

PRONTUARIO

**INSTALACIÓN DE TUBERÍAS
PARA ABASTECIMIENTO,
RIEGO Y SANEAMIENTO
SEGÚN NORMATIVA VIGENTE**





ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Normativa	4
3. Transporte y manipulación	7
4. Recepción y apilado de los tubos en obra	8
5. Tendido de los tubos	10
6. Instalación de las tuberías	10
6.1 Seguridad	11
6.2 Tipos de instalación	11
6.3 Construcción de la zanja	14
6.3.1 Anchura	14
6.3.2 Profundidad	15
6.4 Fondo de la zanja	17
6.4.1 Perfil de la zanja	17
6.4.2 Sobreexcavación	18
6.4.3 Condiciones especiales	18
6.4.4 Cama de apoyo	19
6.5 Procedimiento de instalación	21
6.5.1 Manipulación	21
6.5.2 Instalación	21
6.5.3 Unión de los tubos	21
6.5.4 Cambio de alineación. Desviación angular	23
6.5.5 Relleno de la zanja y compactación	25
6.6 Anclajes y conexión a estructura rígida	31
6.6.1 Anclajes	31
6.6.2 Conexión a estructura rígida	35
7. Instalación sobre apoyos aislados	36
8. Pruebas en obra	39
8.1 Pruebas de presión	39
8.2 Pruebas de estanquidad	41
8.3 Pruebas sin presión (saneamiento o conducciones en lámina libre)	43
9. Asistencia técnica	45
10. Anejo	45

1.- INTRODUCCIÓN.

La instalación de tuberías para abastecimiento, riego y saneamiento debe ser planificada y realizada según normas de buena ejecución, pliegos de prescripciones técnicas o códigos de buena práctica. Ello redundará en un óptimo funcionamiento durante toda la vida útil de la instalación.

En el presente documento se recogen, en forma resumida, aquellas instrucciones y recomendaciones que la normativa vigente define para las diferentes fases que componen el proceso completo de instalación de una tubería, desde la manipulación para su carga en fábrica, hasta las pruebas preceptivas en obra una vez finalizada la instalación de la misma.

2.- NORMATIVA.

La normativa española que define las instrucciones a tener en cuenta en el transporte, manipulación, descarga, instalación y pruebas de las tuberías es la siguiente:

- **UNE-EN 805-Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes (Diciembre 2000).**
 - Establece las especificaciones generales para las redes de abastecimiento de agua exteriores a los

edificios, incluyendo conducciones principales, secundarias y acometidas de agua.

- UNE-EN 1610-Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento (Septiembre 1998).

- Es aplicable para la instalación y prueba de las acometidas y redes de saneamiento que normalmente están enterradas y generalmente funcionan en lámina libre.

- UNE-ENV 1046-Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Sistemas de conducción de agua o saneamiento en el exterior de la estructura de los edificios. Práctica recomendada para la instalación aérea y enterrada (Julio 2001).

- Aplicable para la instalación de sistemas de canalización en materiales plásticos utilizados en la conducción de agua o de saneamiento por gravedad y por presión para instalaciones aéreas o enterradas.

- UNE-ENV 1452-6-Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Parte 6: Práctica recomendada para la instalación (Junio 2002).

- Recomendaciones prácticas para la instalación de tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) cuando se utilicen en sistemas de canalización para conducción de agua a presión.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones del M. O. P. U aprobado el 15 Septiembre de 1986.

- De aplicación en la realización de suministros, explotación de servicios o ejecución de las obras y colocación de los tubos, uniones y demás piezas especiales necesarias para formar conducciones de saneamiento.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del M.O.P.U aprobado el 28 Julio de 1974.

- De aplicación en la prestación a contratar, realización del suministro, explotación del servicio o ejecución de las obras y colocación de los tubos, uniones, juntas, llaves y demás piezas especiales necesarias para formar las conducciones de abastecimiento y distribución de agua potable a presión.

- Guía Técnica sobre Tuberías para el transporte de agua a Presión editada por el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas en Diciembre 2002).

- Incluimos asimismo como documento de referencia la Guía Técnica del CEDEX que, aunque no tiene carácter normativo, sí recoge en su capítulo 5 las instrucciones a seguir en la instalación de tuberías de Abastecimiento.

Para facilitar la lectura del presente documento, de ahora en adelante cuando nos refiramos a las normas y pliegos citados, lo haremos en la forma abreviada siguiente: EN 805, EN 1610, ENV 1046, ENV 1452, Pliego MOPU Sto., Pliego MOPU Abto., y Guía CEDEX.

3.- TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN.

Las instrucciones a seguir vienen recogidas en el **Pliego MOPU Sto.** (apdo. 12.2), **Pliego MOPU Abto.** (apdo.10.1), **EN 805** (apdo.10.1.3), **EN 1610** (apdo. 8), **ENV 1046** (apdo. 4) y **Guía CEDEX** (apdo. 5. 2). Se resumen en:

En el transporte y en las operaciones de carga y descarga de tubos se evitarán los golpes siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitarán rodarlos sobre piedras, y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes.

No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables o ganchos desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el tubo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del tubo no quede dañada. Es conveniente la suspensión por medio de eslingas de cinta ancha.

La información e instrucciones dadas por los fabricantes de los componentes, con vistas a evitar todo daño, degradación y contaminación, deben ser observadas de forma estricta.



Fig. 1 - Descarga de tubos



Fig. 2 - Descarga de tubos

4.- RECEPCIÓN Y APILADO DE LOS TUBOS EN OBRA.

Las instrucciones a seguir están recogidas en **EN 1610** (apdo. 8.1 y 8.2), **ENV 1046** (apdo. 4.4) y **Guía CEDEX** (apdo. 5.2). Se resumen en:

A la llegada de los camiones a obra debe recepcionarse el cargamento detenidamente, observando si el acondicionamiento ha sufrido algún deterioro por afloje de amarres, pérdida de protecciones entre tubos y cables, estado de las uniones, etc.

El material que ofrezca dudas sobre la procedencia de su utilización deberá ser apartado a un lugar que esté perfectamente diferenciado del resto del material evitando cualquier posible confusión.

Los tubos deberán ser apilados sobre superficies planas (no deben incidir sobre el tubo cargas puntuales) y deben ser protegidos de daños mecánicos. Las mismas camas sobre las que se transporta el tubo deben ser utilizadas como base para su acopio en obra o separación entre filas de tubos.

Se deben respetar las indicaciones del fabricante y los requisitos de las normas del producto.

En el caso de tuberías plásticas, cuando por causas inevitables los tubos tengan que permanecer en obra un tiempo prolongado (por ejemplo más de tres meses), deberán ponerse a cubierto o taparlos con material plástico transpirable (rafia o film perforado) y opaco.



Fig. 3 - Apilado de tubos en obra

5.- TENDIDO DE LOS TUBOS.

Las instrucciones a seguir están recogidas en la norma **EN 1610** (apdo. 8.5). Se resumen en:

El tendido de tuberías debe comenzar en el extremo de aguas abajo de cada tramo, colocando normalmente las tuberías con las embocaduras hacia aguas arriba. Las tuberías deben instalarse sobre el trazado y a las cotas dadas en el perfil longitudinal, teniendo en cuenta las tolerancias especificadas en el proyecto.

Los tramos de la traza deben elegirse de tal forma que se consigan trayectos lo más rectos posible. Los cambios de dirección influyen en una mayor pérdida de carga por rozamientos. Las contrapendientes o puntos altos deben evitarse, pero si existieran deberá preverse ventosas que permitan la salida del aire. En los puntos bajos serán necesarios los correspondientes desagües.

6.- INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS.

Las instrucciones a seguir están recogidas en **EN 805**, **EN 1610**, **ENV 1046**, en los **Pliegos del MOPU** de Abastecimiento y Saneamiento y **Guía CEDEX** (apdo. 5.3).

Dentro del concepto amplio de "Instalación" se considera una serie de subapartados que se irán definiendo siguiendo la normativa citada.

6.1.- SEGURIDAD.

De acuerdo con las normas **EN 805** (apdo. 10.1.4), **ENV 1046** (apdo. 5.1.4.1) y **Guía CEDEX** (apdo. 5.3.1.5) en la construcción de la zanja debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Los trabajos en zanja se realizan en unas condiciones de riesgos potenciales.

Cuando sea apropiado, deben apuntalarse, encofrarse, entibarse, inclinarse o sostenerse las paredes de la zanja para proteger a cualquier persona dentro de la misma. Deben tomarse las precauciones necesarias para evitar la caída de objetos en la zanja, o su colapso causado por la posición o los movimientos de maquinaria o equipos adyacentes, especialmente cuando la zanja esté ocupada.

