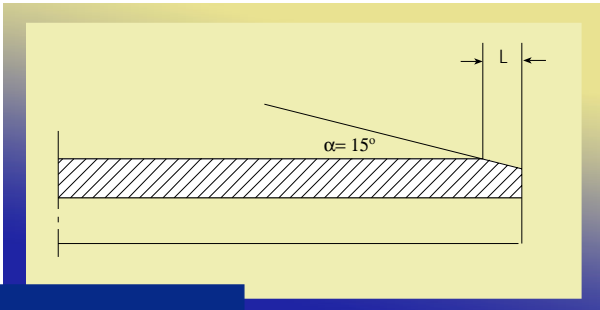
El sistema de unión tipo Anger no sólo permite una estanqueidad a la presión interna, sino que también la proporciona ante presiones externas que se pre-

sentan en instalaciones submarinas o donde existen napas de agua.

Debido a las características del anillo de goma, se asegura una alta resistencia al envejecimiento y, por su diseño, una impermeabilidad a bajas y altas presiones.

Los tubos **Vinilit** presión vienen con un chaflán de aproximadamente 15°, que es el indicado para una buena y fácil inserción, lo cual evita el arrastre del lubricante **Vinilit**.

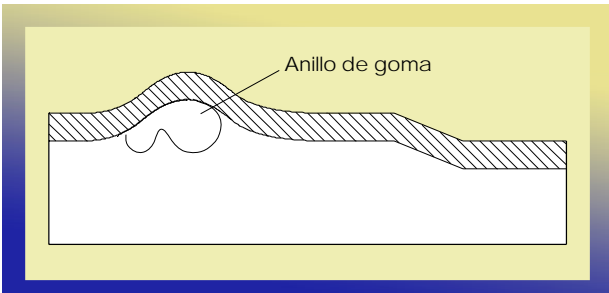
En el caso de tubos sin chaflán, es necesario de todos modos hacerlo en obra con una escofina.



Largos mínimos del chaflán												
Diám. mm	63	75	90	110	125	140	160	200	250	315	355	400
L mm	6	7	8	10	11	12	14	18	22	26	30	34

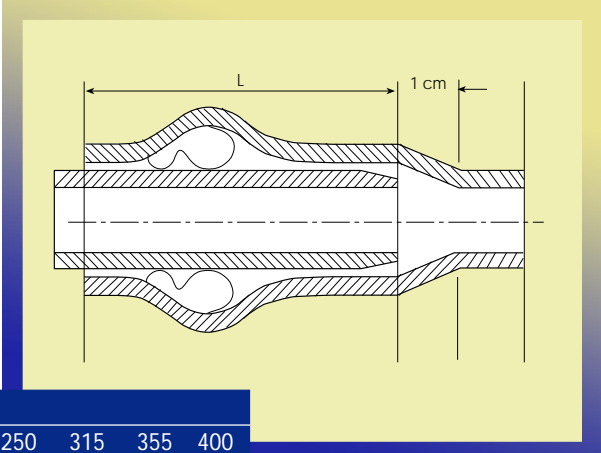
• Colocación del anillo

El anillo y la cavidad de la campana deben limpiarse y secarse cuidadosamente, insertando a continuación el anillo **con la parte más gruesa hacia el interior del tubo**.



• **Montaje del tubo**

Antes de acoplar el tubo, debe limpiarse el interior del enchufe y el exterior del tubo o espiga a insertar. En seguida se procede a lubricar el chaflán y parte de la espiga. A continuación una persona ajusta el tubo cuidando que el chaflán quede insertado en la goma, mientras otra persona procede a empujar el tubo hasta el fondo, retirándolo luego un centímetro (1 cm) hacia atrás. Si la profundidad de inserción se ha marcado previamente, el tubo se introduce hasta la marca.



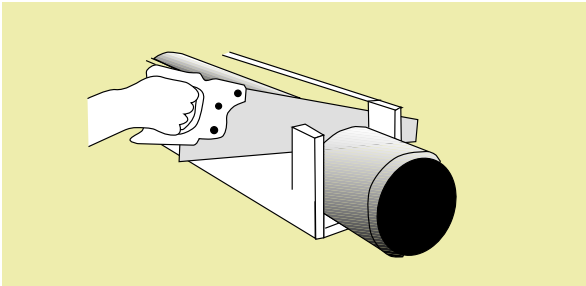
Largos mínimos del chaflán												
Diám. mm	63	75	90	110	125	140	160	200	250	315	355	400
L mm	94	98	107	114	125	126	139	150	174	183	215	235

Rendimiento del lubricante

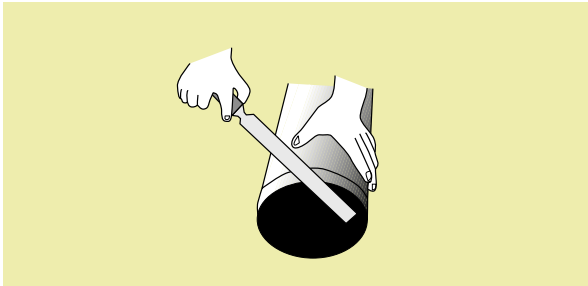
Diámetro (mm)	Uniones por envase 500 cc
63	40
75	35
90	30
110	25
125	24
140	23
160	20
200	18
250	10
315	6
355	4
400	3

A continuación se muestra la secuencia de operaciones para ejecutar una unión en forma correcta.

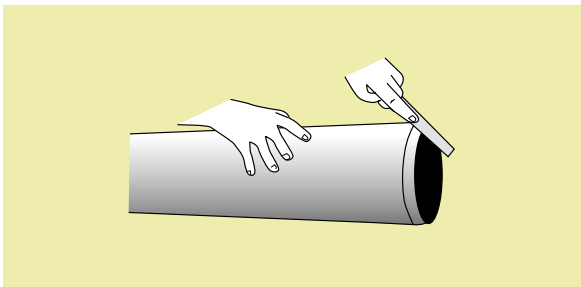
1. Cortar a escuadra



2. Biselar a 15° y eliminar rebabas



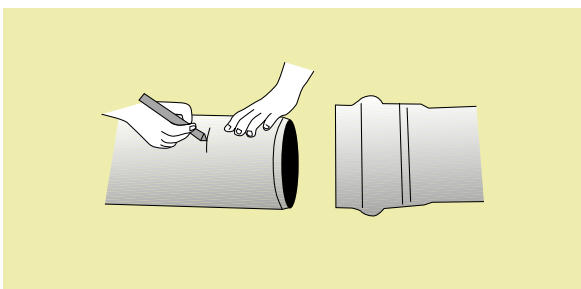
3. Pulir el bisel.



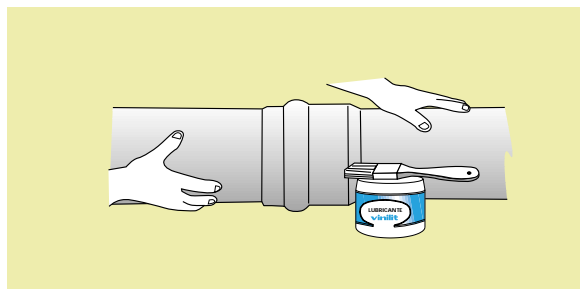
7. Aplicar lubricante a espiga del tubo



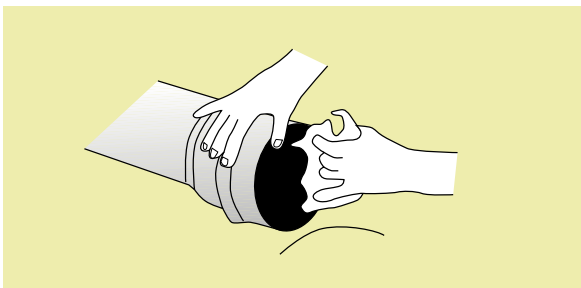
4. Marcar longitud de inserción "L"



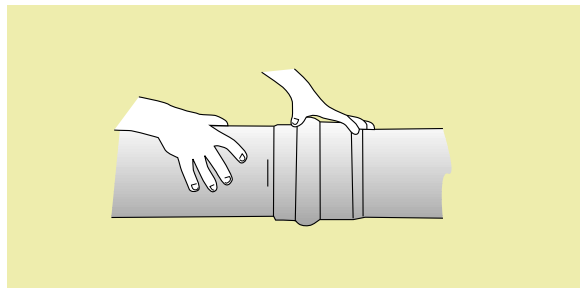
8. Introducir el tubo dentro de la unión



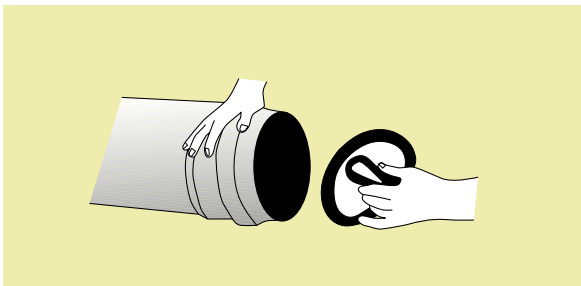
5. Limpiar anillo y cavidad



9. Retroceder hasta marca "L" de la longitud de inserción



6. Introducir anillo



Colocación en zanja

6. COLOCACIÓN EN ZANJA

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Las tuberías **Vinilit** son fabricadas con PVC rígido, que por sus características fisicomecánicas, para efectos de cálculo, son consideradas flexibles (pueden deformarse sobre un 3% sin presentar disminución de su resistencia).

Esta consideración hace cambiar radicalmente el concepto normal del tendido de tuberías enterradas, con respecto a las cañerías rígidas tradicionales.

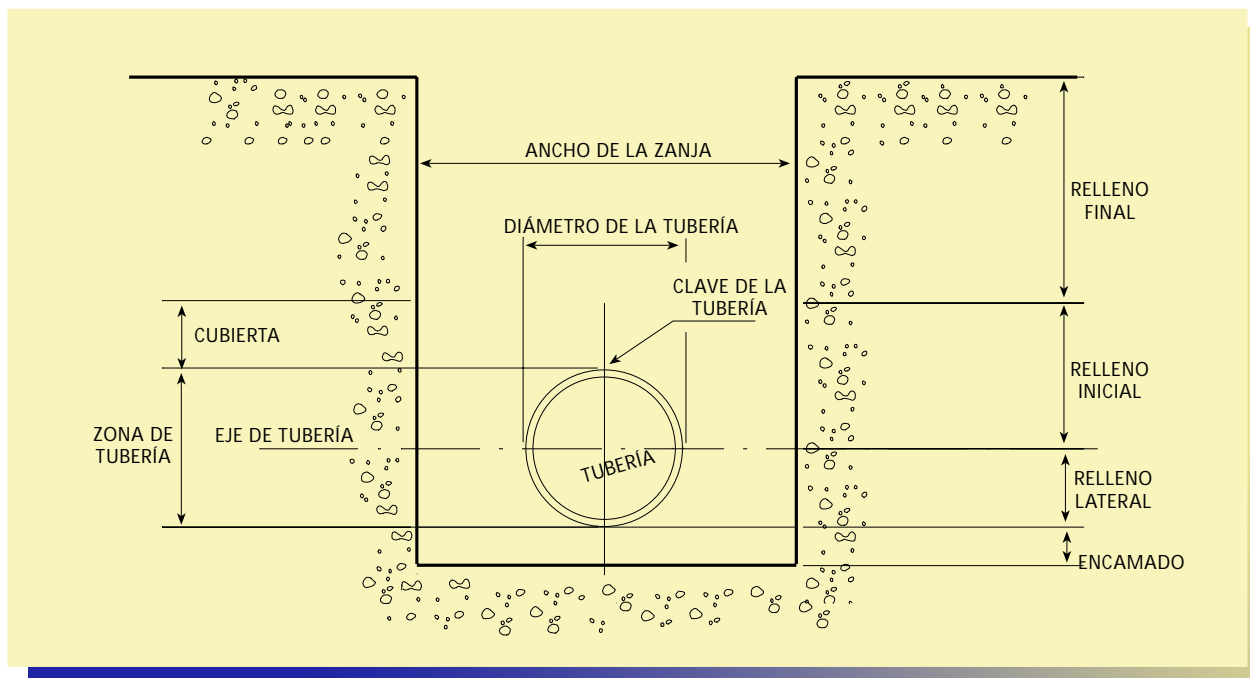
A través de numerosas investigaciones efectuadas en laboratorios de todo el mundo, y por la ingeniería de tuberías flexibles enterradas, se ha podido determinar práctica y teóricamente la importancia vital que tiene el encamado y el material de relleno de la zan-

ja, al compartir con la tubería la carga del terreno y las sobrecargas adicionales (ver figura 6 a).

Es preciso aclarar que en las tuberías **Vinilit** para la conducción de líquidos a presión, la deformación debida a las cargas de terreno y/o de vehículos se ven contrarrestadas por la presión interior y, en el supuesto caso de que llegara a ocurrir una deflexión importante, la disminución del área de flujo es prácticamente despreciable.

Con estos antecedentes se ha elaborado un set de recomendaciones de instalación para las tuberías **Vinilit**, cuyo cumplimiento permitirá obtener una larga vida útil de servicio, además de rapidez y un bajo costo de instalación.

Figura 6 a Sección transversal de la zanja



6.2 CONSTRUCCIÓN DE LA ZANJA

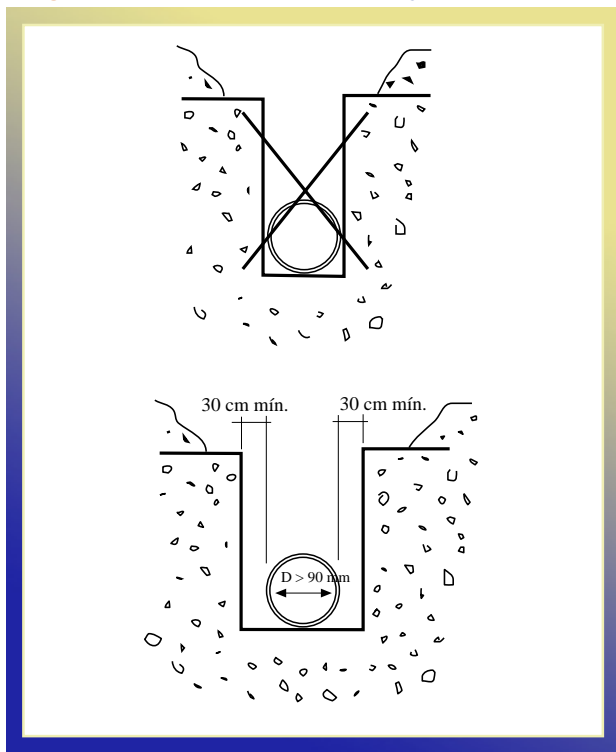
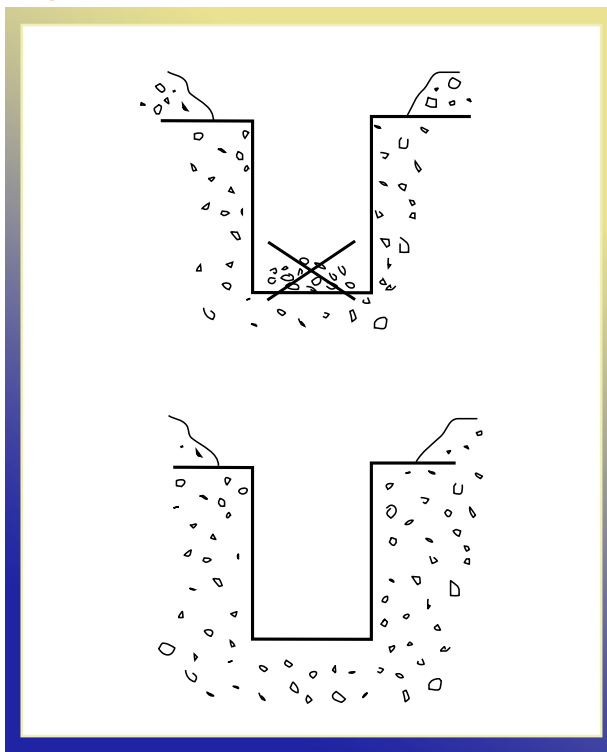
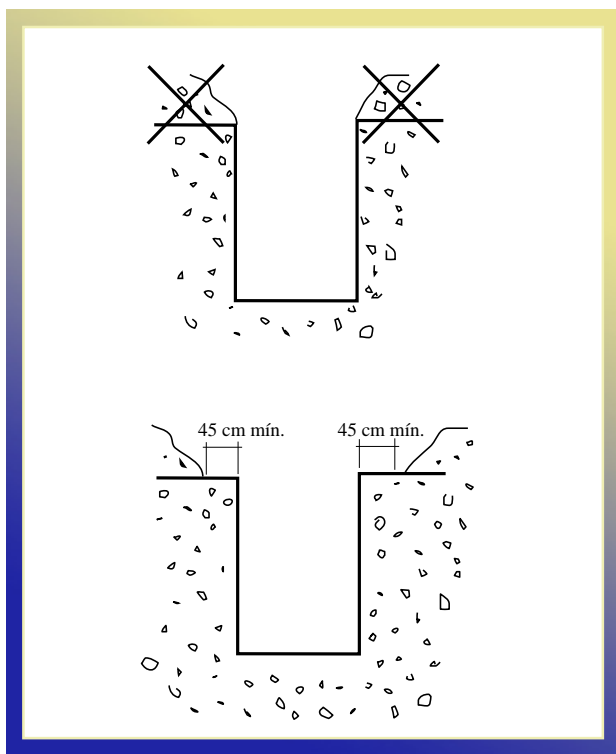
- a) La zanja se excavará en el alineamiento del trazado de la tubería, de acuerdo al proyecto y considerando dificultades en terreno tales como árboles, postación, canales, otros ductos (gas, electricidad, teléfono, etc.).
- b) La zanja se excavará respetando la alineación, cotas y pendientes especificadas en los planos respectivos.
- c) La profundidad de la zanja será en función de las cargas estáticas y dinámicas, del diámetro y de las condiciones particulares de la obra. La profundidad debe permitir instalar el encamado (figura 6 a), el tubo y el relleno por sobre la clave de la tubería, que es de 1,2 metros como mínimo para diámetros de tuberías superiores a 90 mm (NCh 2282/2). Para diámetros menores, la profundidad mínima de la zanja se reduce a 60 cm para diámetros 20, 25 y 32 mm.
En todo caso, la profundidad del trazado dependerá del proyecto de ingeniería correspondiente.
En el caso de presencia de napas superficiales, de zonas rurales, de zonas montañosas o zonas sin tránsito, el proyecto podrá especificar en caso extremo una profundidad menor.
En zonas sometidas a congelamiento, la tubería debe colocarse a lo menos 30 cm bajo la máxima profundidad esperada de penetración de la helada.
- d) El ancho de la zanja a nivel de la superficie varía según su profundidad, el tipo de talud y el diámetro del tubo por instalar.
Para tuberías de diámetros superiores a 90 mm, el ancho mínimo en el fondo y a nivel de

la clave del tubo será igual al diámetro exterior del tubo más 30 cm a cada lado (según NCh de instalación 2282/2) (ver figura 6 b). Para diámetros menores, el ancho de zanja mínimo se reduce a 40 cm para diámetros 20, 25 y 32 mm.

