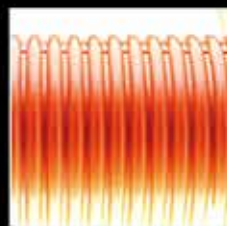




TUBERÍAS DE PVC PARA PRESIÓN




TUYPER
GRUPO

PRESIÓN PVC



1.- INTRODUCCIÓN	5
2.- FABRICACIÓN Y PRESENTACIÓN	7
3.- CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE.....	8
4.- GARANTÍAS	9
5.- PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS.....	10
6.- PROGRAMA DE:	
6.1.- TUBERÍAS	
6.1.1.- TUBERÍAS CON JUNTA PARA ENCOLAR	12
6.1.2.- TUBERÍAS CON JUNTA ELÁSTICA.....	13
6.1.3.- TUBERÍAS CON JUNTA ELÁSTICA NORMA FRANCESA	13
6.2.- UNIONES	
6.2.1.- UNIÓN ENCOLADA	14
6.2.2.- UNIÓN POR JUNTA ELÁSTICA	15
7.- CAMPOS DE APLICACIÓN.....	16
8.- MANIPULACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	17
9.- INSTRUCCIONES DE MONTAJE	
9.1. OBRA CIVIL	18
9.2. MÉTODO DE PRUEBA DE PRESIÓN	20
10.- CÁLCULO HIDRAULICO	
10.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE HIDRÁULICA.....	21
10.2. FASES DE GOLPE DE ARIETE	24
10.3. MÉTODOS PARA ATENUAR EL GOLPE DE ARIETE.....	25
10.4. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES.....	26
10.5. CÁLCULO TEÓRICO DE UNA INSTALACIÓN.....	28





1. INTRODUCCIÓN



La demostrada calidad de las tuberías de PVC, su excelente relación técnico-económica, así como su alta reciclabilidad, inocuidad y durabilidad, las han configurado como la alternativa idónea para todo tipo de conducción de fluidos a presión.

TUYPER GRUPO ofrece una extensa gama de tuberías de presión de PVC con el aval de miles de kilómetros suministrados para todo tipo de instalaciones, especialmente riegos agrícolas y abastecimientos de agua potable.





2. FABRICACIÓN Y PRESENTACIÓN

Las tuberías de presión de PVC de TUYPER GRUPO se fabrican mediante un proceso de extrusión y se presentan biseladas y abocardadas para su unión por encolado o junta elástica de conformidad con la norma UNE EN ISO 1452 (“Tubos de poli(cloruro de vinilo) no plastificado para conducción de agua a presión”).

La amplia gama de tuberías fabricadas abarca los diámetros 20 a 800 mm, con presiones nominales desde 6 hasta 25 atm.

El color de las tuberías de presión de PVC de TUYPER GRUPO es gris oscuro (RAL 7011), y el sistema de marcaje se realiza metro a metro mediante proyección de chorro de tinta indeleble (ink-jet), indicando:

$\varnothing \leq 90$

TUYPER PVC-U AENOR N 001/XXX ØxESP. PN XX BAR UNE EN ISO 1452 W LOTE MES AÑO TURNO DIA HORA

$\varnothing \geq 110$

TUYPER PVC-U AENOR N 001/XXX ØxESP. PN XX BAR UNE EN ISO 1452 W+P LOTE MES AÑO TURNO DIA HORA



3. CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

TUYPER GRUPO tiene implantado un Sistema de Gestión de Calidad para todos sus procesos según el modelo UNE EN ISO 9001/2000, certificado por AENOR según contratos nº ES-0393/1996, ER-0393/1996, ES-0786/2002 y ER-0786/2002.

Nuestro departamento de calidad dedica una atención especial a todas las fases del proceso de transformación, que van desde el control de las materias primas hasta los productos totalmente terminados, los cuales son analizados continua y regularmente en nuestros laboratorios.

Las tuberías de presión de PVC de TUYPER GRUPO están fabricadas de acuerdo a lo establecido en la norma UNE EN ISO 1452 (Tubos de PVC no plastificado para conducción de agua a presión).

(Puede descargarse todos los certificados de calidad de TUYPER GRUPO en su página web www.tuypergrupo.com)

TUYPER GRUPO tiene entre sus objetivos prioritarios contribuir al desarrollo sostenible mediante una actuación respetuosa con el medio ambiente y la naturaleza. Para ello tiene implantado en sus centros de producción un Sistema Integrado de Gestión de Calidad y Medio Ambiente según las normas ISO 9001 e ISO 14001.