El material excavado se depositará a una distancia no inferior a 0,5 m del borde de la zanja, y la proximidad y altura de los taludes no deberá poner en peligro la estabilidad de la excavación.

6.2.- TIPOS DE INSTALACIÓN.

De acuerdo con **EN 1610** (apdo. 5), **ENV 1046** (apdo. 5.1.3.3) y **Pliegos del MOPU** de Abastecimiento y Saneamiento, a continuación se exponen los 3 tipos de instalación que se consideran:

Tipo 1) Instalación en zanja o bajo terraplén. Comprende la instalación en zanja estrecha, zanja ancha o en terraplén siendo:

H, la altura de recubrimiento por encima de la generatriz superior del tubo.

B, la anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior del tubo.

β , ángulo de inclinación de las paredes de la zanja.

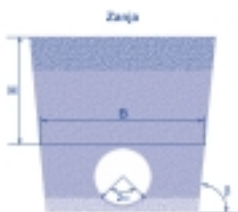


Fig. 4 - Conducción en zanja

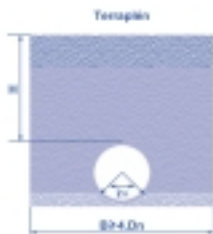


Fig. 5 - Conducción bajo terraplén

Tipo 2) Instalación en zanja terraplenada, siendo:

H, la altura de recubrimiento por encima de la generatriz superior del tubo hasta el nivel del suelo natural.

H_1 , la altura de recubrimiento desde la generatriz superior del tubo hasta la base de terraplénado.

H_2 , la altura del recubrimiento en terraplén.
 B , la anchura de la zanja al nivel de la generatriz superior del tubo.
 β , ángulo de inclinación de las paredes de la zanja

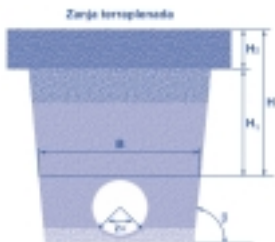


Fig. 6 - Conducción en zanja terraplénada

Tipo 3) Instalación de dos conducciones en la misma zanja. Los datos son los mismos que para los casos Tipo 1 y Tipo 2.

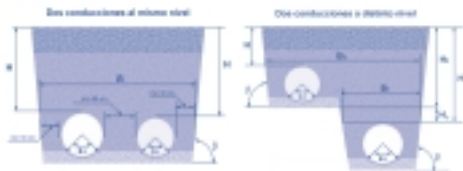


Fig. 7 - Conducciones dobles al mismo y a distinto nivel

6.3.- CONSTRUCCIÓN DE LA ZANJA.

6.3.1) Anchura de la zanja. EN 805 apdo. 10.2, ENV 1046 apdo. 5.1.4.2. Deberá ser tal que permita realizar la unión del tubo en la zanja y compactar el relleno en la zona de los riñones del tubo.

En la tabla siguiente se indican los anchos de zanja (cota B1 en figs. 4 a 7) en función del diámetro exterior del tubo OD (de acuerdo con EN 1610, apdo. 6.2.2).

Tabla 1, Anchura mínima de zanja en relación con el diámetro nominal (DN) de la tubería

DN (mm)	Anchura mínima de zanja (OD + x), metros		
	Zanja entibada	Zanja sin entibar	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD + 0,40	OD + 0,40	
$> 225 \text{ a } \leq 350$	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
$> 350 \text{ a } \leq 700$	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
$> 700 \text{ a } \leq 1.200$	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40
> 1.200	OD + 1,0	OD + 1,0	OD + 0,40

OD es el diámetro exterior de la tubería en metros.
 β es el ángulo de la pared de la zanja sin entibar medido desde la horizontal.

La anchura de la zanja no deberá sobrepasar la máxima especificada en el cálculo estructural.

Los sistemas de canalizaciones paralelas dispuestos en el interior de una zanja común deben espaciarse suficientemente para permitir el paso de un equipo de compactación destinado a compactar el material de relleno de la zona entre los tubos. Para tener la seguridad de que se alcanza la compactación requerida, se recomienda que la distancia libre mínima entre tubos sea, de al menos 50 cm, evitando el riesgo de dañar la tubería con el equipo de compactación.

El material de relleno de la zona entre los tubos debe compactarse con la misma clase de compactación que el material entre el tubo y la pared de la zanja.

En el caso de sistemas de canalización paralelos instalados en el interior de una zanja en escalera, el material de relleno de la zona del tubo debe ser granular y debe compactarse hasta alcanzar un grado de compactación igual o superior al 97% P. N.

6.3.2) Profundidad de la zanja (Pliego MOPU Sto. apdo. 12.3.1).

La profundidad mínima de la zanja se determinará de forma que las tuberías resulten protegidas de los efectos del tráfico, de la temperatura exterior y de las cargas externas.

Para ello, el Proyectista deberá tener en cuenta la situación de la tubería (según sea bajo calzada o lugar de tráfico más o menos intenso, o bajo aceras o lugar sin tráfico), el tipo de relleno, la pavimentación si existe, la forma y calidad del lecho de apoyo, la naturaleza de las tierras etc.

Como norma general, **bajo las calzadas o en terreno de tráfico rodado posible, la profundidad mínima será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a 1 metro de la superficie; en aceras o lugares sin tráfico rodado puede disminuirse este recubrimiento a 60 centímetros.**

El material procedente de la excavación que no sea apropiado para la colocación de la tubería deberá ser separado y almacenado en lugar aparte, para así asegurarse que la tubería descansa sobre terreno apropiado, que permita un buen asiento del tubo. Antes de bajar el tubo a la zanja es necesario realizar una sobreexcavación para el alojamiento de la junta en el fondo de la zanja y permitir el correcto ensamblaje asegurando que el peso del tubo lo soporta el propio tubo y no el manguito o copa. Esta sobreexcavación no debe ser más larga de lo necesario. **Aproximadamente será tres veces la longitud del manguito o copa y debe rellenarse, al hacer el tapado, con material de igual densidad que el resto del relleno alrededor del tubo.**

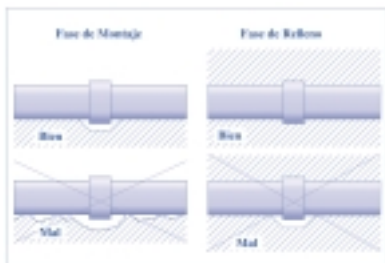


Fig. 8 - Huecos para juntas

6.4.- FONDO DE LA ZANJA (ENV 1046 apdo. 5.1.4.4, Pliego MOPU Sto. apdo. 12.3.4 y Guía CEDEX apdos. 5.3.1.2 y 5.3.3).

6.4.1) Perfil de la zanja.

La superficie nivelada de la zanja debe ser continua, uniforme y libre de partículas más gruesas que las especificadas en la Tabla 2 en función del diámetro del tubo.

Tabla 2, Tamaño máximo de partícula

Diámetro Nominal DN (mm)	Dimensión máxima (mm)
DN < 100	15
$100 \leq \text{DN} < 300$	20
$300 \leq \text{DN} < 600$	30
$600 \leq \text{DN}$	40



Fig. 9 - Rasanteo y anchura de la base de la zanja

6.4.2) Sobreexcavación.

Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme. Si quedan al descubierto elementos rígidos tales como piedras, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. Este relleno se efectuará preferentemente con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que su tamaño no exceda de 20 mm. Se evitará el empleo de tierras inadecuadas. Estos rellenos se compactarán hasta un 95% Proctor Normal y se regularizará la superficie.

6.4.3) Condiciones especiales.

Cuando el suelo no sea estable, constituye una buena solución el empleo de geotextiles.

Entre las condiciones especiales que pueden presentarse durante la instalación, figura el estancamiento de agua o el recorrido de venas de agua por el fondo de la zanja, o la rápida tendencia al desprendimiento del fondo de la zanja. En estos casos se elimina el agua por medio de puntos drenantes hasta que el tubo haya sido instalado y relleno la zanja hasta la altura suficiente para evitar la flotación de la conducción o el colapso de la zanja.

La granulometría del relleno envolvente del tubo, cama de apoyo y material del apoyo debe ser tal que, en condiciones saturadas, los finos de estas zonas no puedan migrar al suelo vecino del fondo de la zanja o paredes, y el material del fondo de la zanja o paredes no migre dentro de esas zonas. Cualquier migración o movimiento de partículas de una zona a otra puede originar la pérdida del apoyo necesario o del soporte lateral del tubo, o ambos. La migración de materiales finos puede evitarse utilizando un geotextil.