- e) El material de la excavación será depositado a una distancia mínima de 45 cm del borde de la zanja. La proximidad y altura de dicho material no debe poner en peligro la estabilidad de la excavación (ver figura 6 c).
- f) El fondo de la zanja se debe limpiar para eliminar piedras, raíces, afloramientos rocosos y cualquier otro obstáculo (ver figura 6 d).
- g) El relleno final deberá efectuarse tan pronto como sea posible después de instalada y probada la tubería, considerando que ya se hizo un relleno parcial y se efectuaron los ensayos pertinentes.

6.3 FORMAS DE LA ZANJA

- a) La zanja estrecha es el tipo más conveniente para instalar tuberías enterradas, ya que las cargas potenciales se minimizan. La zanja ancha implica que el tubo debe soportar pesos mayores que en el caso de la zanja angosta (ver punto 6.2 d).
- b) Si las paredes de la zanja son inestables, se deben instalar entibaciones, encofrados u otro medio para soportar las paredes.
- c) Si el fondo de la zanja es inestable, se deberá estabilizar o utilizar otros métodos de fundación tales como envigado, uso de geotextiles, medios químicos, agotamiento, etc.

Figura 6 b Ancho de la zanja**Figura 6 d Limpieza del fondo****Figura 6 c Material de excavación**

6.4 MATERIAL DE ENCAMADO

Los tubos no se deben poner directamente sobre el fondo de la zanja, salvo que el material del fondo cumpla con las características exigidas por la NCh 2282 parte 2.

Los tubos deben asentarse en el material de encamado en toda su longitud, por lo cual éste se construye de manera de adaptarse a las irregularidades del diámetro del tubo, originadas por cambios de sección y/o colocación de accesorios de unión.

El fondo de la zanja debe ser continuo, plano y libre de piedras, troncos, materiales duros o cortantes. Si el fondo es de material suave, fino, sin piedras y se puede nivelar fácilmente, no es necesario usar rellenos de base especial, siempre y cuando sean debidamente compactados y cumplan con las características exigidas por la NCh 2282 parte 2. Si el fondo está constituido

do por material pedregoso o rocoso, se debe colocar una capa de arena o material granular de mínimo 10 cm que cumpla la granulometría y compactación exigida por la NCh 2282 parte 2 (ver figura 6 e).

Está prohibido el uso de material arcilloso inmediatamente alrededor del tubo, ya sea en el encamado, relleno lateral o superior.

La superficie del material de encamado debe seguir la pendiente especificada en el diseño.

Es fundamental brindar a la tubería un apoyo uniforme y continuo en toda su longitud (figura 6 f).

Figura 6 e Material de encamado

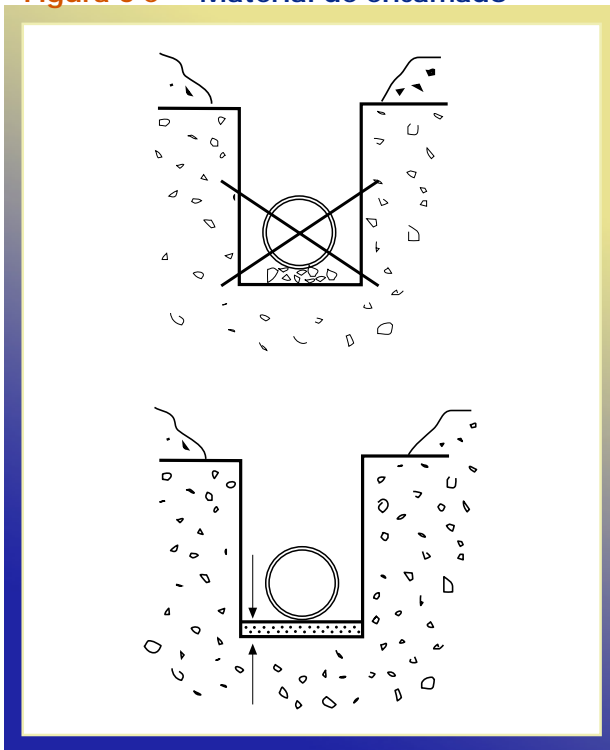
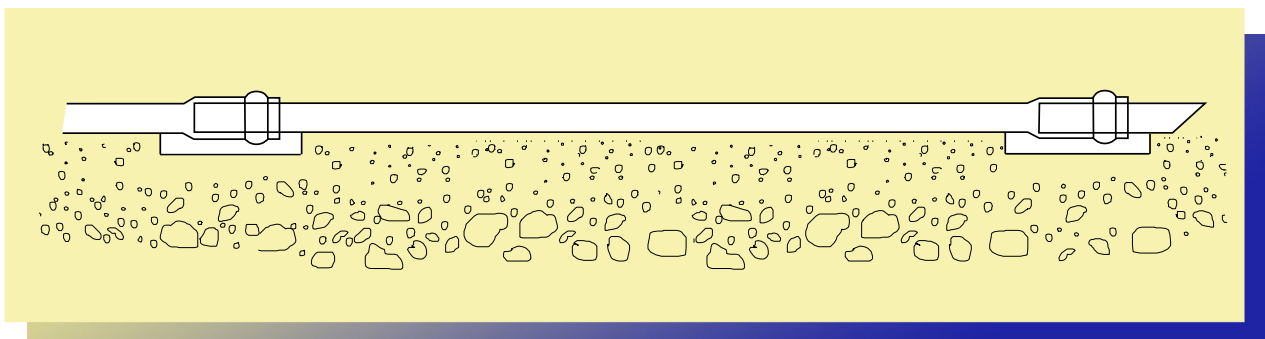


Figura 6 f



6.5 RELLENO

- a) El relleno debe efectuarse inmediatamente después de colocada la tubería.
- b) El material de relleno destinado a estar en contacto directo con el tubo estará constituido por capas de arena o suelos granulares previamente harneados.
- c) Se rellenarán los costados del tubo, desde el encamado hasta el eje central de éste (capa L1 de figura 6 g).

Se debe compactar este material, para obtener un grado de 90% del Proctor Standard.

- d) Posteriormente se debe agregar otra capa de material de relleno de manera que cubra el tubo hasta una altura de 150 mm sobre la clave (capas L2 y L3 de figura 6 g).

Se debe compactar esta capa exclusivamente sobre los bordes de la zanja.

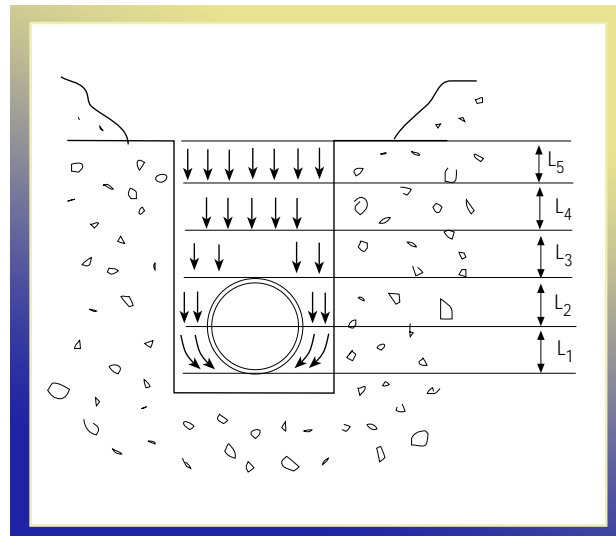
- e) Se debe continuar el relleno de la zanja hasta llegar al nivel natural del terreno con tierra de la excavación previamente tamizada y debidamente compactada. La tierra proveniente de la excavación debe ser tamizada con una malla cuya mayor abertura sea 25 mm.

Este último relleno es efectuado por capas sucesivas, de un espesor máximo de 300 mm, que deben ser compactadas sucesiva y adecuadamente (capas L4 y L5 de figura 6 g).

El número de capas dependerá de la profundidad de la zanja.

- f) Antes de completar el relleno de la zanja se debe probar la tubería, para lo cual deben quedar descubiertas todas las uniones y piezas especiales.

Figura 6 g



6.6 INSTALACIÓN DE LOS TUBOS

- **Inspección de tubos y accesorios**
 - a) Antes de instalar los tubos, cada tubo debe ser inspeccionado para detectar la existencia de algún daño. Todo tubo dañado debe ser reemplazado. Los accesorios y anillos elásticos tampoco pueden presentar daños. **Se debe tener cuidado de no colocar los anillos de goma al revés.**
 - b) Los tubos y accesorios se deben bajar cuidadosamente a la zanja. Bajo ninguna circunstancia se deben dejar caer dentro de la zanja.
- **Montaje**

De acuerdo a capítulo 5.

6.7 CAMBIOS PEQUEÑOS DE DIRECCIÓN

La flexibilidad de los tubos de PVC **Vinilit** permite en algunos casos efectuar cambios de dirección en la tubería sin el uso de accesorios. Sin embargo, no es recomendable hacer curvaturas mayores a 3°.

Es importante tener presente que la curvatura debe hacerse únicamente en la parte lisa del tubo y no sobre las uniones.

Esto es especialmente importante en los casos en que la unión de los tubos se realice fuera de la zanja; una vez bajados al fondo de ella, se deben revisar cuidadosamente las uniones para evitar que exista una curvatura tal en las uniones que sea motivo de filtraciones y falla del sistema.

En figura 6 h y 6 i se indican los valores de deformación "h" máximos (flecha) admisibles a 20°C para tubos de 6 metros de largo.

Figura 6 h

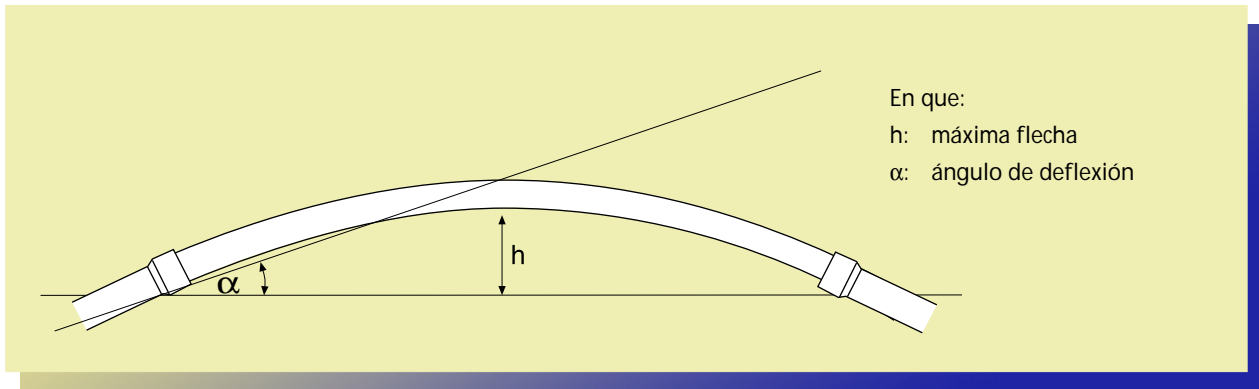


Tabla 6 i

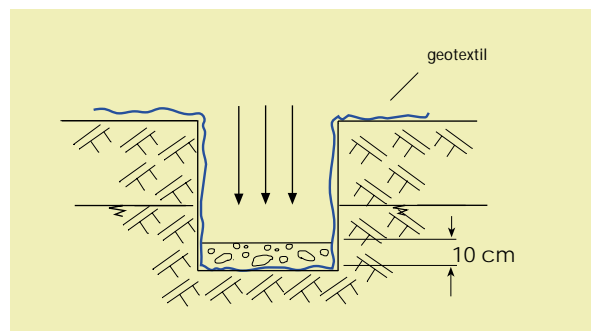
Diámetro	1 tubo 6 m		2 tubos 12 m		4 tubos 24 m		6 tubos 36 m		8 tubos 48 m		10 tubos 60 m	
	h cm	α°	h cm	α°	h cm	α°	h cm	α°	h cm	α°	h cm	α°
40	40	7,6	145	13,6	560	13,6	1.380	37,5	2.810	49,5	5.642	62,0
50	31	5,9	120	11,3	460	21,0	1.060	30,5	2.086	41,0	3.575	50,0
63	24	4,5	95	9,0	380	17,6	860	25,5	1.520	32,4	2.380	38,5
75	18	3,5	75	6,9	290	13,2	660	20,2	1.174	26,1	1.385	31,5
90	15	2,9	63	5,7	245	10,9	545	16,9	970	22,0	1.515	26,9
110	14	2,6	55	5,2	220	10,3	490	15,3	870	20,0	1.360	24,5
125	12	2,2	47	4,4	185	8,8	415	13,0	735	17,1	1.150	21,0
140	10	1,9	40	3,8	155	7,4	350	11,0	670	15,6	1.010	18,6
160	9	1,3	38	3,6	150	7,2	340	10,6	600	14,2	940	17,4
200	7	1,3	27	2,6	107	5,2	240	7,7	427	10,3	667	12,8
250	5	1,0	21	2,0	86	4,1	92	6,1	341	8,1	535	10,1
315	4	0,9	19	1,8	76	3,6	171	5,4	305	7,2	476	9,0
355	3,5	0,7	16	1,4	65	3,1	146	4,6	260	6,1	405	7,7
400	2,6	0,5	10	1,0	52	2,5	120	3,9	209	5,0	334	6,4

6.8 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS CON NAPA FREÁTICA:

Para la instalación de tuberías de PVC con napa freática, se recomienda lo siguiente:

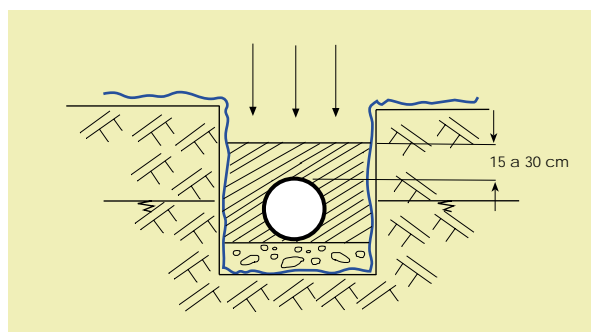
1. Utilizar una manta geotextil (ojalá con flujo unidireccional) para separar el terreno del relleno, y colocar una capa de 10 cm de material granular o arena al fondo de la zanja, para luego compactarla (figura 6 j).

Figura 6 j



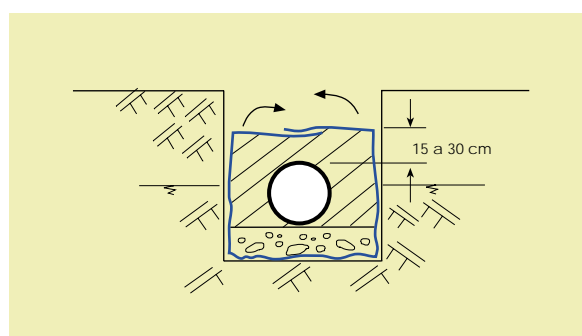
2. Se coloca la tubería y se rellena la zanja con material granular o arena hasta 15 a 30 cm sobre la clave del tubo, para luego compactar el relleno (figura 6 k).

Figura 6 k



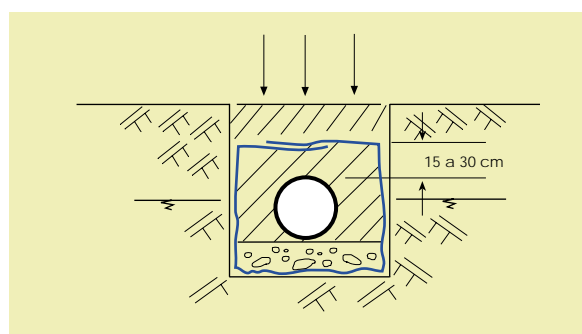
3. Cubrir el relleno compactado con la manta geotextil para aislar la tubería y evitar así la mezcla del relleno con el terreno natural (figura 6 l).