Cuando el suelo sea poco resistente o blando debe reforzarse el fondo de la zanja antes de la instalación de la cama de apoyo utilizando un entramado de madera, de hormigón armado o geotextiles.

6.4.4) Cama de apoyo.

Un tubo necesita un soporte uniforme para toda su longitud y ésta es la misión que realiza la cama de apoyo.

Para proporcionar un soporte uniforme, la cama de apoyo deberá tener un espesor de $(10 + DN/10)$ cm y mínimo 10 cm.

El material de la cama debe ser granular, como grava, arena o piedra machacada. El material de la cama debe distribuirse uniformemente a lo ancho de toda la zanja y nivelarse al perfil de la canalización sin compactar.

En terrenos con nivel freático alto se utilizará material granular, grava o piedra machacada libre de finos, de tamaño de grano comprendido entre 8 y 16 mm para diámetros de tubería hasta DN 400 mm, y de 16 a 30 mm para diámetros mayores. En algunos casos se deberá utilizar una tubería de drenaje situada en el fondo de la zanja, de un diámetro tal que garantice la evacuación de las aguas subterráneas.

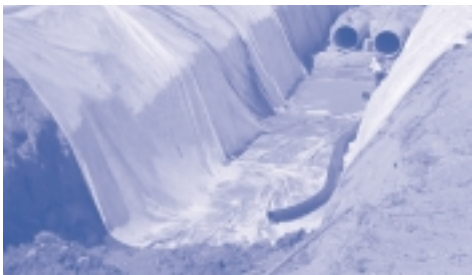


Fig. 10 - Extendido de la cama de apoyo con utilización de geotextil y tubería de drenaje

6.5.- PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN (Pliego MOPU Sto. apdo. 12.4.3 y ENV 1046 apdo. 5.1.5).

6.5.1) Manipulación.

Los tubos se almacenarán y manipularán de forma que se evite cualquier daño. Se inspeccionará cuidadosamente cada tubo, especialmente las uniones, para evitar daños antes de la instalación.

6.5.2) Instalación.

Se tenderá el tubo en la zanja de forma que se sitúe uniformemente sobre la cama de apoyo en toda su longitud.

6.5.3) Unión de los tubos.

Tanto **los tubos como las juntas deben estar limpios, exterior e interiormente**, y deben ser comprobados antes de su instalación para verificar que no quedan residuos de tierras interpuestos entre los labios de la junta de goma.

En los extremos del tubo y las juntas debe aplicarse **jabón lubricante para juntas especialmente diseñado para facilitar el deslizamiento de tubo y junta durante la operación de montaje. Solamente debe utilizarse el lubricante recomendado por el fabricante. Cualquier otro tipo de lubricante puede ser perjudicial por atacar el material de la junta. Nunca se utili-**

zarán grasas o aceites minerales.

A continuación se procederá al centrado y perfecta alineación de los tubos, realizando la unión del tubo con su precedente empujando desde su extremo mediante palanca (figura 11), con tráctel (figuras 12 y 14), con la cuchara de la excavadora (figura 13) o con las eslingas (figura 15)



Fig. 11 Unión de tubos con palanca



Fig. 12 Unión de tubos con tráctel



Fig. 13 Unión de tubos con la cuchara de la excavadora



Fig. 14 - Unión de tubos mediante tráctel



Fig. 15 - Utilización de eslingas en la unión con pala mecánica

6.5.4) Cambio de alineación.

Durante la instalación, la dirección del tubo puede cambiarse en la junta hasta el ángulo máximo indicado por el fabricante.

En el caso de Tubos de PVC rígido **adequa®**, la desviación angular y el desplazamiento (ENV 1452-6 apdo. 7) son los siguientes:

Diámetro Nominal DN (mm)	Desviación angular máxima α	Desplazamiento máximo H (mm) (para tubos de 6 m de longitud)
$63 \leq DN \leq 630$	1°	104

En el caso de Tubos de PVC Orientado URATOP, la desviación angular y el desplazamiento son los siguientes:

Diámetro Nominal DN (mm)	Desviación angular máxima α	Desplazamiento máximo H (mm) (para tubos de 6 m de longitud)
$110 \leq DN \leq 400$	2°	209

En el caso de Tubos Corrugados de PVC SANECOR, la desviación angular y el desplazamiento son los siguientes:

Diámetro Nominal DN (mm)	Desviación angular máxima α	Desplazamiento máximo H (mm) (para tubos de 6 m de longitud)
DN 160	6°	628
DN 200	5°	523
DN 250	4°	419
DN 315	3°	314
$400 \leq DN \leq 1.000$	1°	104

En el caso particular de los tubos de poliéster centrifugado *adequa*[®], el sistema de unión mediante manguito hace posible conseguir variaciones en la alineación sin necesidad de piezas especiales, dependiendo del DN del tubo, según la siguiente tabla:

Diámetro Nominal DN (mm)	Desviación angular máxima α	Desplazamiento máximo H (mm) (para tubos de 6 m de longitud)
DN \leq 500	3°	314
500 < DN \leq 900	2°	209
900 < DN \leq 1.800	1°	104
DN > 1.800	0,5°	52

El cambio de alineación en el montaje, se realiza instalando los tubos en línea recta y girándolos posteriormente hasta, como máximo, el ángulo indicado en la tabla anterior, según diámetro (*Figura 16*). En función de la presión interior (si la hubiera) y del radio de curvatura, tendrán que preverse dados de anclaje en la instalación.

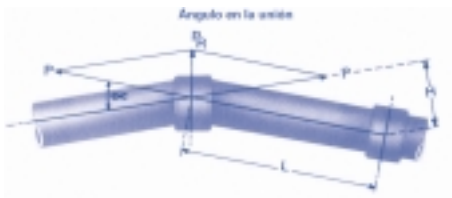


Fig. 16 - Desviación angular durante el montaje

La secuencia del montaje en curva se detalla en la figura 17.

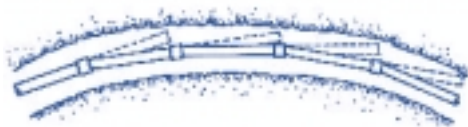


Fig. 17 - Montaje en curva

En instalaciones con presión, estos dados de anclaje deberán ser calculados y diseñados con especial atención para evitar daños en la instalación durante su puesta en marcha o explotación.

De igual manera, tendrán que preverse dados de hormigón para anclaje de los tubos cuando se trate de instalaciones aéreas y/o con pendientes pronunciadas.

6.5.5) Relleno de la zanja y Compactación (EN 1610 apdo 11, ENV 1046 apdo. 5.1.6, ENV 1452 apdo. 10.2, Pliego MOPU Sto. apdo. 9.12 y 12.4.4, Pliego MOPU Abto. apdo. 10.3.8 y Guía CEDEX apdo. 5.3.4).

De forma gráfica, en la figura 18, se describen las distintas capas que intervienen en el relleno y su compactación.

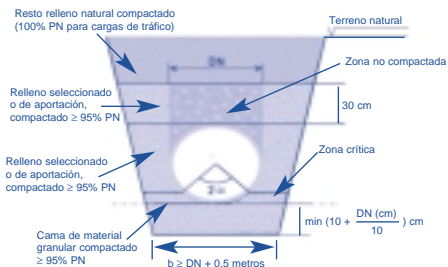


Fig. 18 - Relleno y compactación de la zanja

Procedimiento básico:

Se situará el relleno de la zona del tubo en capas de 15 a 25 cm sobre cada lado del tubo y se compactarán los laterales del mismo, nunca sobre el tubo, hasta unos 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo, con un grado de compactación no menor del 95% Proctor Normal o hasta que su densidad relativa sea mayor del 70% si se tratase de material no coherente o libremente drenante.

En la figura 19 se detalla (según ENV 1452) cómo debe ser la compactación a partir de 300 mm por encima de la generatriz superior del tubo.



Fig. 19 - Compactación de la zanja

Las restantes capas, hasta la cota del terreno, se compactarán al 100% Proctor Normal y podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a 20 mm.

Durante las operaciones de instalación, es necesario tomar precauciones para evitar la flotación del tubo, así como el desplazamiento del tubo mientras se

sitúa el material debajo de los riñones.

En el proceso de llenado de la zanja, se protege el tubo de caídas de objetos y de impactos directos del equipo de compactado o de otras fuentes de daños potenciales. Cuando el relleno está siendo compactado hasta la superficie del suelo, no debe utilizarse el equipo de compactado directamente por encima del tubo hasta que se haya realizado un relleno suficiente. No deben emplearse equipos de rodillos o pisones prensados para consolidar el relleno final, a menos que los fabricantes del tubo y del equipo recomienden su empleo. En este caso, debe dejarse, al menos, el mínimo espesor sobre la parte superior del tubo dado en la tabla 3, o, si los fabricantes de tubo y del equipo lo recomiendan, un espesor superior, antes de utilizar este equipo de consolidación.

En la compactación del relleno de la zanja, desde la cama hasta 30 cm sobre la generatriz superior del tubo, se deben usar pisones vibradores mecánicos ligeros (peso máximo en funcionamiento de 0,30 kN), o placas vibratorias ligeras (peso máximo en régimen de funcionamiento de 1 kN), y con la profundidad de compactación adecuada.

Equipo	Número de pasadas para la clase de compactación		Espesor máximo de capa, en metros, después de compactación para clase de suelo				Espesor mínimo por encima de la parte superior del tubo, antes de la compactación m
	Buena	Moderada	1	2	3	4	
Apisonado a mano o a pie mín. 15 kg.	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Apisonado por vibración mín. 70 kg.	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Placa vibrante mín. 50 kg.	4	1	0,10	-	-	-	0,15
mín. 100 kg.	4	1	0,15	0,10	-	-	0,15
mín. 200 kg.	4	1	0,20	0,15	0,10	-	0,20
mín. 400 kg.	4	1	0,30	0,25	0,15	0,10	0,30
mín. 600 kg.	4	1	0,40	0,30	0,20	0,15	0,50
Rodillo vibrador mín. 15 kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20	-	0,60
mín. 30 kN/m	6	2	0,60	0,50	0,30	-	1,20
mín. 45 kN/m	6	2	1,00	0,75	0,40	-	1,80
mín. 65 kN/m	6	2	1,50	1,10	0,60	-	2,40
Doble rodillo vibrador mín. 5 kN/m	6	2	0,15	0,10	-	-	0,20
mín. 10 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,15	-	0,45
mín. 20 kN/m	6	2	0,35	0,30	0,20	-	0,60
mín. 30 kN/m	6	2	0,50	0,40	0,30	-	0,85
Triple rodillo pesado (sin vibración) mín. 50 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,20	-	1,00

Tabla 3 - Espesores de capa recomendados y número de pasadas de compactación

Debe tenerse cuidado de compactar el material debajo de los riñones del tubo.

Debe reducirse al mínimo la caída libre del relleno sobre la parte superior del tubo.

No se recomienda utilizar como relleno materiales con alto contenido de componentes orgánicos, ni instalar las tuberías en suelos orgánicos o poco estables (limos, margas, turbas, etc), sin tomar

precauciones especiales (encepados, base continua de hormigón armado, empleo de geotextiles, etc.)

Para alturas de relleno comprendidas entre 0,3 m y 1 m sobre la generatriz superior del tubo es posible compactar con un pisón vibratorio mediano (peso máximo en régimen de funcionamiento de 0,6 kN) o una placa vibratoria (peso máximo en régimen de funcionamiento de 5 kN).

Los compactadores pesados se permiten a partir de una altura de relleno sobre la generatriz superior de la tubería de aproximadamente 1 m.

En tanto las obras no hayan terminado se deberán



Fig. 20 - Compactación del relleno en los laterales

evitar cargas mayores (por ejemplo, tránsito de vehículos pesados, incluidos los de obra).

Cuando exista una zanja entibada, la entibación deberá ser retirada tramo a tramo según se vayan realizando las operaciones de relleno y compactación, que en este tipo de instalación debe realizarse necesariamente por tongadas. Los desmoronamientos y asentamientos de la zanja influyen en las cargas que soporta el tubo y por tanto deben ser evitados.

Al retirar la entibación deberá comprobarse que la compactación del material de relleno haga unión cohesiva con la superficie natural de la pared de la zanja.

En cualquier caso, la retirada de la entibación y la compactación del relleno deberá estudiarse para cada obra en particular y realizarse según lo especificado en proyecto.

6.6.- ANCLAJES Y CONEXIÓN A ESTRUCTURA RÍGIDA.

6.6.1) Anclajes (ENV 1452, Pliego MOPU Abto. apdo. 10.5 y Guía CEDEX apdo. 5.7).

Una vez montados los tubos y las piezas, se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación y en general todos aquellos elementos que estén sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

En los puntos de la conducción donde se encuentren cambios de dirección, horizontales o verticales, reducciones de sección, ventosas, acometidas o derivaciones, cierres terminales, etc., es necesario construir anclajes para impedir el desplazamiento debido al empuje provocado por la presión interior.

En instalaciones de fuertes pendientes, el montaje se debe realizar en sentido ascendente, previendo anclajes transversales para impedir el deslizamiento de la conducción. Se recomienda poner los anclajes sobre tubos cortos para asegurar la flexibilidad de la instalación.

La forma y dimensiones de los macizos de hormigón utilizados en los anclajes dependen de la forma del elemento a anclar, del empuje provocado por la presión interior, de la resistencia del terreno, y de las restantes solicitaciones.

En el caso de curvas verticales, el anclaje debe llevar zunchos de pletina incrustada en la masa del hormigón y convenientemente protegidos contra la

corrosión. El anclaje no debe jamás bloquear la conducción, sino simplemente oponerse al empuje generado por la presión interior, en una dirección bien determinada. Las juntas a ambos lados del elemento anclado deben permanecer accesibles.

Para determinar las dimensiones de cada anclaje, es necesario calcular el esfuerzo resultante del empuje correspondiente a la presión máxima prevista para las pruebas en obra y tener en consideración la resistencia del terreno.

Antes de proceder a una prueba de presión, todos los anclajes deben haber obtenido la resistencia adecuada.

En caso de necesidad pueden utilizarse cementos de fraguado rápido.

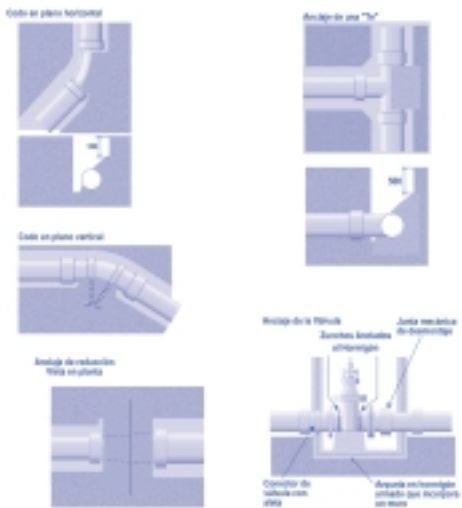


Fig. 21 - Diversos tipos de anclajes de hormigón



BIEN



MAL

Fig. 22 - Anclajes en codos

6.6.2) Conexión a estructura rígida (ENV 1046 apdo. 5.1.5.4).

Cuando una canalización entre o salga de una estructura, tal como un edificio, arqueta, pozo, boca de entrada o bloque de anclaje, tiene que preverse medios para un asentamiento diferencial tolerable. Las uniones típicas a las estructuras rígidas se muestran en las figuras 21 y 22. Cuando el sistema de canalización utilice uniones flexibles, éstas deben montarse como se indica en la figura 23 ó 24.

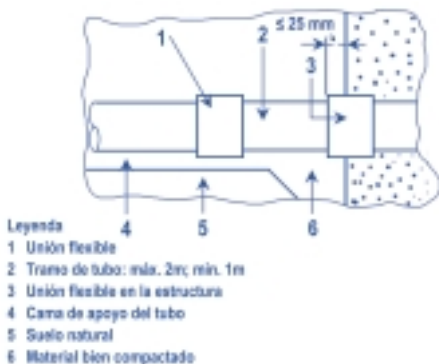


Fig. 23 - Conexión a estructura rígida con unión flexible

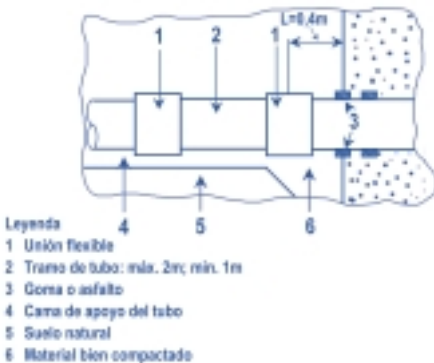


Fig. 24 - Conexión a estructura rígida con goma o asfalto

7.- INSTALACIÓN SOBRE APOYOS AISLADOS.

En el caso de instalación de tuberías aéreas, sin presión, colocadas sobre apoyos aislados, la distancia entre estos no debe superar normalmente los 3 m. Para pequeños diámetros que vayan a soportar presión interna la distancia entre apoyos no debería exceder de 2 m, según la presión.