Figura 6 l



4. Continuar la compactación con terreno natural en capas de 30 cm como se hace tradicionalmente (figura 6 m).

Figura 6 m



6.9 RENDIMIENTOS DE COLOCACIÓN

En una obra de instalación de tuberías **Vinilit**, la limitante en el rendimiento es la excavación, el relleno y las pruebas hidráulicas, siendo el rendimiento en la colocación de las tuberías ostensiblemente

mayor.
A continuación se muestra una tabla de los rendimientos de instalación una vez listo el material de encamado, conseguidos en condiciones normales con un maestro y dos ayudantes durante una jornada de trabajo, y con apoyo de maquinarias para los tubos sobre 80 kg de peso.

Diám. mm	63	75	90	110	125	140	160	200	250	315	355	400
Rend. (ml/día)	700	620	550	450	400	320	250	200	170	150	120	90

6.10 PRUEBAS HIDRÁULICAS DE LA TUBERÍA INSTALADA

Las pruebas hidráulicas de la tubería instalada corresponden a pruebas de presión hidrostática, que consisten en llenar la tubería con agua y aplicarle presión hasta el valor exigido por la norma NCh 1362. Debe entenderse que esta prueba no se realiza para comprobar la resistencia de los tubos y accesorios, ya que dicho proceso se ha llevado a cabo antes de que el tubo y los accesorios salgan de la fábrica en nuestro laboratorio de productos terminados, el cual se realiza bajo estrictas normas de calidad de acuerdo a las exigencias de las normas nacionales y otras de carácter internacional.

Las tuberías se prueban en fábrica a 4.2 veces la presión de trabajo durante una hora a 20°C, según la clase correspondiente. Con esto queda asegurada ampliamente su resistencia a la presión interna. Por lo tanto, estas pruebas en terreno se realizan para verificar la correcta colocación de los anillos, accesorios y evitar deformaciones en las campanas, angulación de las uniones, etc.

Antes de efectuar la prueba de presión en terreno, se debe verificar que la tubería, accesorios y piezas especiales, estén debidamente ancladas con hormigón u otro tipo de sujeción que evite los desplazamientos de la unión. Los extremos del tramo por probar se

deben cerrar convenientemente con dos tapones (NCh 1362). Debe existir un relleno de aproximadamente 50 cm sobre la tubería, con excepción de las uniones que deben permanecer descubiertas. La tubería se debe llenar lentamente con agua, desde el punto más bajo del tramo de prueba. Antes de efectuar la prueba, se debe eliminar completamente el aire de la tubería. **En los puntos altos de la red, en los cambios de dirección verticales y en los extremos cerrados, se deberá colocar una cantidad adecuada de accesorios capaces de purgar el aire que se acumula en esos puntos (punto 6.11).**

La longitud de la tubería a probar no deberá exceder los 500 metros, recomendándose longitudes menores para diámetros mayores. Durante la prueba de presión no se deben ejecutar trabajos en la línea. La presión aplicada debe ser 1,5 veces la presión máxima de trabajo de la tubería, medida en el punto más bajo del tramo, y nunca debe ser menor que 1,25 veces en el punto más alto. El tiempo de ensayo debe ser de una hora cuando se efectúa en forma separada y de dos horas cuando se hace en forma conjunta con el ensayo de estanqueidad. Esta prueba se considera satisfactoria si no hay pérdida de presión mayor que 0,5 kg/cm² después de una hora.

Para tramos cortos y diámetros menores, esta prue-

ba se efectúa con una bomba de presión manual y un manómetro que tenga variaciones de lectura de $0,1 \text{ kg/cm}^2$. Para tramos más largos y diámetros mayores, se necesita una bomba eléctrica o bencinera de baja potencia **y que entregue un flujo estable sin pulsaciones**. El aumento de presión no debe superar 1 kg/cm^2 por minuto.

6.11 EL AIRE EN LAS TUBERÍAS

La acumulación de aire en el interior de las tuberías **es uno de los principales problemas de las redes, cualquiera sea el material de que estén hechas**. El aire ocupará las partes altas de las redes y si en estos puntos no existen accesorios que permitan su escape al exterior, al acumularse el aire se producirá una reducción importante del caudal (incluso podrá obstruirla completamente), originando problemas puntuales de pérdidas de carga severas. El problema más grave es que se puedan producir sobrepresiones que causen la rotura de los tubos.

Estas sobrepresiones se presentan principalmente de dos formas:

- 1) Compresión del aire por presión de agua.
- 2) Desplazamiento brusco de la burbuja de aire.

• **CASO 1:** Considerando que el agua es prácticamente incompresible y que la presión es inversamente proporcional al volumen ($p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$), cualquier aumento de presión en la tubería comprimirá el aire, aumentando fuertemente su presión, cuyo valor dependerá del aumento de presión del agua y del volumen del aire atrapado.

• **CASO 2:** Es el caso más importante. Por diferencias de presiones, la burbuja de aire tiende a desplazarse bruscamente, quedando un vacío detrás de ella que

es rápidamente llenado por agua, provocando un choque con la columna de agua estática. Este choque produce elevadísimas sobrepresiones, similares al caso expuesto anteriormente, sumado al hecho de que esta mayor presión además está actuando sobre el aire incorporado en la tubería.

Para evitar los problemas del aire en las redes, éstas deberán tener accesorios adecuados para la evacuación del aire en tipo, cantidad necesaria y ubicación dentro de la red.

Consideraciones de diseño

Con el objeto de evitar el nocivo efecto del aire en las tuberías, se deben tener las consideraciones siguientes al momento del diseño:

- Evitar que existan puntos altos con presiones hidráulicas menores de 6 a 9 m.c.a. ($0,6$ a $0,9 \text{ kg/cm}^2$).
- Deben evitarse tramos largos, sensiblemente horizontales, y evitar pendientes menores de 4% en tramos de bajada y de 2% (por mil) en tramos de subida.
- En el diseño hidráulico deben evitarse velocidades muy bajas del flujo (menores de $0,8 \text{ m/s}$) o muy altas (mayores de $1,6 \text{ m/s}$)
- Colocación de ventosas o válvulas de aire

Las ventosas o válvulas de aire son los mejores accesorios para sacar el aire de las tuberías.

La ventosa más adecuada es la de tipo aerocinético, que tiene la ventaja de no cerrarse mientras descarga aire a cualquier tasa de presión o velocidad de descarga.

De acuerdo a su función, existen tres tipos de aplicación normal:

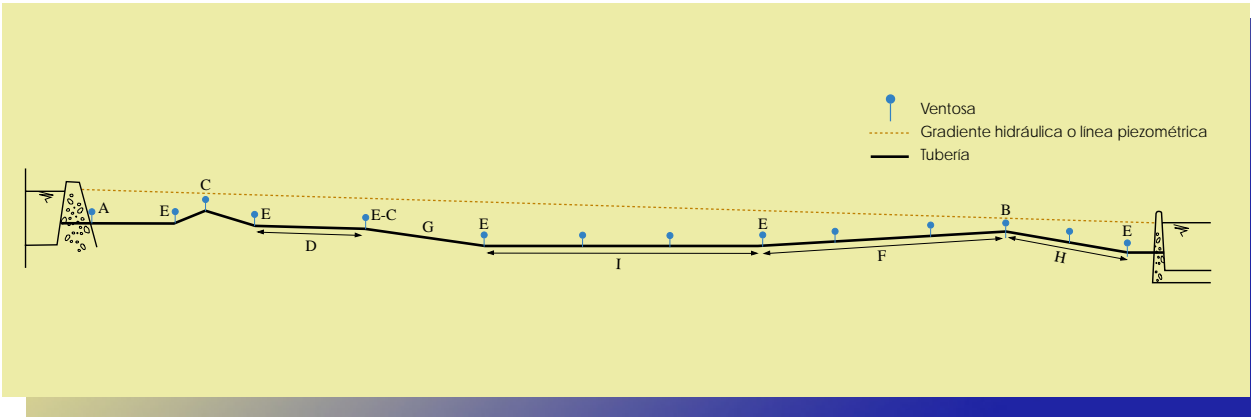
Pequeño orificio: Su objeto es permitir el escape de aire mientras la cañería está en operación.

Gran orificio o de vacío: Su objeto es permitir el escape del aire durante el llenado inicial o permitir la entrada de volúmenes importantes durante el vaciado de la línea.

Dobles: Cumplen las funciones de ambas unidades y no son más que válvulas de pequeño y gran orificio construidos en una sola unidad.

A continuación se muestra un proyecto tipo con recomendaciones de colocación de los distintos tipos de ventosas (figura 6 n y 6 o).

Figura 6 n



47

Figura 6 o

Ubicación:	Nº y distancia entre ventosas	Tipo de ventosa
A: Aguas abajo alimentación.	1	Orificio grande
B: Probable vacío al evacuar la línea.	1	Doble
C: Puntos altos.	1	Doble
D: Trazado paralelo a gradiente hidráulico.	0	Doble
E: Cambio en pendiente.	1	Doble
F: Tramo largo subida.	Una cada 400 a 800 m	Orificio grande
G: Aumento de pendiente con respecto a línea piezométrica.	1	Doble o pequeño orificio
H: Tramo largo en descenso.	Una cada 400 a 800 m	Doble
I: Tramo horizontal largo.	Una cada 400 a 800 m y en los extremos	Doble

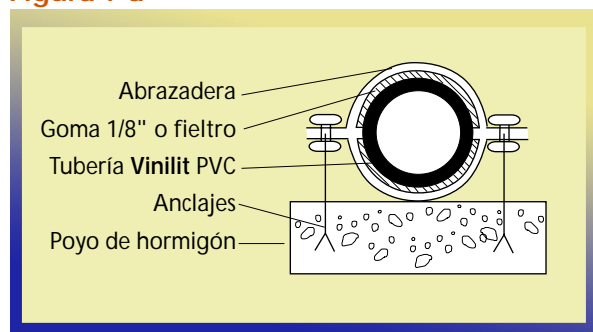
Instalación

7. OTRAS FORMAS DE INSTALACIÓN

7.1. INSTALACIONES SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO

Debido a la flexibilidad de las tuberías y a que las uniones con anillo de goma no son adecuadas para resistir importantes empujes longitudinales, en instalaciones sobre el nivel del terreno cada cabeza de tubo y cada accesorio (Tee y codo) deben ser anclados o sujetos adecuadamente. En cada cambio de dirección, la línea debe ser asegurada contra el empuje axial. Para ello es conveniente el uso de abrazaderas de anclaje, como se muestra en figura 7 a.

Figura 7 a



7.2 INSTALACIONES AÉREAS

En las instalaciones aéreas, un soporte adecuado de las tuberías **Vinilit** presión **es factor fundamental para obtener buenos resultados y una larga duración**. En la práctica, la distancia entre soportes depende del diámetro de la tubería, de la temperatura, del espesor del tubo, etc. En general se recomienda colo-

car una abrazadera de apoyo cada 20 veces el diámetro.

Estas abrazaderas deben tener cierta holgura para permitir la libre elongación del tubo y deben llevar una cinta de protección para evitar un roce directo entre las abrazaderas y el tubo de PVC.

Inmediatamente después de cada campana deberán colocarse abrazaderas que presionen firmemente el tubo, para que la elongación del tubo entre estos soportes rígidos sea absorbida por la campana que sirve como junta de dilatación.

En las instalaciones aéreas, tanto si la tubería va soportada en bandejas o con abrazaderas fijas o colgantes, las válvulas y accesorios colocados en los cambios fuertes de dirección deben anclarse rígidamente para impedir desplazamientos debidos al torque.

Se debe evitar la colocación de las tuberías junto a líneas de vapor, agua caliente o chimeneas.

En las instalaciones aéreas al aire libre, se deberá proteger la tubería contra los rayos solares. Estos afectan especialmente su resistencia al impacto en el tiempo.

Para evitar los efectos de los rayos ultravioleta (UV), se puede pintar la tubería con pintura vinílica. Sin embargo, la mejor solución consiste en mandar a fabricar tuberías de PVC especiales para resistir los rayos UV. Esto se consigue agregando aditivos especiales a la materia prima que se utiliza.

La tabla 7 b adjunta indica el espaciamiento en metros recomendado entre soportes de una tubería clase 10 para diferentes temperaturas máximas de verano.

Tabla 7 b

Diám. mm	15 °C	30 °C	40 °C	50 °C
20	1,0	1,0	0,8	0,6
25	1,2	1,0	0,8	0,6
32	1,2	1,2	1,0	0,6
40	1,4	1,3	1,1	0,7
50	1,7	1,5	1,2	0,9
63	1,7	1,5	1,2	0,9
75	2,0	1,8	1,6	1,0
90	2,0	1,8	1,7	1,0
110	2,3	2,0	1,9	1,3
140	2,4	2,1	1,9	1,3
160	2,5	2,2	2,0	1,3
200	2,5	2,2	2,0	1,3

7.3 INSTALACIÓN EN TERRENOS CON PENDIENTES FUERTES

En terrenos con pendientes fuertes, la tubería debe anclarse al terreno para evitar problemas de deslizamientos por medio de abrazaderas ancladas en machones de hormigón.

7.4 INSTALACIÓN EN TERRENOS PANTANOSOS E INSTALACIONES SUBMARINAS

En instalaciones de tuberías de PVC **Vinilit** que pasen a través de terrenos pantanosos o en instalaciones submarinas, se recomienda utilizar tuberías con uniones cementar (punto 5.1) que garantizan la estanqueidad de la junta y evitan el desacople que puede generar la flotación de las tuberías.

Para este tipo de instalaciones, debe darse aviso oportuno a la fábrica para que suministre tuberías con campanas especialmente ajustadas para uniones cementar. Además, el Departamento de Asistencia Técnica recomendará el procedimiento de instalación más adecuado para cada obra en especial.

7.5 CRUCE DE CARRETERAS Y VÍAS DE FERROCARRIL

En ambos casos, se recomienda colocar la tubería a una profundidad mínima de 1,20 metros. De no ser posible, ésta debe protegerse mediante un machón de hormigón que la cubra en todo el cruce, o bien, pasando la tubería a través de un tubo de acero que logre el mismo efecto.

Machones de anclaje

8. MACHONES DE ANCLAJE

8.1 DIMENSIONAMIENTO

Por el principio de inercia, el escurrimiento por una tubería sometida a presión interna tiende a seguir en línea recta, generándose empujes o esfuerzos en los cambios de dirección en accesorios tales como válvulas, codos, tees, tapones, etc.

Estos empujes tienden a desacoplar las tuberías, por lo que es necesario resistirlos mediante machones de anclajes correspondientes a cubos de hormigón que por su peso propio adosados al terreno, resistan estos empujes.

En las tuberías sometidas a presión interna, se generan empujes o esfuerzos que tienden a desacoplarlas, los que revisten especial importancia en los accesorios como válvulas, curvas, codos, tees, tapones, etc. Además, en casos especiales de cambios considerables de temperatura (más de 15°C), debemos añadir los empujes o tracciones provocados por las dilataciones o contracciones de la tubería.

Las dimensiones de los machones de anclaje dependen de la presión interna, del diámetro del tubo y de la capacidad de soporte del terreno natural.

Los machones deben calcularse considerando el esfuerzo producido por la máxima presión interna que se pueda generar, que en general coincide con la presión de prueba, correspondiente a 1,5 veces la presión nominal de trabajo de la tubería, es decir, para clase 10, la presión de diseño debe ser de 15 kg/cm²; para clase 6 debe ser de 9 kg/cm² y para clase 4 debe ser de 6 kg/cm².

Para el dimensionamiento de la fuerza de empuje de los machones de anclaje, se recomienda utilizar la siguiente fórmula de cálculo:

- Empuje en tapones, bridas y tees

$$P = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p_{\text{int}} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Donde:

- P = empuje en kg
- D = diámetro exterior del tubo, en cm
- p_{int} = presión interior en el tubo (kg/cm²)
- α = ángulo del accesorio correspondiente

Para el empuje de codos y curvas se evalúa la fórmula con el ángulo correspondiente de la pieza especial. Para el caso de tapones, bridas y tees, se supone $\alpha = 180^\circ$, quedando el valor $\sin(\alpha/2)$ igual a 1.

- Dimensión del machón de anclaje

$$A = \frac{P}{\sigma}$$

Donde:

- A = área de contacto del bloque de anclaje con el suelo (cm²)
- P = empuje en kg
- σ = resistencia admisible del terreno en kg/cm²

El volumen del machón de hormigón corresponde al área A recién evaluada, por la altura necesaria para anclar la pieza especial correspondiente.