En la mayoría de los casos será suficiente un ángulo de apoyo de 120° y un ancho de asiento de 20 cm. En cualquier caso, al proyectar la construcción de los apoyos

tendrán que tenerse en cuenta los esfuerzos longitudinales o transversales. Igualmente deben tomarse precauciones adecuadas contra vientos, choques, hundimientos, etc.

Tipos de soportes (ENV 1046 apdo. 5.3.1.3).

- **Soportes continuos.** Los soportes continuos pueden fabricarse de varios materiales, como hormigón, acero o madera siempre que sea suficientemente robusto y que comprenda un soporte de silla de montar o en forma de V para sustentar el tubo. Un ejemplo de un soporte continuo viene dado en la figura 25.

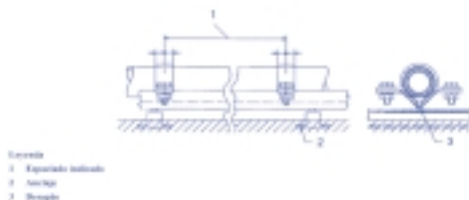


Fig. 25 - Soporte continuo típico

El tubo debe fijarse sobre el soporte por medio de clips o abrazaderas que deben permitir que el tubo se deslice libremente. El soporte debe tener una superficie lisa para evitar el desgaste del tubo y, cuando proceda, debe suministrarse una resistencia adicional a los cambios

de dirección para resistir el empuje.

Para permitir un apoyo uniforme del tubo sobre el soporte se debe interponer una cama de fieltro bituminoso, banda de neopreno, u otro material flexible e imputrescible con un espesor de al menos 5 mm. Los tubos deben fijarse al apoyo con ayuda de zunchos de pletina protegidos contra la corrosión, e interponiendo igualmente un elemento separador flexible.

- **Soportes aislados.** En la figura 26 se dan ejemplos de soportes aislados que pueden utilizarse. Deben adoptarse disposiciones que permitan el movimiento.



Soportes individuales



Soportes individuales

Soportes pasados

Legenda
1 Distancia 3 Tirante
2 Junta 4 Tuerca

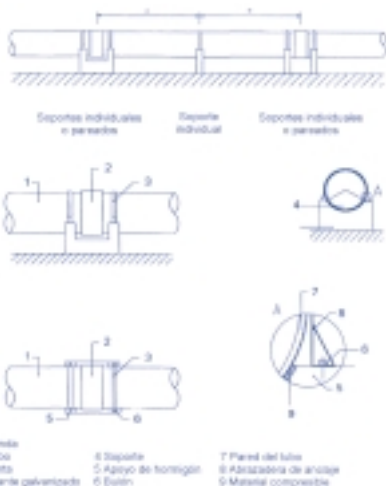


Fig. 26 - Soportes aislados típicos

8.- PRUEBAS EN OBRA.

8.1.- PRUEBAS DE PRESIÓN.

Para tuberías de abastecimiento de agua con presión las pruebas preceptivas de presión se realizarán según el Pliego del MOPU de 1974.

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud aproximada a los 500 m pero en el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del 10% de la presión de prueba establecida.

Esta prueba es un ensayo hidrostático que se debe realizar únicamente cuando la tubería está instalada y tapada parcialmente con la compactación debida. Antes de someter la instalación a presión, la tubería deberá estar totalmente llena de agua.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba con una velocidad de llenado inferior a 0,5 m/s, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para la expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará

en el punto más bajo de la tubería a ensayar.

La presión interior de prueba en zanja de la tubería será tal que se alcance, en el punto más bajo del tramo en prueba 1,4 veces la presión máxima de trabajo (suma de la máxima presión de servicio más la sobrepresión, incluido el golpe de ariete), siempre inferior a la presión nominal, en el punto de más presión. La presión se hará subir lentamente de forma que el incremento de la misma no supere 1 kg/cm² por minuto.

Una vez obtenida la presión, se parará durante 30 minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acusase un descenso superior a raíz cuadrada de "p" quintos ($\sqrt{p/5}$), siendo p la presión de prueba en zanja en kilogramos por centímetro cuadrado. Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados repasando las juntas que pierda agua, cambiando si es preciso algún tubo, de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la magnitud indicada.

Las impulsiones de saneamiento se tratarán como una tubería a presión, aplicándosele todo lo indicado anteriormente.

8.2.- PRUEBAS DE ESTANQUIDAD.

Para tuberías de abastecimiento de agua con presión las pruebas preceptivas de estanquidad se realizarán

según el Pliego del MOPU de 1974.

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior, deberá realizarse la de estanquidad.

La presión de prueba de estanquidad será la máxima estática que exista en el tramo de la tubería objeto de prueba.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanquidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanquidad será de dos horas, y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V = K.L.D$$

en la cual:

V = pérdida total en la prueba en litros.

L = longitud del tramo objeto de la prueba en metros.

D = diámetro interior, en metros.

K = coeficiente dependiente del material.

según la siguiente tabla:

Hormigón en masa	K = 1,000
Hormigón armado con o sin camisa	K = 0,400
Hormigón pretensado	K = 0,250
Fibro cemento	K = 0,350
Fundición	K = 0,300
Acero	K = 0,350
Plástico	K = 0,350

De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasadas, se repararán todas las juntas y tubos defectuosos; así mismo se reparará cualquier pérdida de agua apreciable, aún cuando el total sea inferior al admisible.

8.3.- PRUEBAS SIN PRESIÓN (SANEAMIENTO O CONDUCCIONES EN LÁMINA LIBRE).

El objeto de probar un sistema de tubería sin presión (saneamiento o conducciones en lámina libre) es asegurarse de que la tubería se ha colocado con una pendiente adecuada y que es estanca en todas las juntas, accesorios y registros.

En caso de redes de alcantarillado, se deben probar:

1. Las conducciones de la red por gravedad.
2. Los colectores por gravedad.

Para estos dos casos (conducciones y colectores por gravedad), **la prueba se realizará siguiendo las directrices del Pliego del MOPU de 1986 para Tubería de Saneamiento.**

Pruebas por tramos: se deberá probar al menos el 10% de la longitud total de la red.

Una vez colocada la tubería de cada tramo, construidos los pozos y antes del relleno de la zanja, se deberá realizar la prueba de la tubería.

La prueba se realizará obturando la entrada de la tubería en el pozo de aguas abajo y cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua; se llenará completamente de agua la tubería y el pozo de aguas arriba del tramo a probar.

Transcurridos 30 minutos del llenado, se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no ha habido pérdida de agua.

Si se aprecian fugas durante la prueba, se corregirán procediéndose a continuación a una nueva prueba. En este caso el tramo en cuestión no se tendrá en cuenta para el cómputo de la longitud total a ensayar.

Revisión general: una vez finalizada la obra y antes de la recepción provisional, se comprobará el buen

funcionamiento de la red vertiendo agua en los pozos de registro de cabecera verificando el paso correcto de agua en los pozos registro aguas abajo.

9.- ASISTENCIA TÉCNICA.

Uralita Sistemas de Tuberías pone a disposición de sus clientes un servicio de Asistencia Técnica para asesorarles en la instalación de sus tuberías. Especialmente al inicio de los trabajos de colocación, este personal constituye una gran ayuda ya que la experiencia de muchos años en cuanto a la colocación de tuberías ahorrando tiempo al facilitar las operaciones de instalación, y en consecuencia reducir costes.

Así mismo el Departamento Técnico les puede asesorar sobre los cálculos hidráulicos y/o mecánicos para cada proyecto.

10. Anejo	45
10.1 Acondicionamiento de la zanja	46
10.2 Cálculo de empujes-anclajes	48
10.3 Resistencia química Tub. PVC Corrugado Sanecor	55
10.4 Complementos	63
10.5 Tabla de Unidades	66

10.1.- ACONDICIONAMIENTO DE LA ZANJA.

Resumen del acondicionamiento del fondo de la zanja y del relleno.

Tanto el terreno del fondo de la zanja como el del relleno deben tener una capacidad de soporte suficiente. Cuando el subsuelo no tenga la capacidad resistente necesaria, el material de relleno de la zanja debe ser de aportación, con las características necesarias para proporcionar a la tubería un apoyo adecuado.

Una clasificación muy general de los tipos de suelo es la siguiente:

Grupo 1: Suelos no cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas sueltas (porcentaje de finos mayores que 0,06 mm inferior al 5%).