Tabla 8 a Estimación de áreas de machones de anclaje de terminales brida, tees, tapones ($\alpha = 180^\circ$)

DIÁMETRO (mm)		40	50	63	75	90	110	125	140	160	200	250	315	355	400
$P_{int} = 15 \text{ kg/cm}^2$ (clase 10)	P (kg de empuje)	189	295	468	663	954	1.426	1.840	2.309	3.016	4.712	7.362	11.689	14.846	18.848
$\sigma_1 = 2 \text{ kg/cm}^2$	Área resistente del machón en cm^2	95	148	234	332	477	713	920	1.155	1.508	2.356	3.681	5.845	7.423	9.424
Material granular															
Ripio o arenas gruesas															
$\sigma_2 = 1 \text{ kg/cm}^2$ Arenas finas															
$\sigma_3 = 0,4 \text{ kg/cm}^2$		189	295	468	663	954	1.426	1.840	2.309	3.016	4.712	7.362	11.689	14.846	18.848
Limos y arcillas		473	738	1.170	1.658	2.385	3.564	4.600	5.773	7.540	11.780	18.405	29.225	37.115	47.120
$P_{int} = 9 \text{ kg/cm}^2$ (clase 6)	P (kg de empuje)	114	176	280	398	572	856	1.105	1.386	1.810	2.828	4.418	7.014	8.909	11.310
$\sigma_1 = 2 \text{ kg/cm}^2$	Área resistente del machón en cm^2	57	88	140	199	286	428	553	693	905	1.414	2.209	3.507	4.454	5.655
Material granular															
Ripio o arenas gruesas															
$\sigma_2 = 1 \text{ kg/cm}^2$ Arenas finas															
$\sigma_3 = 0,4 \text{ kg/cm}^2$		114	176	280	398	572	856	1.105	1.386	1.810	2.828	4.418	7.014	8.909	11.310
Limos y arcillas		285	440	700	995	1.430	2.140	2.763	3.465	4.525	7.070	11.045	17.536	22.272	28.270
$P_{int} = 6 \text{ kg/cm}^2$ (clase 4)	P (kg de empuje)	75	118	187	265	382	570	736	924	1.206	1.886	2.945	4.676	5.939	7.540
$\sigma_1 = 2 \text{ kg/cm}^2$ Material granular. Ripio o arenas gruesas	Área resistente del machón en cm^2	38	59	94	133	191	285	368	462	603	943	1.473	2.338	2.970	3.770
$\sigma_2 = 1 \text{ kg/cm}^2$ Arenas finas															
$\sigma_3 = 0,4 \text{ kg/cm}^2$															
Limos y arcillas		75	118	187	265	382	570	736	924	1.206	1.885	2.945	4.676	5.939	7.540
		188	295	468	663	955	1.425	1.840	2.310	3.015	4.713	7.363	11.690	14.848	18.850

En la Tabla 8 a adjunta, se evalúa la fórmula anterior para anclaje de terminales brida, tees y tapones ($\alpha = 180^\circ$), para cada tipo de terreno, diámetro y clase de

tubería. Se obtiene el esfuerzo de empuje (P) y el área necesaria en contacto con el suelo (A) que debe tener cada machón de anclaje.

8.2 LOCALIZACIÓN DE LOS MACHONES DE ANCLAJE

La localización de los machones de anclaje depende de la dirección del empuje y del tipo de accesorio. Los anclajes y apoyos se usarán en:

- 1) Los cambios de dirección con tees, codos, etc.
- 2) Los cambios de diámetro, como las reducciones.

- 3) Las válvulas.
- 4) Los tapones.
- 5) En curvas verticales, si el relleno no es suficiente como para soportar por su propio peso el esfuerzo del empuje, se deberá anclar el tubo con concreto y abrazaderas.

8.3 TIPOS DE MACHONES Y FORMAS DE ANCLAJE

Anclaje de válvulas

Las válvulas deben fijarse en un machón de anclaje a través de abrazaderas de acero o simplemente empotrarlas en un machón de hormigón.

En figuras 8 b, 8 c, 8 d, 8 e y 8 f adjuntas, se muestran gráficamente los machones de anclaje de válvulas, curvas, tees, y tapones.

Figura 8 d Anclaje en curvas

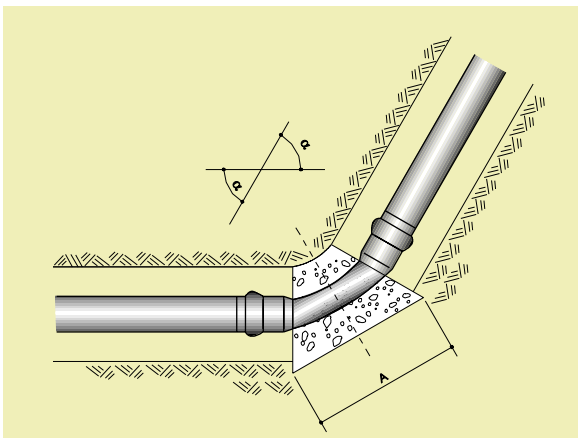


Figura 8 b Anclaje de válvulas

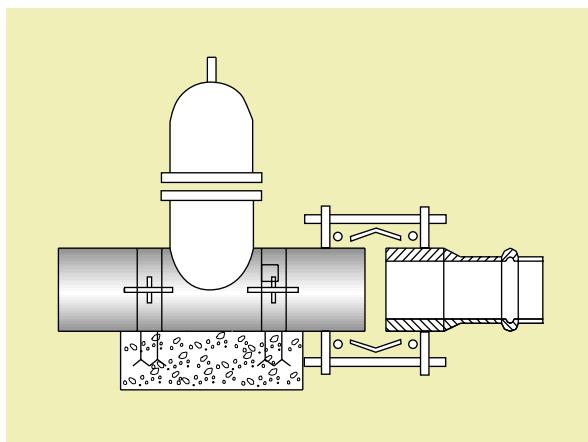


Figura 8 e Anclaje en tees

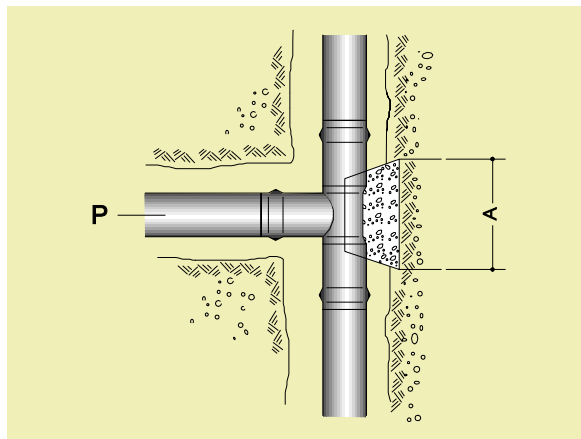


Figura 8 c Anclaje de válvulas

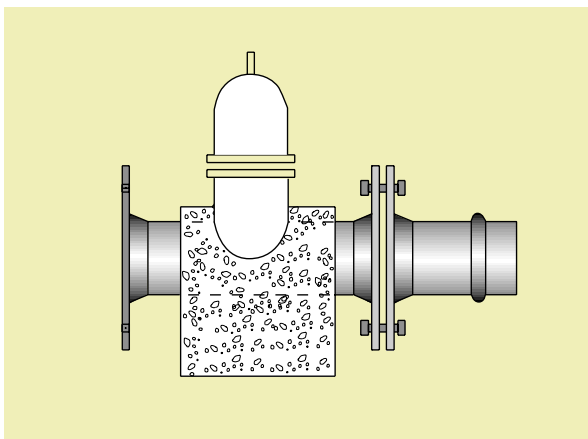
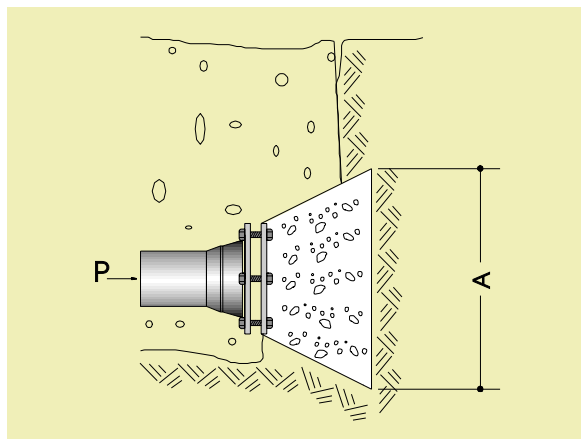


Figura 8 f Anclaje en tapones



Conexiones de servicios

9. CONEXIONES DE SERVICIOS

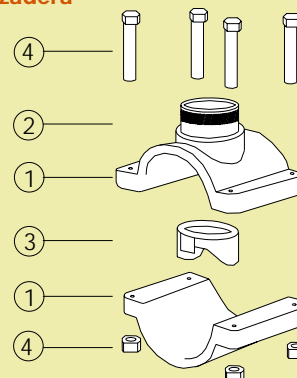
9.1 ARRANQUES DOMICILIARIOS

Para realizar los arranques domiciliarios en tuberías de PVC se utiliza un collar de arranque de PVC o fierro fundido con una llave de collar de bronce He/Hi.

Antes de montar el collar de arranque, el sello de goma debe lubricarse para facilitar su asentamiento sobre la tubería.

La perforación de la tubería de PVC en seco se puede realizar utilizando brocas tipo sacabocados con ranuras, para permitir la salida del material. En una tubería con presión de agua, la operación se efectúa con herramientas especiales del tipo Mueller que permite perforar el tubo a través de una válvula insertada en el collar de arranque.

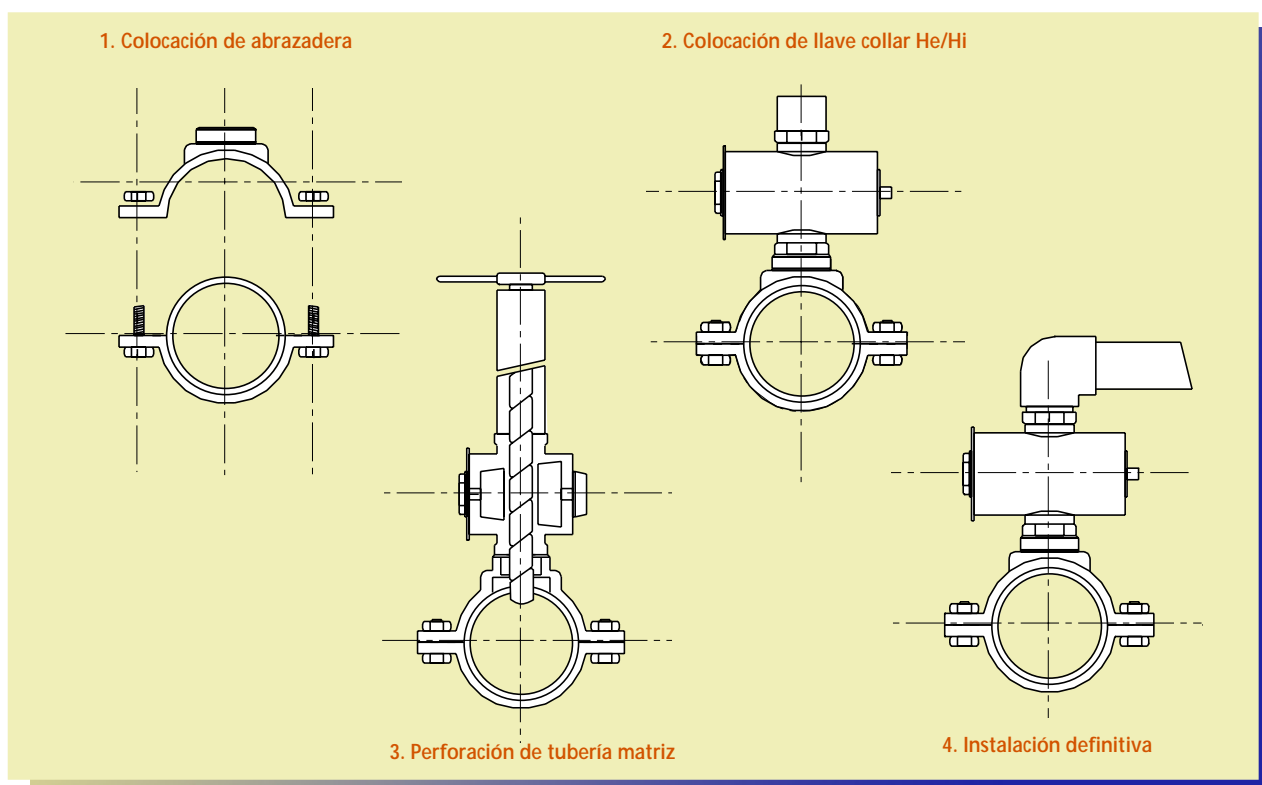
Detalle de abrazadera



1. Collar de arranque inyectado cuerpo único de PVC
2. Sello de goma
3. Anillo de refuerzo de acero C-45 cadmiado
4. Pernos y tuercas acero zincado cabeza hexagonal

53

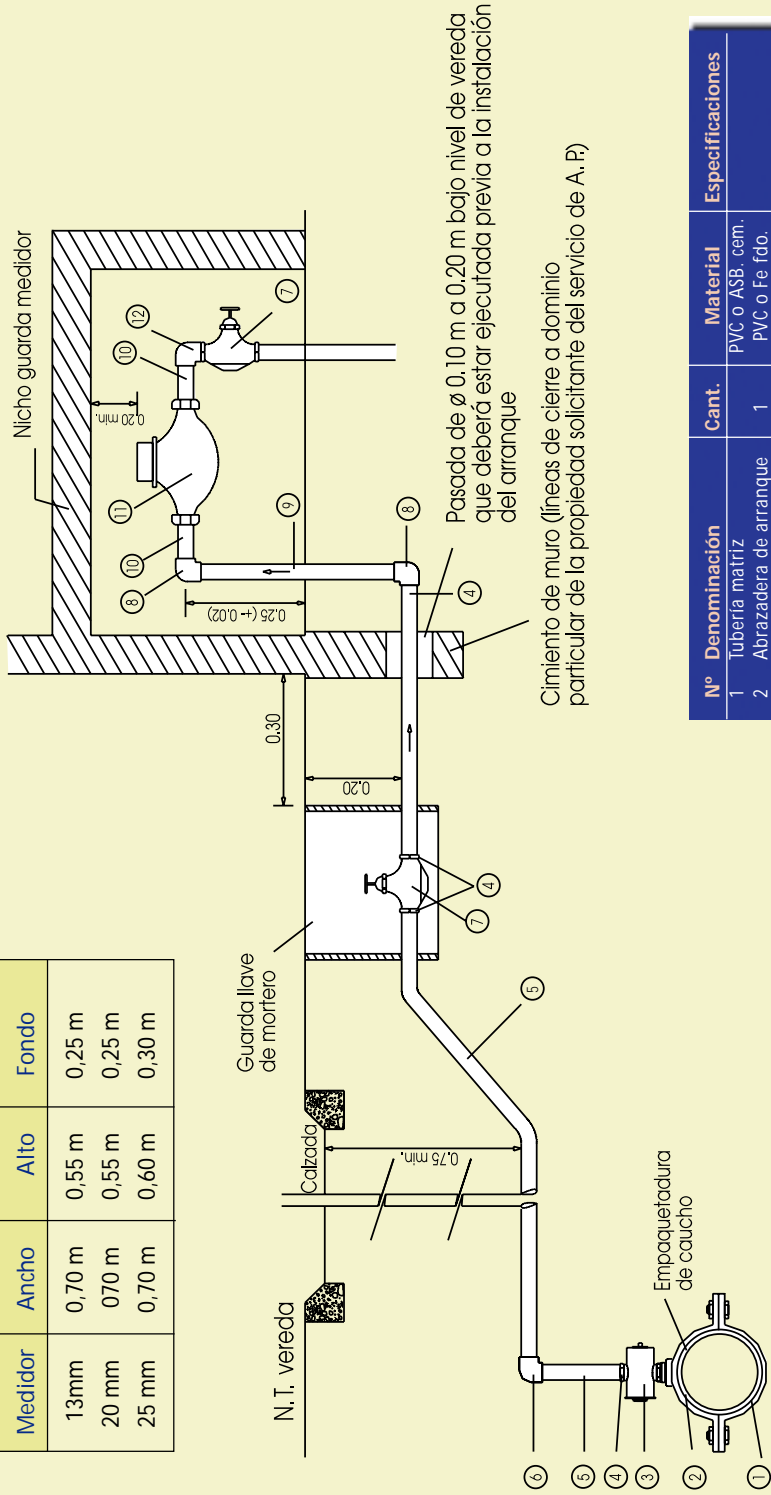
Secuencia de instalación de llave collar en matriz de agua potable



Arranque domiciliario tipo

Dimensiones del nicho
guardamedidor

Medidor	Ancho	Alto	Fondo
13mm	0,70 m	0,55 m	0,25 m
20 mm	0,70 m	0,55 m	0,25 m
25 mm	0,70 m	0,60 m	0,30 m

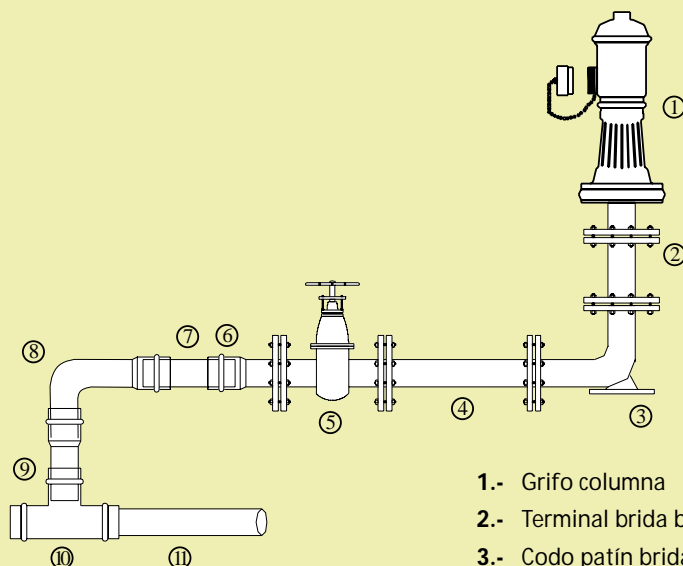


Nº	Denominación	Cant.	Material	Especificaciones
1	Tubería matriz	1	PVC o ASB. cem.	1/2"
2	Abrazadera de arranque	1	PVC o Fe fdo.	20 mm x 1/2"
3	Llave collar He-Hi	4	Bronce	20mm c 16
4	Terminal cem. -He	1	PVC	20 x 20 x 25 mm
5	Tubería PVC	2	PVC	1/2"
6	Codo cementar	2	Bronce	1/2" tipo L
7	Llave de paso Hi-Hi	2	Bronce	
8	Codo soldar-Hi	2	Cobre	
9	Tubería 13 mm	2	Cobre	
10	Conector medidor	1	Bronce	
11	Medidor	1		
12	Codo Hi-He	1		

Notas:

1. La instalación del sector del nicho guardamedidor deberá ser en tubería de cobre.
2. Se aceptará colocar llave de jardín en vertical de salida.

9.2 INSTALACIÓN DE GRIFOS PVC-ACERO/COBRE



- | | |
|---------------------------------------|------------|
| 1.- Grifo columna | Fe fundido |
| 2.- Terminal brida brida (BB) | Fe fundido |
| 3.- Codo patín brida brida (BB) | Fe fundido |
| 4.- Fe fundido L=2 m brida brida (BB) | Fe fundido |
| 5.- Válvula brida brida (BB) | Fe fundido |
| 6.- Terminal brida campana (BC) | Fe fundido |
| 7.- Trozo cañería | PVC |
| 8.- Curva 1/4 espiga-campana | PVC |
| 9.- PVC trozo cañería con campana | PVC |
| 10.- TEE campana-campana-campana | PVC |
| 11.- Matriz de agua potable | PVC |

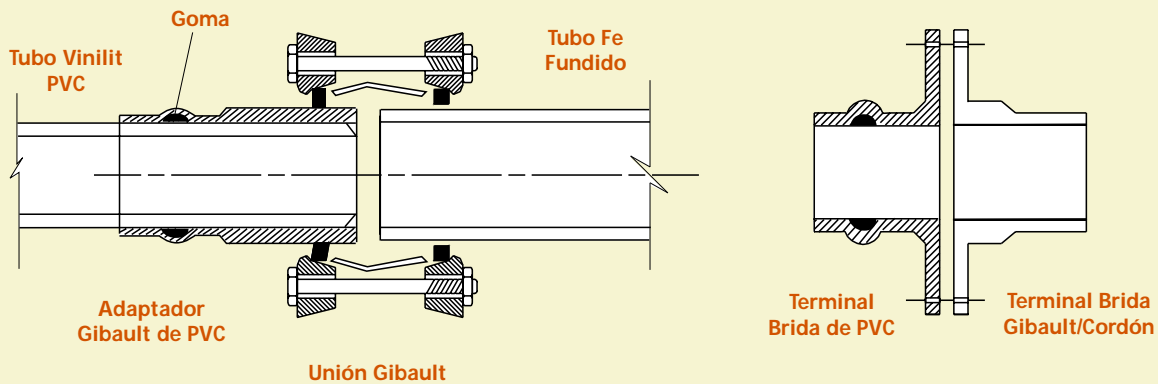
Conexiones

10. CONEXIONES A OTROS MATERIALES

10.1 CONEXIÓN PVC - FIERRO FUNDIDO

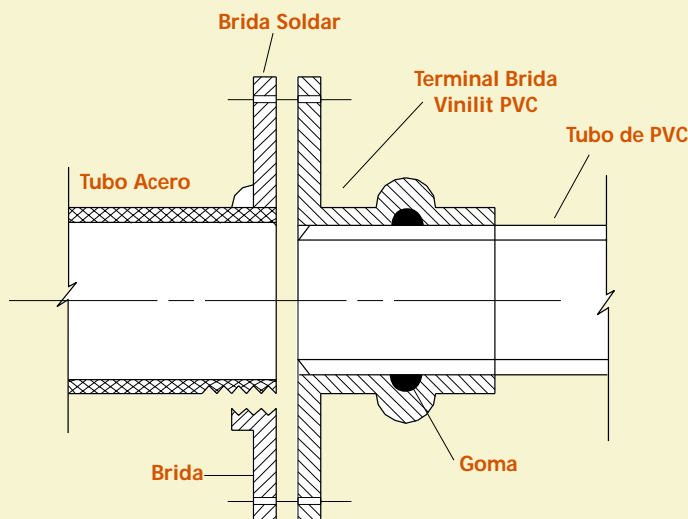
Se usa el Adaptador Gibault de PVC o el Terminal Brida.

Ejemplo unión Gibault de 10.1.

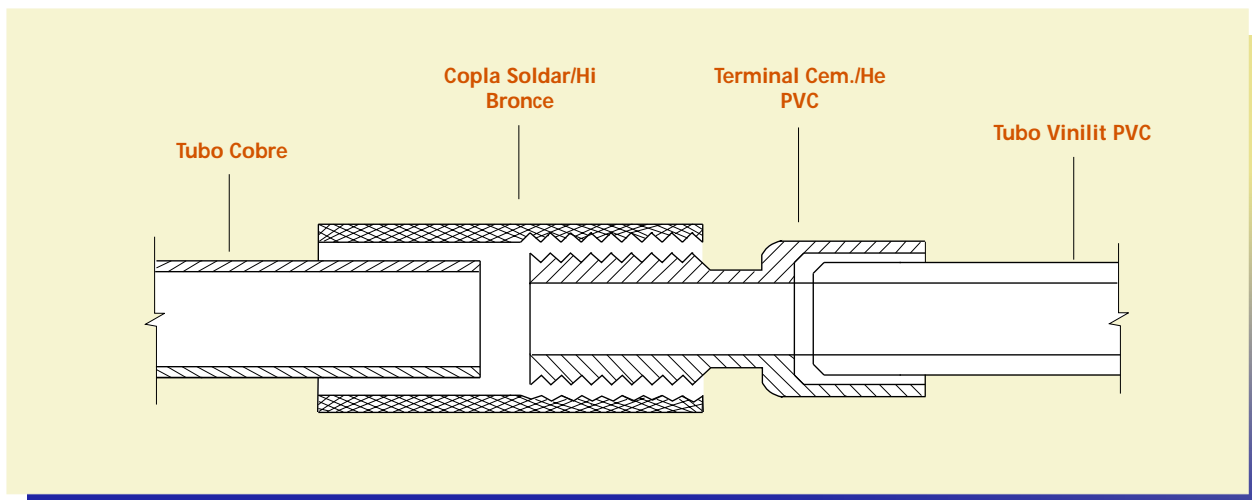


56

10.2 CONEXIÓN PVC - ACERO



10.3 CONEXIÓN PVC - COBRE



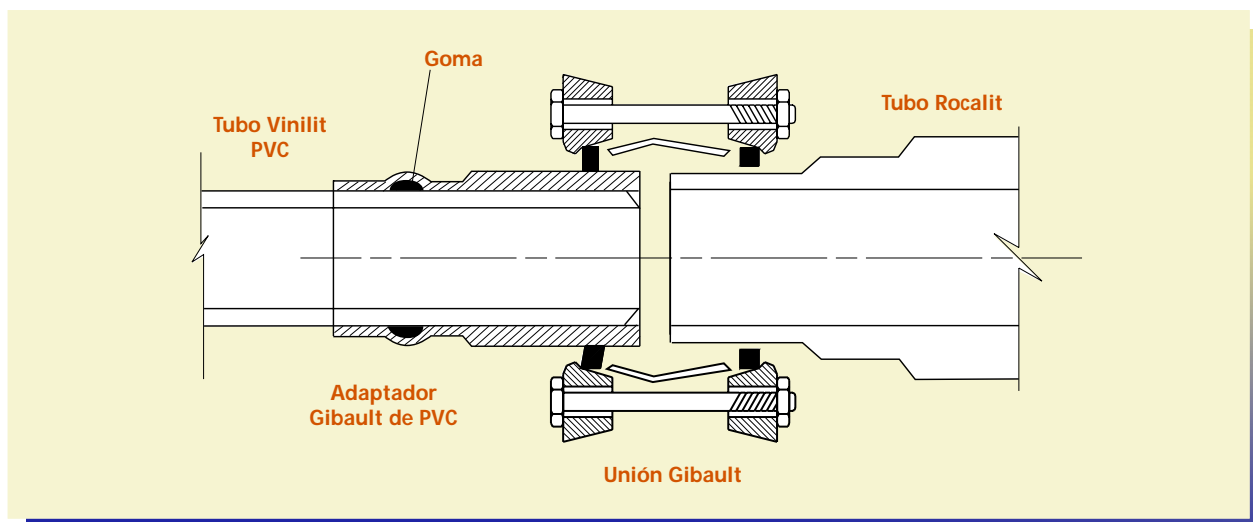
57

10.4 CONEXIÓN PVC - ROCALIT

10.4.1 Conexión tradicional

Para esta conexión se utiliza el Adaptador Gibault de PVC o de Fierro fundido con unión Gibault. Como al-

ternativa se puede usar el terminal Brida de PVC, al igual que la unión PVC - Fierro fundido.



10.4.2 Conexión con copla reparación PVC - ROCALIT

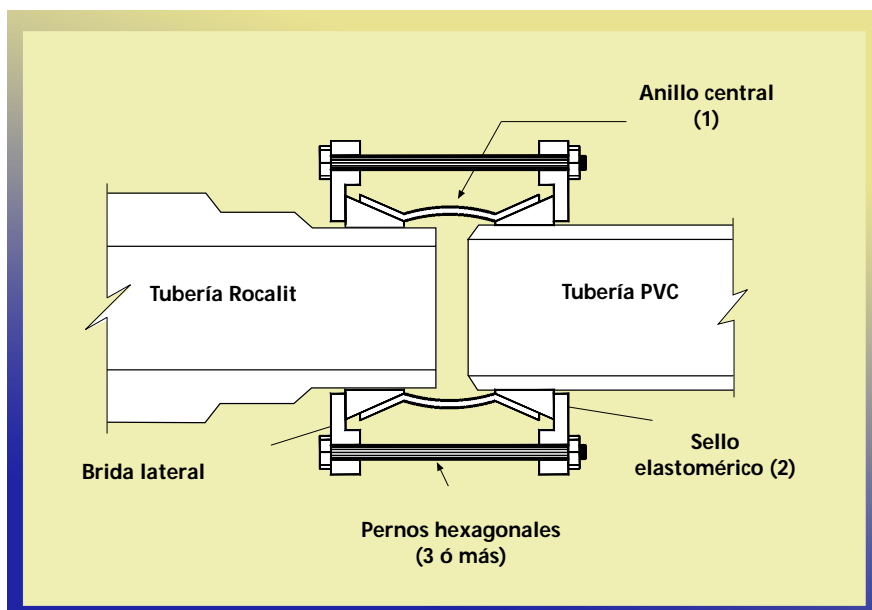
Debido al término de la fabricación de las tuberías de fibrocemento Rocalit y dado el alto porcentaje de este

tipo de tuberías instaladas en Chile, se ha desarrollado este nuevo sistema de reparación de tuberías Rocalit, para ser utilizado con tuberías de PVC.

Copla de reparación Rocalit (diámetro nominal)	Tuberías Rocalit			Tuberías PVC	
	Diámetro nominal	Diám. ext. clase AW-20	Diám. ext. clase T-20	Diám. nominal	Diám. ext.
75 x 90 (*)	75	95	95	90	90
100 x 125 (**)	100	124	124	125	125
125 x 160	125	149	149	160	160
150 x 180	150	178	182	180	180
200 x 250	200	238	240	250	250
250 x 315	250	290	300	315	315
300 x 355	300	346	350	355	355
350 x 400	350	404	420	400	400

(*) Las coplas de reparación DN 75 x 90 unen tuberías Rocalit de diámetro 75 mm con tuberías de PVC de diámetro 90 mm, etc.

(**) Las coplas de reparación DN 100 x 125 unen tuberías Rocalit de diámetro 100 mm con tuberías de PVC de diámetro 125 mm, etc.



Cálculo hidráulico

11. CÁLCULO HIDRÁULICO

11.1 PÉRDIDA DE CARGA Y DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO Y VELOCIDAD DE LA TUBERÍA

Un fluido al ser conducido a través de una tubería ejerce una fuerza de roce, generándose una pérdida de presión o pérdida de carga, que se evalúa a partir de la conocida fórmula de Hazen & Williams cuya representación es la siguiente:

$$J = 10,665 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,869}}$$

Donde:

J = Pérdida de carga en tanto por uno (m.c.a./m) (adimensional)

Q = Caudal en m³/s

D = Diámetro interior de la tubería en m

C = Coeficiente de rugosidad (C=150)

El factor C = 150 para el empleo de la fórmula de Hazen & Williams en tuberías de PVC, ha sido establecido conservadoramente luego de una serie de investigaciones en el Laboratorio de Hidráulica Alden del Instituto Politécnico de Worcester. Es recomendado también por el Plastic Pipe Institute, AWWA, National Engineering Standards de U.S.A. y todos los grandes productores de tubería de PVC en el mundo.

Basado en la ecuación anterior, se ha preparado un ábaco para facilitar los cálculos, el cual aparece al final del punto 11.2.

De la fórmula Hazen & Williams se puede despejar el diámetro interior de la tubería, quedando la expresión siguiente:

$$D = 1,626 \cdot \frac{Q^{0,3804}}{J^{0,2054} \cdot C^{0,3804}}$$

Adicionalmente,

$$Q = V \cdot A$$

En que:

Q: Caudal (m³/s)

V: Velocidad del flujo (m/s)

A: Sección o área de escurrimiento (m²)

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Por lo tanto, despejando la velocidad del flujo, se tiene:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

11.2 EJEMPLO DE CÁLCULO HIDRÁULICO

a) Determinación de la pérdida de carga

Para satisfacer una necesidad de agua se dispone de un caudal Q = 5 l/s y una tubería de diámetro nominal D = 75 mm Clase 10. Determinar la pérdida de carga y la velocidad de escurrimiento:

- * Espesor tubo C-10 DN 75 mm: 3,6 mm
- * Diámetro interior: $75 - (2 \cdot 3,6) = 67,8$ mm
- * Pérdida de carga:

$$J = 10,665 \cdot \frac{0,005^{1,852}}{150^{1,852} \cdot 0,0678^{4,869}}$$

$$J = 0,0267 \text{ m.c.a./m} = 26,7 \text{ m/km}$$

- * Velocidad de escurrimiento:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,005}{\pi \cdot 0,0678^2} = 1,38 \text{ m/s}$$

b) Determinación del diámetro de la tubería.

Se desea trasladar gravitacionalmente agua entre una toma de captación superficial y un loteo rural a 300 metros de distancia con un desnivel de 15 metros. Determinar el diámetro de la tubería y la velocidad de escurrimiento si se dispone de un caudal $Q = 20$ l/s.

- * Pérdida de carga permitida
(J): $15/300 = 0,05 \text{ m.c.a./m}$

Se tiene:

$$D = 1,626 \cdot \frac{Q^{0,3804}}{J^{0,2054} \cdot C^{0,3804}}$$

$$D = 1,626 \cdot \frac{0,020^{0,3804}}{0,05^{0,2054} \cdot 150^{0,3804}}$$

$$D = 0,101 \text{ m}$$

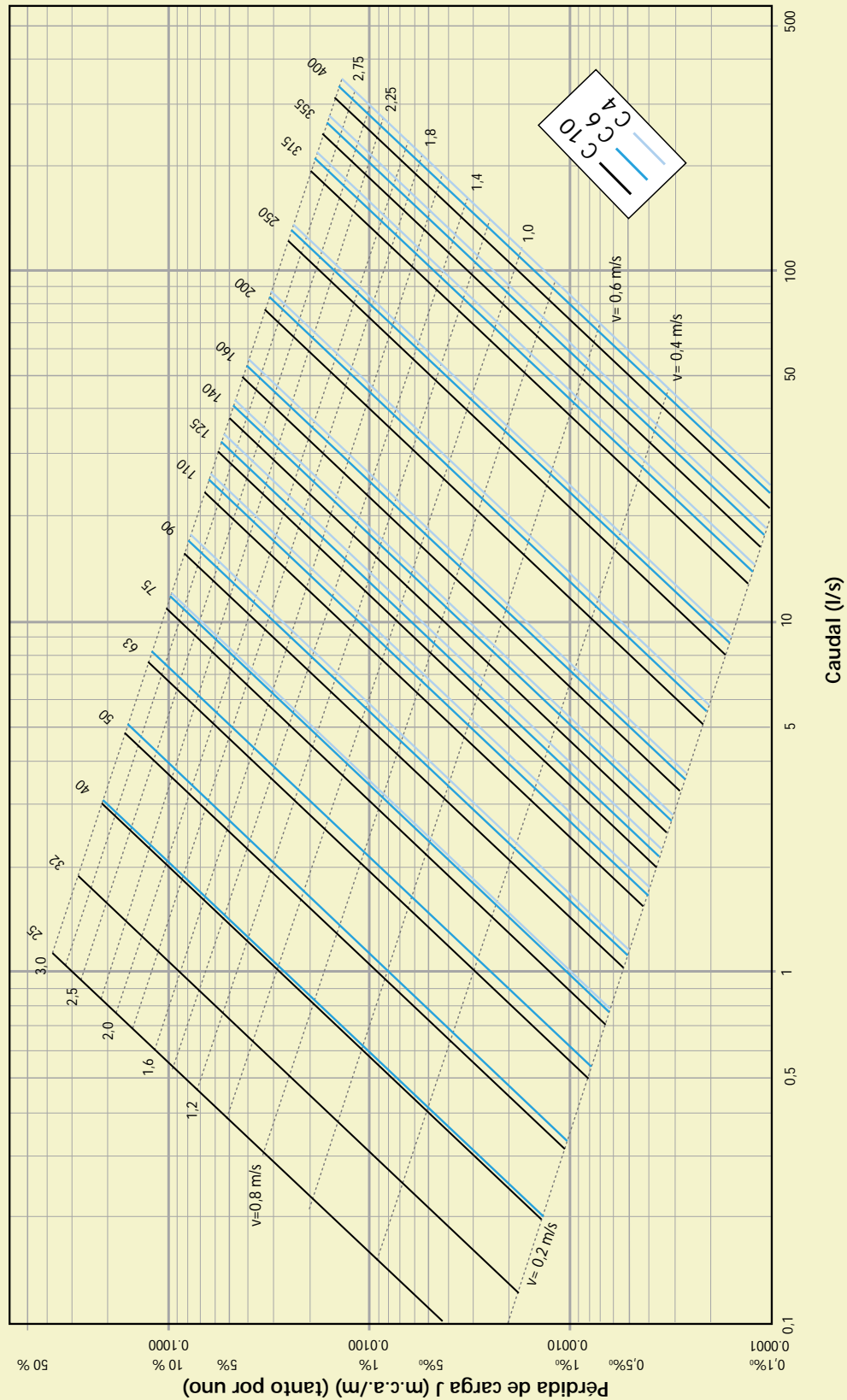
Se adopta como diámetro comercial $D = 110$ mm clase-4 cuyo diámetro interior es 105,6 mm, levemente superior a 101 mm, que resiste una presión de trabajo de 40 metros columna de agua, valor bastante superior a la máxima presión admisible que podría tener el escurrimiento de 15 m.c.a. por el desnivel de 15 metros.