Grupo 2: Suelos poco cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas poco arcillosas o limosas (porcentaje de finos mayores que 0,06 mm entre el 5% y el 15%).

Grupo 3: Suelos medianamente cohesivos. Se incluyen en este grupo las gravas y arenas arcillosas o limosas (porcentaje de finos mayores que 0,06 mm entre el 15% y el 40%) y los limos poco plásticos.

Grupo 4: Suelos cohesivos. Se incluyen en este grupo las arcillas, los limos y los suelos con mezclas de componentes orgánicos. No se aconseja este terreno para la instalación de tuberías enterradas.

No se recomienda utilizar como relleno materiales con alto contenido de componentes orgánicos, ni instalar las tuberías en suelos orgánicos sin tomar precauciones especiales (empleo de geotextiles, encepados, etc.).

Si el terreno sobre el que se excava la zanja es poco adecuado (arcillas, margas turbas, etc.) para la instalación de tuberías, conviene modificar el trazado por terrenos más estables. Si ello no es posible, se puede mejorar el comportamiento del entorno tubo-suelo con la aportación de un material de relleno de mayor calidad para obtener mayor capacidad portante. Si a pesar de esto aún no es suficiente, se puede estabilizar el conjunto tubo-suelo con la colocación de geotextiles que eviten la contaminación o pérdida de los materiales granulares de aportación en el terreno adyacente. En estos casos conviene consultar con los fabricantes o especialistas en estos productos, quienes aportarán la alternativa más adecuada a cada situación particular.

El fondo de la zanja deberá seguir el perfil previsto, con la pendiente y la profundidad o altura de la zanja especificadas en proyecto para cada instalación y tipo de tubo.

El fondo de la zanja deberá tener asegurada su estabilidad. Cuando, por cualquier causa el fondo de zanja haya sido desestabilizado (aflojado o removido), se deberá recuperar la rasante con material adecuado compactándolo regularmente, previendo las regatas necesarias

para la colocación de las juntas de unión. Cuando el suelo sea de poca consistencia o haya condiciones de humedad, el director del proyecto puede especificar trabajos adicionales.

10.2.- CÁLCULO DE EMPUJES-ANCLAJES.

Empujes.

Los macizos de anclaje que es necesario disponer en los codos, válvulas, reducciones, bifurcaciones, etc. se han calculado teniendo en cuenta los casos que pueden darse de posición de la tubería y los empujes producidos.

- **Determinación de los empujes en los codos.**

Se aplica la siguiente fórmula:

$$F_H = 2 \cdot K \cdot A \cdot \text{sen} \frac{\varphi}{2}$$

en la que

F_H = empuje total hacia fuera en Tn

K = presión máxima de trabajo en m

A = área de la sección del tubo en m²

φ = ángulo del codo

En el cuadro que figura al final de este apartado se da el empuje en el codo en función del ángulo del mismo y del diámetro del tubo.

- **Determinación de los empujes en conos, tes, bridas ciegas, válvulas, etc.**

Se aplica la fórmula:

$$E = K \cdot A$$

donde

E = empuje en Tn

K = presión máxima de trabajo en m

A = área de la sección del tubo en m²

DIMENSIONAMIENTO DE LOS ANCLAJES

1.- Codos.

Los codos pueden presentar dos posiciones:

- **Codos en el plano vertical:** Si el empuje resulta hacia el exterior del terreno, el peso del anclaje ha de absorber este esfuerzo. Si el empuje se dirige hacia el interior del terreno, éste tendrá que soportar el esfuerzo con lo que la superficie del anclaje será la suficiente para que en el reparto de tensiones éstas se mantengan menores de 1 kg/cm², valor aceptable en el caso presente.

Se adjunta un cuadro donde aparece en función de la presión de trabajo y diámetro de la tubería, el empuje producido, el volumen de hormigón necesario en el anclaje y la superficie mínima de contacto de zanja y codo, en el plano perpendicular al mismo (fondo de la zanja).

- Codos en el plano horizontal: El empuje en este caso viene soportado por el rozamiento entre anclaje y terreno y por la pared lateral de la zanja, de acuerdo con la expresión.

$$E = S \cdot \sigma + v \cdot \gamma \cdot \mu$$

en la que

E = empuje que debe absorber el anclaje

S = superficie del anclaje en contacto con el lateral de la zanja

σ = 10 T/m², capacidad de soporte del terreno

v = Volumen del hormigón necesario

γ = 2,3 t/m³, peso específico del hormigón

μ = 0,323 coeficiente de rozamiento

2.- Conos de reducción, tes y válvulas.

El empuje viene soportado por el rozamiento entre el anclaje y el terreno y por la capacidad de soporte del terreno lateral de zanja.

El dimensionamiento se realiza de igual modo que para el caso de los codos horizontales.

EMPUJES EN CODOS DE TUBERÍA A PRESIÓN

ϕ (mm)	P_t (Atm)	A (m ²)	F_{90° (tn)	F_{45° (tn)
150	2,5	0,0177	0,63	0,34
	5		1,25	0,68
	7,5		1,88	1,02
	10		2,50	1,35
200	2,5	0,0314	1,11	0,60
	5		2,22	1,20
	7,5		3,33	1,80
	10		4,44	2,40
500	2,5	0,196	6,90	3,80
	5		13,90	7,50
800	2,5	0,5027	17,77	9,62
	5		35,55	19,24
	7,5		53,32	28,86
	10		71,09	38,47
	12,5		88,87	48,09
	15		106,64	57,71
	17,5		124,41	67,33
	20		142,19	76,95
	22,5		159,96	86,57
25	177,73	96,19		

EJEMPLO DE ANCLAJES PARA CODOS HORIZONTALES

ϕ (mm)	P_t (Atm)	$\alpha = 90^\circ$			$\alpha = 45^\circ$		
		E (tn)	S (m ²)	V (m ³)	E (tn)	S (m ²)	V (m ³)
150	2,5	0,63	0,10	0,03	0,34	0,05	0,01
	5	1,25	0,15	0,05	0,68	0,08	0,02
	7,5	1,88	0,20	0,06	1,02	0,10	0,035
	10	2,50	0,25	0,08	1,35	0,15	0,05
200	2,5	1,11	0,10	0,06	0,60	0,10	0,03
	5	2,22	0,25	0,10	1,20	0,15	0,04
	7,5	3,33	0,35	0,14	1,80	0,20	0,09
	10	4,44	0,45	0,18	2,40	0,24	0,10
500	5	6,90	0,60	1,21	3,80	0,35	0,40
	10	13,90	1,25	1,88	7,70	0,70	0,67
800	2,5	17,77	1,70	1,87	9,62	0,90	0,72
	5	35,55	3,50	4,20	19,24	1,90	1,71
	7,5	53,32	5,30	6,89	28,86	2,80	2,80
	10	71,09	7,80	9,80	38,47	3,80	4,05
	12,5	88,87	8,80	13,20	48,09	4,80	5,76
	15	106,64	10,60	16,96	57,71	5,70	7,41
	17,5	124,41	12,40	21,08	67,33	6,70	9,38
	20	142,19	14,20	25,56	76,95	7,60	11,40
	22,5	159,96	15,90	30,21	86,57	8,60	13,76
	25	177,73	17,00	34,00	96,19	9,60	16,32

EJEMPLO DE ANCLAJES PARA CODOS VERTICALES

ϕ (mm)	P_t (Atm)	E (tn)	S (m ²)	V (m ³)
150	2,5	0,34	0,05	0,15
	5	0,68	0,08	0,30
	7,5	1,02	0,10	0,45
	10	1,35	0,15	0,59
200	2,5	0,60	0,10	0,26
	5	1,20	0,15	0,53
	7,5	1,80	0,20	0,79
	10	2,40	0,24	1,05
500	5	3,80	0,35	1,65
	10	7,50	0,75	3,26
800	2,5	9,62	0,93	4,19
	5	19,24	1,86	8,37
	7,5	28,86	2,79	12,55
	10	38,47	3,72	16,73
	12,5	48,09	4,65	20,91
	15	57,71	5,58	25,10
	17,5	67,33	6,51	29,28
	20	76,95	7,44	33,46
	22,5	86,57	8,37	37,64
	25	96,19	9,30	41,82

EJEMPLO DE ANCLAJES EN TES, VÁLVULAS Y REDUCCIONES

ϕ (mm)	P_t (Atm)	E (tn)	S (m ²)	V (m ³)
150	2,5	0,442	0,04	0,008
	5	0,884	0,08	0,016
	7,5	1,326	0,13	0,026
	10	1,767	0,17	0,034
200	2,5	0,786	0,08	0,028
	5	1,570	0,16	0,056
	7,5	2,356	0,24	0,084
	10	3,142	0,31	0,109
500	5	4,90	0,45	0,540
	10	9,80	0,90	1,080
800	2,5	12,57	1,15	1,27
	5	25,13	2,25	2,70
	7,5	37,70	3,40	4,42
	10	50,27	4,55	6,37
	12,5	62,83	5,70	8,55
	15	75,40	6,85	10,96
	17,5	87,96	8,00	13,60
	20	100,53	9,10	16,38
	22,5	113,10	10,30	19,57
	25	125,66	11,40	22,80

10.3.- RESISTENCIA DE LAS TUBERÍAS DE PVC CORRUGADO SANECOR A LA AGRESIVIDAD DE DIFERENTES COMPUESTOS QUÍMICOS.