Evalutando la velocidad, se tiene:

$$V = \frac{4 \cdot 0,020}{\pi \cdot 0,1056^2} = 2,28 \text{ m/s}$$

Ábaco tuberías presión PVC, Clases 10 - 6 y 4

Ábaco Tuberías Presión PVC clases 10 - 6 - 4



11.3 PÉRDIDAS DE CARGA SINGULARES

Las pérdidas de carga de una línea de presión corresponden a las pérdidas de carga por fricción (evaluadas en punto anterior 11.1) más las pérdidas de carga singulares, correspondientes a las pérdidas de carga ejercidas por piezas y accesorios especiales tales como codos, tees, válvulas, etc.

Las pérdidas singulares se evalúan según la expresión siguiente:

$$\text{Pérdida singular} = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

En que:

K: factor que depende de cada singularidad

v: velocidad del flujo (m/s)

g: aceleración de gravedad. $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$v^2/2g$: altura de velocidad (m.c.a.)

La altura de velocidad conceptualmente corresponde a una energía cinética; y, por el hecho de ser un tipo de energía, se le puede hacer la equivalencia con la energía potencial de presión, y es la razón por la que

tiene unidades de presión.

Las pérdidas singulares se evalúan como una fracción de la altura de velocidad del flujo en cuestión.

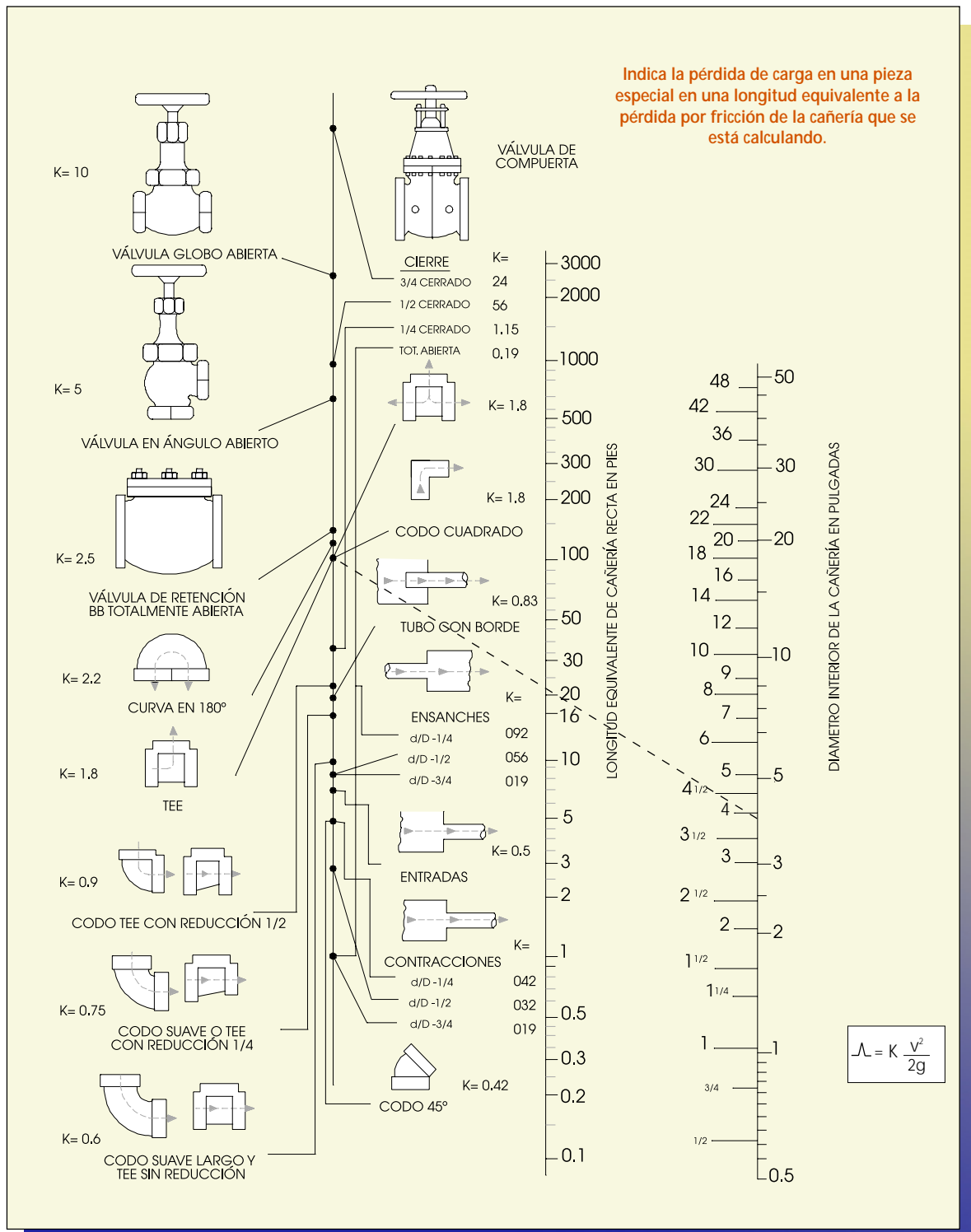
En el gráfico adjunto aparecen los valores de K de cada una de las singularidades, cuyo valor está graficado en una línea recta ascendente. Adicionalmente, existe otra línea recta con el diámetro interior de las tuberías, y otra con la longitud equivalente de la cañería.

El objetivo del gráfico es evaluar la equivalencia entre una pérdida singular y una pérdida por fricción de la línea en cuestión.

Por ejemplo, la línea punteada del gráfico indica que la pérdida singular de una Tee ($K=1,8$) en una tubería de diámetro 110 mm clase 10 (diámetro interior 99,4 mm = 3,9 plg), equivale a una pérdida por fricción de 21 pies (6,4 metros) de esta tubería (la línea punteada corta la recta ascendente del medio en 21 pies).

Por lo tanto, si esta línea de presión es de 1.000 metros lineales con una única singularidad de la Tee en cuestión, la pérdida de carga total se puede evaluar como pérdida friccional únicamente, considerando que la longitud es de 1006,4 metros.

Gráfico de pérdidas de carga singulares para válvulas y piezas de conexión y coeficiente de resistencia "k"



Golpe de ariete

12. GOLPE DE ARIETE

El golpe de ariete es un fenómeno de sobrepresión producido por una reducción brusca de la velocidad del flujo, que en algunos casos puede ser varias veces superior a la presión de operación normal de la tubería, pudiendo llegar al colapso de ésta si no se toman las medidas adecuadas.

En caso extremo, el golpe de ariete se produce al cerrarse completamente una válvula, generándose una detención del flujo en forma violenta; en estas situaciones, después de la detención del flujo, se produce una circulación en sentido contrario, generándose una componente negativa de presiones, pudiéndose llegar en caso extremo en algunos materiales, al abollamiento de la tubería como consecuencia de presiones negativas.

La magnitud del golpe de ariete depende de las siguientes variables:

- * Velocidad del flujo (V): a mayor velocidad, mayor sobrepresión.
- * Tiempo utilizado en la detención del flujo (t): a menor tiempo, mayor sobrepresión.
- * Longitud involucrada de la tubería (L): a mayor longitud, mayor sobrepresión.
- * Grado de deformabilidad de la tubería: a mayor deformabilidad, menor sobrepresión. Este último concepto se materializa en la variable celeridad (α), velocidad de propagación de la onda de sobrepresión, que es característico de cada tipo de tubería, que particularmente en el PVC es el siguiente:

PVC clase 4 : Celeridad $\alpha = 240$ m/s

PVC clase 6 : Celeridad $\alpha = 300$ m/s

PVC clase 10 : Celeridad $\alpha = 380$ m/s

Es necesario tener presente que la propiedad de deformabilidad del material plástico de la tubería de PVC, hace que sea uno de los más capaces para soportar adecuadamente los golpes de ariete.

Se puede determinar la sobrepresión producida por el golpe de ariete, aplicando las fórmulas de Michaud y Joukowsky, según la magnitud de tiempo utilizado en la detención del flujo.

Si $t > \frac{2L}{\alpha}$ (tiempo más prolongado de detención del flujo)

$$\Delta h = \frac{+ 2 \cdot L \cdot V}{g \cdot t} \quad \text{Fórmula de Michaud}$$

Si $t < \frac{2L}{\alpha}$ (tiempo más reducido de detención el flujo)

$$\Delta h = \frac{+ 2 \cdot L}{\alpha} \quad \text{Fórmula de Joukowsky}$$

En que:

- t: tiempo de duración de la maniobra de detención del flujo (s)
- L: longitud de la tubería (m)
- α : velocidad de propagación de la onda de sobrepresión o celeridad (m/s)
- Δh : sobrepresión o variación de presión producida por el golpe de ariete (metros de columna de agua, m.c.a.)
- V: velocidad de régimen del flujo (m/s)
- g: constante de aceleración de gravedad, 9,81 m/s²

Ejemplo:

En una tubería de PVC clase 10 de 1.850 metros de longitud que trabaja a 50 m.c.a. de presión, es decir, a la mitad de la presión admisible, y a una velocidad de 1,3 m/s, se realiza una maniobra de cierre de una válvula en un tiempo de 15 segundos. En este ejemplo se evalúa la sobrepresión de golpe de ariete de la siguiente manera:

Evaluación si el cierre es rápido o lento:

$$15 \text{ s} > \frac{2 \cdot 1.850}{380} = 9,7 \text{ s} \quad \text{Fórmula de Michaud}$$

$$\Delta h = \frac{2 \cdot 1.850 \cdot 1,3}{9,81 \cdot 15} = 32,68 \text{ m.c.a.}$$

Por lo tanto, con una presión de trabajo de 50 m.c.a. más una sobrepresión por golpe de ariete de 32,68 m.c.a., se llega a una presión máxima de 82,68 m.c.a., resistiendo perfectamente los 100 m.c.a. que tiene la tubería de PVC clase 10.

En el mismo caso anterior, pero suponiendo una detención del flujo en sólo 5 segundos, se tiene:

$$5 \text{ s} < \frac{2 \cdot 1.850}{380} = 9,7 \text{ s} \quad \text{Se debe utilizar la fórmula de Joukousky (cierre rápido)}$$

$$\Delta h = \frac{2 \cdot 1.850 \cdot 1,3}{9,81 \cdot 15} = 32,68 \text{ m.c.a.}$$

Por lo tanto, con una presión de trabajo de 50 m.c.a. más una sobrepresión por golpe de ariete de 50,36 m.c.a., se llega a una presión máxima de 100,36 m.c.a., sobrepasando levemente la presión admisible de 100 m.c.a. que tiene la tubería de PVC clase 10, por lo que se aprecia que en una situación como ésta, en que el flujo trabaja a una presión igual a la mitad de la presión admisible de la tubería, con un cierre brusco de la válvula, se puede sobrepasar la presión admisible de ésta. De todos modos, la tubería de PVC tiene grados de seguridad bastante holgados, evitando que se comprometa su estructura.

La fórmula de Joukousky se emplea para las impulsiones en las que el golpe de ariete se produce por un paro imprevisto de la bomba, y la de Michaud en las condiciones por gravedad, en las que la importancia de la sobrepresión es debida al tiempo de cierre de las válvulas.

Medios para atenuar el golpe de ariete:

a) Depósito de aire:

Consiste en un depósito acoplado a la tubería en el cual hay agua y aire a presión.

b) Estanque hidroneumático:

Se trata de un depósito cilíndrico con una membrana llena de nitrógeno en su interior, que actúa como cámara de expansión.

c) Chimenea de equilibrio:

Consiste en un depósito vertical, cuya sección puede ser variable, acoplado a la tubería y de altura mayor que la equivalente a la presión que soporta la tubería.

d) Ventosas:

Son válvulas que se ubican en los puntos altos del trazado para evacuar el aire acumulado en la tubería.

El aire en los puntos altos puede formar verdaderos bolsones que obstaculizan el flujo, llegando incluso a obstaculizarlo completamente originando graves problemas de pérdidas de carga puntuales severas. Por otro lado, tanto la compresión de aire como el desplazamiento brusco de las burbujas generan sobrepresiones que pueden eventualmente causar la rotura de los tubos.

e) Válvulas de seguridad:

Dichos accesorios se usan cuando se admite la cavitación, ya que se abren automáticamente al aumentar la presión.

f) Válvulas de retención:

Se instalan normalmente en las impulsiones para evitar el vaciado de la tubería a través de la bomba.

Las válvulas de retención con by-pass disminuyen el golpe de ariete.

Presión de colapso

13. PRESIÓN DE COLAPSO

Las tuberías **Vinilit** se utilizan a menudo para líneas de aspiración o en lugares donde se ejerce vacío en algún punto de la red, como es en la situación de la envolvente negativa del golpe de ariete. De acuerdo a lo señalado, las tuberías flexibles deben ser revisadas ante esta solicitud, cuya fórmula básica es la siguiente:

$$p = \frac{2 \cdot E}{(1 - H^2)} \left(\frac{e}{D} \right)^3$$

Donde:

p= presión

E= módulo de elasticidad del tubo
30.000 (Kg/cm²)

D= diámetro del tubo en cm

e= espesor del tubo en cm

H= coeficiente de Poisson (0,38 para PVC)

Haciendo la evaluación para cada clase de tubería, se tiene lo siguiente:

Clase de tubería	Relación diam/espesor	Presión negativa de colapso (Kg/cm ²)
C - 16	13,5	28,5
C - 10	21	7,57
C - 6	34,33	1,73
C - 4	51	0,529

Temperatura

14. EFECTO DE LA TEMPERATURA

Las tuberías de PVC se dilatan con la temperatura de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\Delta L = K \cdot (T_2 - T_1) \cdot L$$

ΔL = Dilatación en mm

K = Coeficiente de dilatación: 0,08 m/(m • °C)

T₂ = Temperatura máxima (°C)

T₁ = Temperatura mínima (°C)

L = Longitud de la tubería en metros (m)

Ejemplo:

¿Cuál es la dilatación que se tendrá en un tramo de la tubería de PVC de 45 metros que se instaló a 15 °C y actualmente esta trabajando a 25 °C?

Solución:

$$\Delta L = 0,08 \cdot (25 - 15) \cdot 45$$

$$\Delta L = 36 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la tubería se dilata en 36 mm con respecto a la situación original de instalación, debido a que está trabajando a mayor temperatura.

Deben instalarse las tuberías de modo de permitir contracciones cuando la tubería esté expuesta a variaciones de temperaturas.

En general, cuando la diferencia total de temperatura es menor de 15 °C, cuando hay conexiones roscadas, y cuando no existen cambios de dirección de la tubería que aumenten su flexibilidad, no es necesario considerar juntas de dilatación.

En caso extremo, cuando existan cambios de temperatura considerables hay varios métodos para neutralizar la expansión térmica, siendo el más común el método a base de 4 codos cementados.

Diseño estructural

15. DISEÑO ESTRUCTURAL

15.1 GENERALIDADES

Las tuberías de PVC son flexibles, por lo que están expuestas a deflexiones, especialmente si están sometidas a cargas externas y la tubería aún no se conecta a la red presión.

Al deflectarse la tubería ejerce presión sobre el suelo adyacente, por lo que resulta indispensable compactar debidamente el terreno circundante a la tubería. En la eventualidad que aumente indebidamente una carga y el terreno no esté debidamente compactado, el diámetro horizontal pasa a ser mayor que el diámetro vertical (ver figura 15 a adjunta), hasta que la parte superior de la tubería llega a ser prácticamente plana. Una carga adicional puede causar la curvatura en dirección inversa de la parte alta de la tubería, pudiendo llegar a colapsar estructuralmente.

Es por esto que el diseño de la tubería debe prevenir la ovalidad excesiva, evitando adicionalmente restricciones en el área de flujo o filtración en las uniones.

Para propósitos de diseño, una deflexión de un 10% es considerada segura, pero incluyendo un factor de seguridad adicional, nuestra recomendación es considerar una deflexión máxima de un 5%.

15.2 CARGAS EXTERNAS

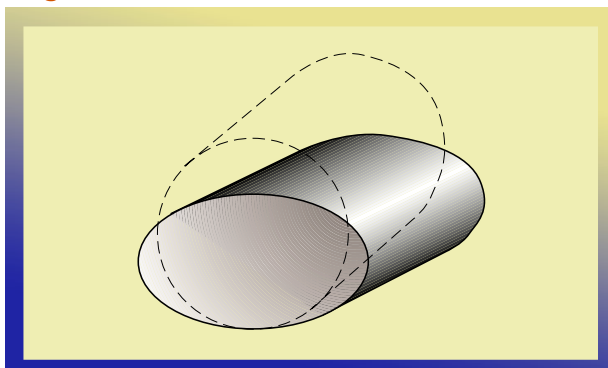
Existen básicamente dos tipos de cargas externas:

Las llamadas cargas muertas, provocadas por el efecto del peso de la tierra sobre la tubería y las llamadas cargas vivas o sobrecargas, que pueden ser estáticas o de movimiento (por vehículos).

Estudios realizados en tuberías rígidas y flexibles enterradas han demostrado que:

1. Las cargas desarrolladas sobre tuberías rígidas son mayores que las desarrolladas sobre tuberías flexibles.
2. Las cargas externas tienden a concentrarse directamente debajo del tubo rígido, creando un momento de aplastamiento que debe ser resistido por las paredes del tubo. En los tubos flexibles la carga es distribuida uniformemente alrededor de su circunferencia, y la carga en cualquier punto es menor que en el tubo rígido.
3. Las cargas externas son soportadas por fuerzas de compresión en la sección transversal de la tubería. En tubos flexibles, parte de estas cargas son anuladas por la presión hidráulica interna y otra parte son transmitidas lateralmente al material alrededor del tubo, dependiendo del espesor de éste, del módulo de elasticidad del material del tubo y del tipo de relleno.

Figura 15 a Deflexión de la tubería.



Conforme se va deformando la tubería flexible (sin fracturarse), transfiere la carga vertical en reacciones horizontales radiales que son resistidas por la presión pasiva de la tierra alrededor del tubo. Sin embargo, cuando la pared de éste es rígida, lo anterior no ocurre, sino que toda la carga tiene que ser soportada por el tubo.

Estas son las diferencias entre el comportamiento del tubo rígido, y el comportamiento del tubo flexible; es por eso que las teorías de las cargas combinadas sobre tubos rígidos (Schlick), no se debe aplicar a tuberías flexibles.

a) Determinación de cargas vivas

Para calcular las cargas vivas en tuberías flexibles se usó el criterio recomendado por AWWA, que es asumir la carga móvil como una carga estática uniformemente repartida a lo largo de la tubería, que es:

$$W_e = C_s \cdot \frac{P_c \cdot F}{L}$$

En donde:

W_e = carga viva (en kg/m de tubería).

C_s = coeficiente de carga en función del diámetro del tubo (figura 15 c).

P_c = carga concentrada en kg. Se asume constante e igual a 4.550 kg (AWWA), debido a que las carreteras en el mundo tienen restricciones de peso máximo por eje, cuya máxima capacidad es de 4,55 ton/rueda.

F = factor de impacto (tabla 15 b).

Tabla 15.b

TIPO DE TRÁFICO	VALOR DE F
Carretera	1.5
Ferrocarril	1.75

L = longitud efectiva del tubo en el cual ocurre la carga (m).

El peso de la rueda se ejerce en un ancho reducido similar a 10 cm, que tiene una influencia de 90 cm en el ancho de la tubería enterrada, por lo que el valor normalmente aceptado para L (longitud de la tubería que está bajo la carga de impacto) es de 0.90 metros (AWWA).

Por ejemplo, se desea calcular la carga distribuida de una tubería de PVC de 200 mm de diámetro clase 10, enterrada en una zanja de 1,25 metros de profundidad (según sugerencia de punto 6.4) bajo una carretera.

Se tiene:

Coeficiente C_s = 0,05 según gráfico de fig. 15 c

P_c = 4550 kg

F = 1,5

L = 0,9

$$W_e = 0,05 \cdot \frac{4550 \cdot 1,5}{0,9} = 379 \text{ kg/ml}$$

Por lo tanto, para el cálculo estructural de una tubería de estas características, es necesario agregarle una carga adicional distribuida de 379 kg/ml.

b) Determinación de cargas muertas (carga de tierra)

La determinación de las cargas muertas se supone conservadoramente igual al peso del prisma de tierra sobre la tubería, que es:

$$W_c = \gamma_s \cdot H \cdot D$$

En que:

W_c : peso del prisma de tierra sobre la tubería (toneladas por metro lineal de tubería) (Ton/ml)

γ_s : densidad del suelo saturado sobre la tubería (Ton/m³)

- H:** profundidad de la zanja sobre la clave (parte superior) del tubo (m)
- D:** diámetro exterior de la tubería (m)

Ejemplo:

Una tubería de diámetro 200 mm clase 10, enterrada en una zanja de 1,25 metros de profundidad, rellena con un suelo areno-limoso (suelo tipo III, clasificación SM, según tabla 15 d) de una densidad saturada de 2 ton/m³.

Se tiene:

$$H = 1,25 - 0,20 = 1,05 \text{ m}$$

$$Wc = 2 \cdot 1,05 \cdot 0,200 = 0,42 \text{ ton/ml} \\ = 420 \text{ kg/ml}$$

c) Estimación de la deflexión como resultado de cargas en tuberías de PVC (flexible)

Se han estudiado varias fórmulas que relacionan la deflexión de la tubería flexible bajo cargas y las propiedades de la tubería y el suelo.

La fórmula más ampliamente utilizada es la siguiente ecuación, originalmente desarrollada por Spangler en IOWA State University y más tarde modificada por Spangler y Watkins y conocida mundialmente como la Fórmula IOWA.

$$\Delta x = \frac{K \cdot (De \cdot Wc + We)}{\frac{E \cdot I}{r^3} + 0,061 \cdot E'}$$

- Δx:** máxima deformación transversal (cm).
- De:** factor de deformación de largo plazo (recomendado 1,5 para todo tipo de suelos).
- K:** constante encamado (varía entre 0.110 y 0.083 para un ángulo de contacto de 0° o de 180°, respectivamente). Para tubos de PVC se considera el valor 0.10 (AWWA-ASTM).
- Wc:** carga muerta sobre la tubería en kg/m según punto anterior.

We: carga viva sobre la tubería en kg/cm según punto 15.2 a

$$r: \frac{D - e}{2} = \text{Radio promedio del tubo}$$

E: Módulo de elasticidad del material del tubo (kg/cm²).

I: Momento de inercia de la pared del tubo por unidad de largo (cm⁴/cm). Para tuberías, $I = e^3/12$ en que "e" es el espesor de pared.

E': Módulo de reacción del suelo (kg/cm²). Depende del tipo de suelo y de su compactación.

Aunque la experiencia con la ecuación de IOWA ha demostrado que es suficientemente práctica, ha sido objeto de algunas críticas especialmente debido a que E' (módulo de reacción del suelo) es una constante empírica no directamente relacionada con las propiedades del suelo, sino que más bien con las condiciones de instalación, capacidad y tipo de suelo: cohesivo o no cohesivo, fino o granular. Esto era determinado midiendo deflexiones en varias situaciones distintas y posteriormente recalculando a través de la Fórmula de IOWA. Esto llevó a imprecisiones y a un amplio rango de valores de E'.

Para remediar esta situación, el Earth Sciences Branch del U.S. Bureau of Reclamation realizó una amplia investigación, tanto en los laboratorios como en terreno, la cual dio los resultados que se muestran en las tablas 15 d y 15 e, que entregan valores con un amplio rango de seguridad para tuberías instaladas en distintos tipos de terreno.

Para estimar la deflexión en el largo plazo, es necesario tomar en consideración el hecho de que un suelo inicialmente cargado se va a continuar deformando con el tiempo.

El factor "De" de la ecuación de IOWA convierte la deflexión inicial de la tubería en la deflexión de largo plazo, que corresponde a un factor de seguridad que se asume igual a 1,5. Sin embargo, a través de la amplia experiencia del Bureau of Reclamation, se han

desarrollado valores conservadores de "De" para varias clasificaciones de suelo y condiciones de instalación.

Todo el análisis anterior nos lleva a determinar técnicamente las deformaciones previsibles en las tuberías de PVC **Vinilit**.

En figura 15 f se resume el comportamiento de las tuberías PVC c-6 y c-10 a distintas profundidades y con distintos módulos de reacción del suelo, el cual permite determinar los coeficientes de seguridad frente a distintas condiciones de instalación, resumiendo de manera muy simple la fórmula IOWA.

Ejemplo:

Siguiendo con el ejemplo anterior de una tubería de diámetro 200 mm clase 10, enterrada en una zanja de 1,25 metros de profundidad rellena con un suelo areno-limoso (suelo Tipo III, clasificación SM, según tabla 15.d), con una densidad saturada de 2 ton/m³, compactada a 90% Proctor estándar.

Se tiene:

K = 0,10 según recomendación AWWA-ASTM

De = 1,5 según recomendación

Wc = 420 kg/ml = 4,20 kg/cm lineal, ya calculado en punto anterior (b)

We = 379 kg/ml = 3,79 kg/cm lineal, ya calculado en punto anterior (a)

E = 30.000 kg/cm² según punto 1.4

E' = 70 kg/cm² según tabla 15 e

Tubería D = 200 mm = 20 cm

e = 9,6 mm = 0,96 cm (clase 10)

$$r = \frac{D-e}{2} = 95,2 \text{ mm} = 9,52 \text{ cm}$$

$$I = \frac{e^3}{12} = \frac{(0,96)^3}{12} = 0,073728 \text{ cm}^4/\text{cm}$$

$$\frac{E \cdot I}{r^3} = \frac{30.000 \cdot 0,073728}{(9,52)^3} = 2,564 \text{ kg/cm}^2$$

Evaluando la fórmula de Iowa, se tiene:

$$\Delta x = \frac{0,1 \cdot (1,5 \cdot 4,2 + 3,79)}{2,564 + 0,061 \cdot 70} = \frac{1,009}{6,834}$$

$$\Delta x = 0,1476 \text{ cm}$$

$$\text{Deformación relativa} = \frac{0,1476 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 0,00738 = 0,738\%$$

Por lo tanto, la deformación relativa es menor al 1%, valor bastante inferior al límite de 5%, por lo que el proyecto cumple la especificación.

Figura 15 c Valor del coeficiente C_s para cargas verticales superpuestas concentradas

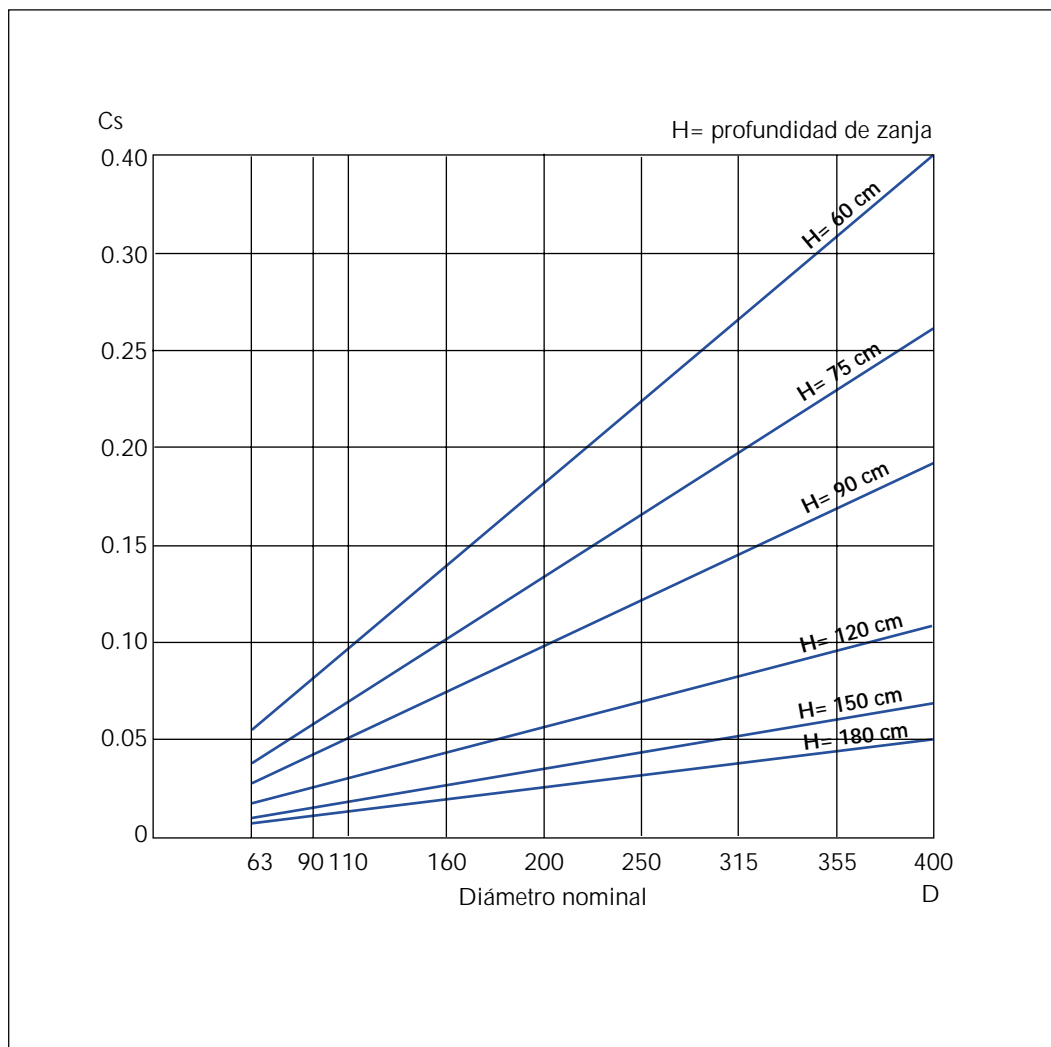


Tabla 15 d Descripción de los tipos de suelos

TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN
CLASE I	Material granular manufacturado, angular de 6 a 40 mm de tamaño, tal como chancado, gravilla.
CLASE II	
GW	Ripios y mezclas ripio-arena de buena granulometría, con poco o sin material fino. 50% o más retenido en malla N° 4. Más del 95% retenido en malla N° 200. Limpios.
GP	Ripios y mezclas ripio-arena de mala granulometría, con poco o sin material fino. 50% o más retenido en malla N° 4. Más del 95% retenido en malla N° 200. Limpios.
SW	Arenas y arenas ripiosas de buena granulometría, con pocos o sin material fino. Más del 50% pasa malla N° 4. Más del 95% retenido en malla N° 200. Limpios.
SP	Arenas y arenas ripiosas de mala granulometría, con pocos o sin material fino. Más del 50% pasa malla N° 4. Más del 95% retenido en malla N° 200. Limpios.
CLASE III	
GM	Ripios limosos, mezclas ripio-arena, limo. 50% o más retenido en malla N° 4. Más del 50% retenido en malla N° 200.
GC	Ripios arcillosos, mezclas ripio, arena, arcilla. 50% o más retenido en malla N° 4. Más del 50% retenido en malla N° 200.
SM	Arenas limosas, mezclas arena-limo. Más del 50% pasa malla N° 4. Más del 50% retenido en malla N° 200.
SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. Más del 50% pasa malla N° 4. Más del 50% retenido en malla N° 200.
CLASE IV	
ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas. Límite líquido 50% o menos. 50% o más pasa malla N° 200.
CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas ripiosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras. Límite líquido 50% o menos. 50% o más pasa malla N° 200.
MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos. Límite líquido mayor de 50%. Pasa malla N° 200 o más.
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas. Límite líquido mayor de 50%. 50% o más pasa malla N° 200.
CLASE V	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad. Límite líquido 50% o menos. 50% o más pasa malla N° 200.
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta. Límite líquido mayor de 50%. 50% o más pasa malla N° 200.
PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos.

Los suelos están definidos de acuerdo a Norma ASTM D 2487 a excepción del material Clase I, definido en Norma ASTM D 2321.

Tabla 15 e Valores del módulo de reacción del suelo E' para fórmula de IOWA

Tipo de suelo según ASTM 2321	Suelo según Unified Classification System (1)	Suelto	Sin compactación < 85% Proctor < 40% Den. rel.	Moderada 85 - 95% Proctor 40 - 70% Den.rel.	Alta >95% Proctor >70% Den. rel.
V (2)	* Suelos finos * Límite líquido > 50 * Suelos con media a alta plasticidad * CH, MH,CH-MH	No existe información. Consulte un mecánico de suelos o use E' = 0			
IV a	* Suelos finos * Límite líquido < 50 * Plasticidad media a sin plasticidad * CL, ML, ML-CL con menos de 25% de partículas gruesas	3,5	14	28	70
IV b	* Ídem anterior con más de 25% de partículas gruesas	7	28	70	140
III	* Suelos gruesos con más de 12% de finos * GM-GC, SM SC3				
II	* Gruesos con menos de 12% de finos * GW, GP, SW, SP3	14	70	140	210
I	* Chancado	70	210	210	210

(1) Designación ASTM D-2487, USBR E3

(2) En esta tabla se recomienda agregar los suelos salinos de Vallenar al Norte, los que corresponderían a una clase VI, en los cuales es válida la misma nota de los suelos V en el caso que existan filtraciones.

NOTA: Esta tabla es válida sólo para rellenos hasta 15 metros.