Producto Químico	Concentración (%)	Temperatura (°C)	Comportamiento
Abonos (discl. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	sat.	60	R
Aceite de linaza	100	40	R
Aceites minerales	comercial	60	R
Aceite y grasas	comercial	60	R
Acetaldehído	100	20	N
Acetaldehído (disol. acuosa)	40	40	L
Acetaldehído + Acido acético	90/10	20	L
Acetato de butilo	100	20	N
Acetato de etilo	100	20	N
Acetato de plomo (disol. acuosa)	sat. en caliente	50	R
	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Acetato de vinilo	100	20	N
Acetona (disol. acuosa)	trazas	20	N
	100	20	N
Acido acético (disol. acuosa)	hasta 25	40	R
	hasta 25	60	L
	desde 25 hasta 60	60	R
	80	40	L
Acido acético bruto	95	40	L
Acido acético glacial	100	20	L
	100	40	N
	100	60	N
Acido adipico (disol. acuosa)	sat.	20	R
	sat.	60	L
Acido antraquinon sulfónico (dis. ac.)	suspens.	30	R
Acido arsénico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	80	40	R
	80	60	L
Acido benzoico (disol. acuosa)	todas	20	R
	todas	40	R
	todas	60	N
Acido bórico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	L
Acido bromhídrico (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	48	60	R
Acido brómico (disol. acuosa)	dil.	20	R

Producto Químico	Concentración (%)	Temperatura (°C)	Comportamiento
Acido butírico (disol. acuosa)	conc. 20	20 20	N R
Acido cítrico (disol. acuosa)	hasta 10 hasta 10 sat.	40 60 60	R L R
Acido cloracético	100 100	40 60	R L
Acido cloracético (disol. acuosa)	85	20	R
Acido clorhídrico (disol. acuosa)	hasta 30 hasta 30 más de 30	40 60 60	R L R
Acido clorhídrico, vapores de	todas	60	R
Acido clorhídrico (disol. acuosa)	1 1 10 10 20 20	40 60 40 60 40 60	R L R L R L
Acido clorosulfánico	100	20	L
Acido crómico (disol. acuosa)	hasta 50 hasta 50	40 60	R L
Acido crómico-sulfúrico-agua (mezcla crónica)	50/15/35 50/15/35	40 60	R L
Acido diglicólico (disol. acuosa)	30 sat.	60 20	L R
Aldehído crotonico	100	20	N
Almidón (disol. acuosa)		60	R
Alumbres (disol. acuosa)	dil. dil. sat.	40 60 60	R L R
Amoniaco (disol. acuosa)	sat. en caliente sat. en caliente	40 60	R L
Amoniaco líquido	100	20	L
Amoniaco gaseoso	100	60	R
Anhidrido acético	100 100	20 40	N N
Anhidrido carbónico seco	100	60	R
Anhidrido carbónico húmedo	todas	40	R
Anhidrido carbónico (dis. acuosa a 8 at.)	sat.	20	R
Anhidrido sulfuroso gaseoso seco	todas	60	R
Anhidrido suif. húmedo o disol. acuosa	todas 50 todas	40 50 60	R R L
Anhidrido suif. (disol. acuosa a 8 at.)	sat.	20	R
Anhidrido sulfuroso líquido	100 100 100	10 20 60	L L N

Producto Químico	Concentración (%)	Temperatura (°C)	Comportamiento
Anilina pura	100	20	N
Anilina pura (dil acuosa)	sat.	20	N
Baños de hilatura pura viscosa	100 mg/1	52	R
(con restos de CS)	200 mg/1	52	L
	700 mg/1	52	N
Bebidas alcohólicas		20	R
Benceno	100	20	N
Benzaldehido (disol. acuosa)	0,1	60	N
Benzoato sádico (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 36	60	L
Bicarbonato ptásico (disol. acuosa)	40	20	R
Bisulfito, lejía de (con S.O.)	sat. en caliente	50	R
Bisulfito sódico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dfl.	60	L
	sat.	60	R
Borato potásico (disol. acuosa)	1	40	R
	1	60	L
Bórax (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	L
Bromato potásico (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
Bromo líquido	100	20	N
Bromo, vapores de	baja	20	L
Bromuro potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Butadieno	100	60	R
Butano, gas	50	20	R
Butanodiol (disol. acuosa)	hasta 10	20	R
	desde 10 hasta 100	20	L
	hasta 10	40	L
	hasta 100	60	N
Butileno líquido	100	20	R
Butifenol	100	20	L
Butinodiol	hasta 100	40	L
Carbonato potásico (disol. acuosa)	sat.	40	R
Carbonato sódico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cerveza		60	R
Cianuro potásico (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	sal.	60	R
Ciclohexanol	100	20	N
Ciclohexanona	100	20	N
Cioramina (disol. acuosa)	dil.	20	R

Producto Químico	Concentración (%)	Temperatura (°C)	Comportamiento
Clorato sódico (disol. acuosa)	dil.	20	R
	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	sat.	60	R
Clorhidrato de anilina (disol. acuosa)	sat.	20	L
	sat.	60	N
Clorhidrato de fenilhidracina (disol. acuosa)	sat.	20	L
	sat.	60	N
Clorito sódico (disol. acuosa)	dil.	20	L
Cloro gaseoso seco	100	40	L
Cloro gaseoso húmedo	0,5	20	R
	1,0	20	L
	5,0	20	L
	97,0	40	L
Cloro líquido		20	N
Cloruro amónico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cloruro cálcico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cloruro de aluminio (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cloruro de antimonio (disol. acuosa)	90	20	R
Cloruro de Cinc (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cloruro de cobre (I) (disol. acuosa)	sat.	20	R
Cloro de estaño (II) (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	L
Cloruro de etileno	100	20	N
Cloruro de hidrógeno húmedo		40	R
Cloruro de hidrógeno seco		60	R
Cloruro de hierro (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	sat.	60	R
Cloruro de metileno	100	20	N
Cloruro de metilo	100	20	N
Cloruro de tionilo	conc.	20	N
Cloruro magnésico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cloruro potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Coñac		20	R
Cresol (disol. acuosa)	hasta 90	45	L

Producto Químico	Concentración (%)	Temperatura (°C)	Comportamiento
Cromato potásico (disol. acuosa)	40	20	R
Dextrina (disol. acuosa)	sat.	20	R
	18	60	L
Dimetilina líquida	100	30	L
Eter etílico	100	20	N
Extractos curtientes vegetales	comercial	20	R
Fenilnitracina	100	20	N
Fenol (disol. acuosa)	hasta 90	45	L
	1	20	R
Ferro y Ferricianuro potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Fluoruro amoníaco (disol. acuosa)	hasta 20	20	R
	hasta 20	60	L
Fluoruro de cobre (disol. acuosa)	2	50	R
Formaldehído (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	R
	40	60	R
Fosfamida	100	20	R
Forgeno gaseoso	100	20	R
	100	60	L
Forgeno líquido	100	20	N
Fotográficos, emulsiones	todas	40	R
Fotográficos fijadores	comercial	40	R
Fotográficos reveladores	comercial	40	R
Frutas, bebidas a base de	comercial	60	R
Frutas, zumos de	comercial	60	R
Gas de alumbrado (libre de benceno)		20	R
Gasolina	100	60	R
Gasolina-benceno, mezcla de	80/20	20	N
Gelatina (disol. acuosa)	todas	40	R
Glicerina (disol. acuosa)	todas	60	R
Glicocola (disol. acuosa)	10	40	R
Glicol (disol. acuosa)	comercial	60	R
Glucosa (disol. acuosa)	sat.	20	R
	sat.	60	L
Hexanotriol	comercial	60	R
Hidrógeno	100	60	R
Hidróxido potásico (disol. acuosa)	hasta 40	40	R
	hasta 40	60	L
	desde 50 hasta 60	60	R
Hidróxido sódico (disol. acuosa)	hasta 40	40	R
	hasta 40	60	L
	desde 50 hasta 60	60	R
Hipoclorito sódico (disol. acuosa)	dil.	20	R
Hipodisulfito sódico (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
Jabones (disol. acuosa)	con.	20	R
	con.	60	L