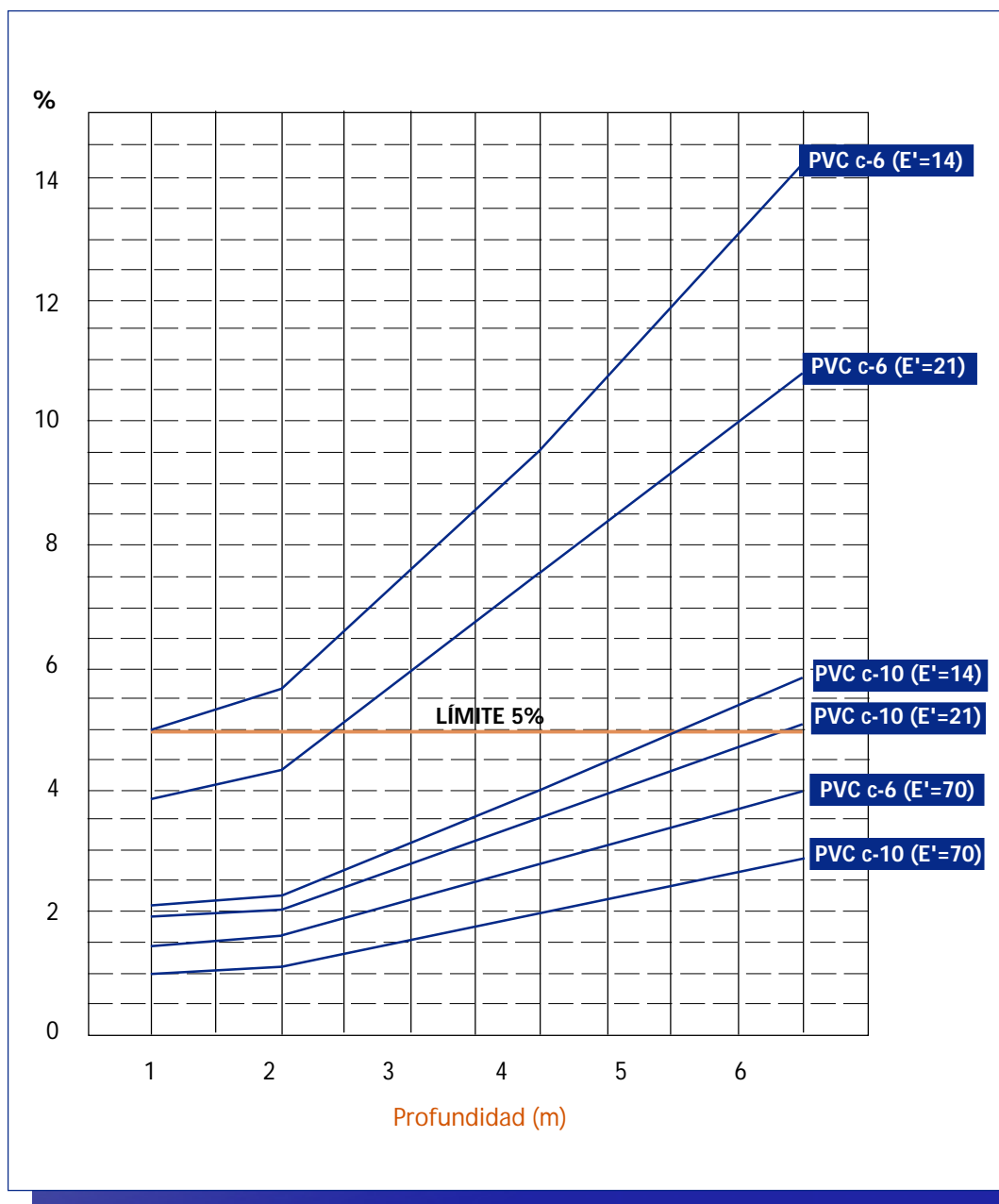
En Chile se tendrán típicamente los casos siguientes:

SUELOS TIPO II Fluvial típico del sector central y para nororiente de Santiago - La Serena - Rancagua - San Fernando - Temuco - Las arenas limpias de Valparaíso y Viña del Mar, etc.

SUELOS TIPO III Fluviales arcillosos y limosos, maicillo, piedra pómez (Pudahuel - Cerrillos), limos no saturados (Macul - Ñuñoa), migajón profundo, arenas limosas (Concepción - Coronel).

SUELOS TIPO IV Resto de los suelos finos: arcillas de Copiapó, suelos finos de Talca, trumaos de Osorno, Valdivia, etc.

Figura 15 f Deformación tuberías PVC presión (%) en función de la profundidad de enterramiento (m) para diferentes tipos de suelos E' (kg/cm²)



Química

16. RESISTENCIA QUÍMICA PVC VINILIT PRESIÓN

La resistencia química señalada en las siguientes tablas está basada en pruebas de laboratorio de los fabricantes de la materia prima y esta información es una base de recomendaciones y no una garantía.

R = Recomendado
A = Aceptable pero con pruebas adicionales.
NR = No se recomienda.
X = Sin datos.

PRODUCTO	TEMPERATURA 22°C 60°C	
Aceite de Algodón	R	R
Aceite de Castor	R	R
Aceite de Coco	R	R
Aceite de Linaza	R	R
Aceite de Lubricantes	R	R
Aceite de motores	R	R
Aceite Diesel	R	R
Aceite Mineral	R	R
Aceite Vegetal	R	R
Aceite Tall	R	R
Aceite y Grasas	R	R
Acetaldehído	NR	NR
Acetato de Amilo	NR	NR
Acetato de Butilo	NR	NR
Acetato de Etilo	NR	NR
Acetato de Plomo	R	R
Acetato de Sodio	R	R
Acetato de Vinilo	NR	NR
Acetileno	NR	X
Acetona	NR	NR
Acido Acético 80%	R	R
Acido Acético 50%	R	R
Acido Acético 20%	R	R
Acido Acético 10%	R	R
Acido Adípico	R	R
Acido Antraquinonsulfónico	R	R
Acido Arilsulfónico	R	NR
Acido Arsénico	R	R
Acido Bencensulfónico 10%	R	R
Acido Benzoico	R	R
Acido Bórico	R	R
Acido Bromhídrico 20%	R	R
Acido Brómico	R	R
Acido Butírico	NR	X
Acido Carbónico	R	R
Acido Cianhídrico	R	R
Acido Cítrico	R	R
Acido Clorhídrico 50%	R	R
Acido Clorhídrico 38%	R	R
Acido Clorhídrico 35%	R	R
Acido Cloracético 10%	R	R
Acido Clorosulfónico 100%	R	NR
Acido Creólico 50%	R	X
Acido Crómico 10%	R	R
Acido Crómico 30%	R	R
Acido Crómico 40%	R	R
Acido Crómico 10%	NR	NR
Acido Diglicólico	R	R
Acido Esteárico	R	R

PRODUCTO	TEMPERATURA 22°C 60°C	
Acido Fluorhídrico 10%	R	X
Acido Fluorhídrico 50%	R	NR
Acido Fórmico	R	NR
Acido Fosfórico 10%	R	R
Acido Fosfórico 25-50%	R	R
Acido Fosfórico 50-85%	R	R
Acido Gálico	R	R
Acido Glicólico	R	R
Acido Hipocloroso	R	X
Acido Láctico 25%	R	R
Acido Láctico 80%	R	R
Acido Láurico	R	R
Acido Linoleico	R	R
Acido Maleico	R	R
Acido Málico	R	R
Acido Metilsulfónico	R	R
Acido Muriático	R	X
Acido Nicotínico	R	R
Acido Nítrico 10%	R	R
Acido Nítrico 30%	X	X
Acido Nítrico 40%	X	NR
Acido Nítrico 50%	X	NR
Acido Nítrico 70%	NR	NR
Acido Nítrico 100%	NR	X
Acido Oleico	R	R
Acido Oxálico	R	R
Acido Oxálico 50%	R	R
Acido Palmítico	X	X
Acido Palmítico 10%	R	R
Acido Palmítico 70%	R	NR
Acido Paracético 40%	R	NR
Acido Perclórico 10%	R	R
Acido Perclórico 70%	NR	NR
Acido Picrico	NR	NR
Acido Selénico (acuoso)	R	X
Acido Silícico	R	R
Acido Sulfuroso	A	A
Acido Sulfúrico 10%	R	R
Acido Sulfúrico 50%	R	R
Acido Sulfúrico 70%	R	R
Acido Sulfúrico 93%	R	NR
Acido Sulfúrico 94%	NR	NR
Acido Tánico	R	R
Acido Tartárico	R	R
Acidos Grasos	R	R
Acrilato de Etilo	NR	NR
Aire	NR	NR
Agua Regia	NR	NR
Agua de Mar	R	R

PRODUCTO	TEMPERATURA 22°C 60°C	
Agua Potable	R	R
Alcohol Alílico 96%	R	A
Alcohol Amílico	R	R
Alcohol Butílico	R	R
Alcohol Etilico	R	R
Alcohol Metílico	R	R
Alcohol Propargílico	R	R
Alcohol Propílico	R	R
Almidón (jarabe)	R	X
Alumbre	R	R
Amoniaco (Gas)	R	R
Amoniaco - Agua 10%	R	R
Amoniaco - Agua 25%	X	X
Amoniaco Cloruro de Amonio	R	A
Anhidrido Acético	NR	NR
Anilina	NR	NR
Antraquinona	R	X
Azufre	R	R
Benceno	NR	NR
Benzoato de Sodio	R	R
Bicarbonato de Potasio	R	R
Bicarbonato de Sodio	R	R
Bicromato de Potasio	R	R
Bifluoruro de Amonio	R	R
Bisulfato de Sodio	R	R
Bisulfito de Calcio	R	R
Bisulfito de Sodio	R	R
Blanqueador (12,5% C12)	R	R
Borato de Potasio	R	R
Bórax	R	R
Bromato de Potasio	R	R
Bromo (líquido)	NR	NR
Bromuro de Etileno	NR	NR
Bromuro de Potasio	R	R
Bromuro de Sodio	R	R
Butadino	R	R
Butano	R	R
Butanol Primario o Secundario	R	R
Butanodiol	R	NR
Butil Fenol	R	NR
Butil Ftalato	X	X
Butileno	R	X
Carbonato de Amonio	R	R
Carbonato de Bario	R	R
Carbonato de Calcio	R	R
Carbonato de Magnesio	R	R
Carbonato de Potasio	R	R
Carbonato de Sodio	R	R
Celulosa	R	NR

PRODUCTO	TEMPERATURA 22°C 60°C	
Cerveza	R	R
Cianuro de Cobre	R	R
Cianuro de Plata	R	R
Cianuro de Potasio	R	R
Cianuro de Mercurio	R	R
Ciclohexano	NR	NR
Ciclohexanol	NR	NR
Clorato de Calcio	R	R
Clorato de Sodio	R	R
Cloro (Líquido)	NR	NR
Cloro (Húmedo)	A	X
Cloro (Seco)	R	R
Clorobenceno	NR	NR
Cloroformo	NR	NR
Cloruro de Alilo	NR	NR
Cloruro de Aluminio	R	R
Cloruro de Amonio	R	R
Cloruro de Bario	R	R
Cloruro de Calcio	R	R
Cloruro de Cobre	R	R
Cloruro de Etilo	NR	NR
Cloruro de Fenihidrazina	A	NR
Cloruro de Magnesio	R	R
Cloruro de Metileno	NR	NR
Cloruro de Metilo	NR	NR
Cloruro de Niquel	R	R
Cloruro de Potasio	R	R
Cloruro de Sodio	R	R
Cloruro de Tionilo	NR	NR
Cloruro de Zinc	R	R
Cloruro Estánnico	R	R
Cloruro Estannoso	R	R
Cloruro Ferroso	R	R
Cloruro Láurico	R	R
Cloruro Mercúrico	R	R
Combustible Jet	R	R
Concentrado de Cola	R	X
Cresol	NR	NR
Crotonaldehído	NR	NR
Detergentes	R	R
Dextrina	R	R
Dextrosa	R	R
Dicloruro de Etileno	NR	NR
Dicromato de Potasio	R	R
Dicromato de Sodio	A	A
Dióxido de Azufre (Húmedo)	NR	NR
Dióxido de Azufre (Seco)	NR	NR
Dióxido de Carbono	R	R
Dimeti Amina (Acuoso)	NR	NR
Disulfuro de Carbono	NR	X
Etanol	X	X
Eter Etilico	NR	NR
Etilsen Glicol	R	R
Fenol	A	X
Ferricianuro de Potasio	R	R
Ferricianuro de Sodio	R	R
Ferrocianuro de Sodio	R	R
Ferrocianuro de Potasio	R	R
Flúor (Gas Húmedo)	A	X
Fluoruro de Aluminio	R	R
Fluoruro de Amonio 25%	R	R

PRODUCTO	TEMPERATURA 22°C 60°C	
Fluoruro de Cobre	R	R
Fluoruro de Potasio	R	R
Fluoruro de Sodio	R	R
Formaldehído 50%	R	R
Fosfato Trisódico	R	R
Fosgeno (gas)	R	X
Fosgeno (Líquido)	NR	NR
Freón 11-12	R	X
Freón 22	NR	X
Frutuosa	R	R
Frutas (jugos-pulpas)	R	R
Furfural	NR	NR
Gas Natural	R	R
Gasolina	A	A
Gelatina	R	R
Ginebra	A	A
Glicerina - Glicerol	R	R
Glicol	R	R
Glucosa	R	R
Goma	R	R
Heptano	R	R
Hexano	R	X
Hexanol (Tercierio)	R	R
Hidrógeno	R	R
Hidroquinona	R	R
Hidróxido de Aluminio	R	R
Hidróxido de Amonio	R	R
Hidróxido de Bario	R	R
Hidróxido de Calcio	R	R
Hidróxido de Magnesio	R	R
Hidróxido de Potasio	R	R
Hidróxido de Sodio 15 - 30%	R	R
Hidróxido de Sodio 50 - 70%	R	R
Hipoclorito de Calcia	R	R
Jabones	R	R
Kerosén	R	R
Leche	R	R
Licor Blanco	R	R
Licor de Remolacha	R	R
Licor Negro	R	R
Tanning	R	R
Licores Verdes	R	R
Manteca (Aceite)	R	R
Metano	R	R
Mercurio	R	R
Metil - etil - cetona	R	R
Monóxido de Carbono	R	R
Metafosfato de Amonio	R	R
Nafta	R	R
Naftalina	NR	NR
Nicotina	R	R
Nitrato de Aluminio	R	R
Nitrato de Amonio	R	R
Nitrato de Calcio	R	R
Nitrato de Cobre	R	R
Nitrato de Magnesio	R	R
Nitrato de Niquel	R	R
Nitrato de Potasio	R	R
Nitrato de Sodio	R	R
Nitrato de Zinc	R	R
Nitrato Férrico	R	R

PRODUCTO	TEMPERATURA 22°C 60°C	
Nitrato Mercurioso	R	R
Nitrobenceno	NR	NR
Nitrito de Sodio	R	R
Ocenol	R	R
Oleum	NR	NR
Orina	R	R
Oscicloruro de Aluminio	R	R
Oxido de Etileno	NR	NR
Oxido Nitroso	R	R
Oxígeno	R	R
Pentóxido de Fósforo	R	X
Perborato de Potasio	R	R
Perclorato de Potasio	R	R
Permanganato de Potasio 10%	R	R
Peróxido de Hidrógeno 505	R	R
Persulfato de Amonio	R	R
Persulfato de Potasio	R	R
Petróleo Crudo	R	R
Potasa Cáustica	R	R
Propano	R	X
Soluciones Electrolíticas	R	R
Soluciones Fotográficas	R	R
Soda Cáustica	R	R
Sub. Carbonato de Bismuto	R	R
Sulfato de Aluminio	R	R
Sulfato de Amonio	R	R
Sulfato de Bario	R	R
Sulfato de Calcio	R	R
Sulfato de Cobre	R	R
Sulfato de Hidroxilamina	R	R
Sulfato de Magnesio	R	R
Sulfato de Metilo	R	A
Sulfato de Niquel	R	R
Sulfato de Potasio	R	R
Sulfato de Sodio	R	R
Sulfato de Zinc	R	R
Sulfato Férrico	R	R
Sulfito de Sodio	R	R
Sulfuro de Bario	R	R
Sulfuro de Hidrógeno	R	R
Sulfuro de Sodio	R	R
Tetra Cloruro de Carbono	R	NR
Tetra Cloruro de Titanio	A	NR
Tetra Etilo de Plomo	A	A
Tiocianato de Amonio	R	R
Tiosulfato de Sodio	R	R
Tolueno	NR	NR
Trementina	R	X
Tributil Fosfato	NR	NR
Tricloruro de Fosfato	NR	NR
Trianol amina	R	X
Trietanol Propano	A	X
Trioxio de Azufre	R	R
Urea	R	R
Vinagre	R	R
Vinos	R	R
Whisky	R	R
Xileno	NR	NR
Yodo	NR	NR



**5 Continentes
36 Países
130 Empresas
26.000 Empleados**



**En Chile
9 Empresas
2.000 Empleados**

OFICINAS CENTRALES

Santiago Av. Pdte. J. Alessandri R. 10.900 • Casilla 251 • San Bernardo Fonos: 460 5000 - 460 5007 • Fax: 460 5050
E-mail: duratec@entelchile.net • Pág. web: www.vinilit.cl
12ª región se atiende desde Santiago.

OFICINAS REGIONALES

Antofagasta 1ª, 2ª región • Barrio Industrial - A. Pedro Aguirre Cerda N° 11.158 • Fono: 21 12 05 • Fax: 21 12 07

La Serena 3ª, 4ª región • Francisco de Aguirre 066 • Fonos: 21 63 94 - 21 39 89 • Fax: 21 63 96

Viña del Mar 5ª región • Limache 3621, El Salto • Fonos: 67 14 13 - 67 14 14 • Fax: 67 05 22

Rancagua 6ª región • Almarza 126 • Fono/Fax: 23 33 00

Concepción 8ª región • Av. Gral Bonilla 2686-C, camino a Bulnes Km. 58, Sec. Ind. Palomares • Fono: 32 02 85 • Fax: 32 02 84

Temuco 9ª, 10ª, 11ª región • Rudecindo Ortega 02150 Sector Pueblo Nuevo • Fono/Fax: 22 43 11

an **Etex** GROUP company



DURATEC - VINILIT S.A.

Av. J. Alessandri R. 10.900 San Bernardo - Casilla 251

Tels.: 460 5000 - 460 5007 - Fax: 460 5050

E-mail: duratec_vinilit@duratec.cl

www.vinilit.cl