Producto Químico	Concentración (%)	Temperatura (°C)	Comportamiento
Leche		20	R
Lejía blanqueante (12.5% de cloro activo)	comercial	40	R
Licores alcohólicos	comercial	60	L
Melazas		20	R
	comercial	60	L
Mercurio		60	R
Metilamina (disol. acuosa)	32	20	L
Mezcla sulfonitrico (ácido sulfúrico/ácido nítrico/agua)	48/49/3	20	R
	48/49/3	40	L
	50/50/0	20	L
	50/50/0	40	N
	10120170	50	R
	10/87/3	20	L
	50/31/19	30	R
Nicotina (disol. acuosa)	comercial	20	R
Nitrato amónico (disol. acuosa)	dfl.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Nitrato cálcico (disol. acuosa)	50	40	R
Nitrato de plata (disol. acuosa)	hasta 8	40	R
	hasta 8	60	L
Nitrato potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dfl.	60	L
	sat.	60	R
Nitroglicerina		20	L
Nitroglicol		20	N
Óleum	10	20	N
Óleum, vapores de	baja	20	R
	alta	20	L
Oxidos de nitrógeno húmedos y secos	dfl.	60	L
Oxidos de nitrógeno húmedos	con.	20	N
Órina		40	R
		60	L
Oxido de carbono	100	60	L
Oxido de etileno líquido	100	20	N
Oxígeno	todas	60	R
Ozono	100	20	R
	10	30	R
	100	20	R
Pentóxido de fósforo	100	20	R
Parafina, emulsiones de	comercial	20	R
	comercial	40	R
Peciorato potásico (disol. acuosa)	1	40	R
	1	60	L
Permanganato potásico (disol. acuosa)	hasta 6	20	R
	hasta 6	60	R
	hasta 18	40	R

Producto Químico	Concentración (%)	Temperatura (°C)	Comportamiento
Persulfato potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	40	R
	sat.	60	L
Piridina	todas	20	N
Plomo tetraetilo	100	20	R
Propano gaseoso	100	20	R
Propano líquido	100	20	R
Sebo	100	20	R
	100	60	R
Sulfato amónico (disol. acuosa)	df.	40	R
	df.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato de aluminio (disol. acuosa)	df.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato de zinc (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato de cobre (disol. acuosa)	dil.	40	R
	df.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato de hidroxilamina (disol. acuosa)	hasta 12	35	R
Sulfato de metilo (disol. acuosa)	hasta 50	20	R
	hasta 50	40	L
	100	40	R
	100	60	L
Sulfato de níquel (disol. acuosa)	dil.	40	R
	df.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato magnésico (disol. acuosa)	df.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfuro amónico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	df.	60	L
	sat.	60	R
Sulfuro de carbono	100	20	L
Sulfuro sódico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	df.	60	L
	sat.	60	R
Sulfuro de hidrógeno seco	100	60	R
Sulfuro de hidrógeno (disol. acuosa)	sat. en caliente	40	R
	sat. en caliente	60	L
Tetracloruro de carbono técnico	100	20	L
	100	60	N
Tricloroetileno	100	20	N
Tricloruro de fósforo	100	20	N
Trietanolamina	100	20	N

Producto Químico	Concentración (%)	Temperatura (°C)	Comportamiento
Trimetilpropano (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	comercial	40	L
Tolueno	100	20	N
Urea (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	33	60	R
Vapores nitrosos	conc.	20	L
	conc.	60	N
Vinagre	comercial	40	R
	comercial	50	R
	comercial	60	L
Vinos rojos y blancos		20	R
Xileno	100	20	N
Yodo sólido y en disolución alcalina		20	N

sat. = Disolución saturada a 20°C;

dil. = Disolución de concentración máxima de 10% en peso.

R = Resistente.

L = Resistencia limitada.

N = No resiste.

10.4.- COMPLEMENTOS PARA CONDUCCIÓN A PRESIÓN.

Gasto de lubricante, limpiador y adhesivo para las tuberías **adequa®**.

Lubricante

Se recomienda su uso en el montaje de tubos y accesorios con unión por junta elástica.

El número de uniones por kg de lubricante son:

Lubricante para Tubos de PRFV		Lubricante para Tubos ORIENTADOS URATOP		Lubricante para Tubos de PVC	
DN (mm)	Uniones/kg	DN (mm)	Uniones/kg	DN (mm)	Uniones/kg
300	28	110	76	63	160
400	21	140	54	75	100
500	17	160	46	90	87
600	14	200	34	110	76
700	12	250	30	125	65
800	11	315	25	140	54
900	9			160	46
1.000	8			180	40
1.200	7			200	34
1.400	6			250	30
1.600	5			315	25
1.800	4			400	17
2.000	4			500	14
				630	12

Limpiador y Adhesivo para tubos PVC Junta Pegada

Limpiador

El número de uniones por litro de limpiador son:

Limpiador

DN (mm)	Uniones/l
16	800
20	700
25	650
32	600
40	380
50	275
63	185
75	120
90	77
110	61
125	53
140	35
160	30
180	26
200	22
250	16
315	9
400	6
500	3
630	3

Adhesivo

El número de uniones por kg de adhesivo son:

Adhesivo

DN (mm)	Uniones/kg
16	550
20	500
25	450
32	400
40	250
50	180
63	120
75	80
90	50
110	35
125	31
140	25
160	20
180	17
200	14
250	10
315	6
400	4
500	2
630	2

COMPLEMENTOS PARA CONDUCCIONES DE SANEAMIENTO

Gasto de lubricante para las tuberías **adequa®**.

Lubricante

Se recomienda su uso en el montaje de tubos y accesorios con unión por junta elástica.

El número de uniones por kg de lubricante son:

Lubricante para
Tubos de PRFV

DN (mm)	Uniones/kg
300	28
400	21
500	17
600	14
700	12
800	11
900	9
1.000	8
1.200	7
1.400	6
1.600	5
1.800	4
2.000	4

Lubricante para
Tubos Corrugados de
PVC SANECOR

DN (mm)	Uniones/kg
100	76
160	46
200	34
250	30
315	25
400	17
500	14
600	12
800	7
1.000	4

Lubricante para
Tubos Alveolados de
PVC WAVIHOL

DN (mm)	Uniones/kg
160	46
200	34
250	30
315	25
400	17
500	14
600	12
800	7

Lubricante para
Tubos de Drenaje
adequa®

DN (mm)	Uniones/kg
100	76
160	46
200	34
250	30
315	25
400	17

10.5.- TABLA DE UNIDADES.

Para convertir de:			a:	multiplicar por:		
PRESIÓN						
Kg/cm ²	psi	14,225		psi	Kg/cm ²	0,070
bar	psi	14,50		psi	bar	0,069
kPa	psi	0,145		psi	kPa	6,896
CARGA HIDROSTÁTICA						
m.c.a.	psi	1,4225		psi	m.c.a.	0,703
CAUDAL						
litro/seg.	gpm	15,873		gpm	litro/seg.	0,063
m ³ /h	gpm	4,405		gpm	m ³ /h	0,227
LONGITUD						
mm	in	0,0394		in	mm	25,40
m	ft	3,2808		ft	m	0,3048
VOLUMEN						
litro	galón	0,264		galón	litro	3,785
m ³	galón	264,2		galón	m ³	0,00378
m ³	ft ³	35,315		ft ³	m ³	0,0283
PESO						
Kg	libras	2,205		libras	Kg	0,454

Presión

kg/cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado
psi	Libra por pulgada cuadrada
bar	bar
kPa	Kilo pascal

Caudal

litro/seg	litro por segundo
m ³ /h	metro cúbicos por hora
gpm	Galones por minuto (galones U.S.A.)

Longitud

mm	milímetro
m	metro
in	pulgada
ft	pié

Volumen

litro	litro
m ³	metro cúbico
ft ³	piés cúbico
galón	galón U.S.A

Peso

kg	Kilogramo
libra	Libra

100
1907-2007

GRUPO
URALITA 

Uralita Sistemas de Tuberías, S.A.
C/ Mejía Lequerica, 10
28004 Madrid
adequa@uralita.com

Tel.: 915 949 000
Fax: 915 949 090
Atención al Cliente 902 188 189
www.uralita.com

ENERO - 2007
ITARSNV-2-1-2.000