Las tuberías de presión de TUYPER GRUPO favorecen claramente una adecuada gestión medio ambiental en todas las fases de su proceso: se parte de una materia prima de alta reciclabilidad (PVC), el proceso de fabricación está totalmente exento de sustancias y gases contaminantes, y los productos finales cumplen con el objetivo de contribuir a la mejora en las conducciones de agua a presión.



4. GARANTÍAS

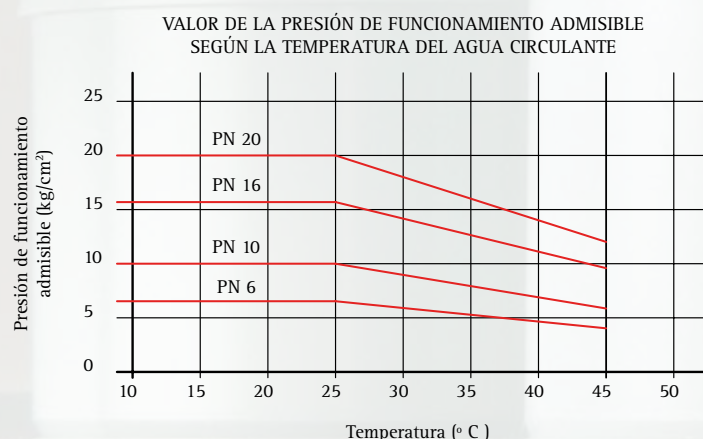
Nuestras empresas tienen suscrita una Póliza de Responsabilidad Civil para cubrir los daños ocasionados como consecuencia de un posible defecto de nuestros tubos.



5. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS

Las tuberías de PVC se caracterizan por su:

- **FACILIDAD DE MONTAJE:** gran facilidad y menor coste de manipulación, almacenaje e instalación gracias a la ligereza de los tubos. Excavación y anchura de zanja más reducida: no se necesitan espacios adicionales para el montaje. El sistema de unión no requiere la utilización de mano de obra especializada.
- **RESISTENCIA QUÍMICA:** permanecen inalterables a las sustancias químicas contenidas en el agua y en el suelo, por lo que son inertes a la corrosión.
- **RESISTENCIA A LA ABRASIÓN:** gracias a su gran lisura interior (baja rugosidad), no se ven afectadas por la acción de las partículas sólidas contenidas en los fluidos transportados, prolongándose así su vida útil.
- **RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO:** el módulo de elasticidad del PVC es una gran ventaja en aplicaciones enterradas, especialmente cuando se prevén movimientos o vibraciones del terreno. En las aplicaciones con presión reduce el impacto del golpe de ariete.
- **ECONOMÍA DE DISEÑO:** su gran lisura interior permite maximizar la velocidad del flujo transportado con la consecuente utilización de pendientes muy pequeñas y reducción de los gastos de la excavación.
- **ATOXICIDAD:** no alteran el sabor ni el color del agua, haciéndolas apropiadas para el transporte de agua potable.
- **IMPERMEABILIZACIÓN:** las tuberías no absorben agua.
- **ESTANQUEIDAD DE LAS UNIONES:** facilidad de montaje y puesta en servicio inmediata.
- **AISLAMIENTO ELÉCTRICO Y TÉRMICO:** no son conductoras eléctricas ni térmicas. Resistencia a las corrientes erráticas, telúricas y galvánicas.
- **MAYOR DURABILIDAD:** el PVC es un material inatacable por roedores y termitas, con una vida útil mínima de 50 años.
- **BAJO IMPACTO MEDIOAMBIENTAL:** materia prima obtenida con una alta eficiencia energética, proceso de fabricación exento de sustancias y gases contaminantes, y tuberías eficientes en el transporte y reciclables al final de su vida útil.



Presión Nominal (PN): Es la presión hidrostática admisible para el transporte de agua a 20°C durante 50 años.

Presión de funcionamiento admisible (PFA): Es la máxima presión hidrostática que un componente puede soportar en utilización continua (sin sobrepresión). Este valor es el que se debe emplear en los cálculos.

La presión de funcionamiento admisible (PFA) se calcula a partir de la presión nominal (PN) aplicando un coeficiente corrector experimental, que aparece recogido en la norma UNE EN ISO 1452, anexo A.



CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

EXIGENCIAS EN ENSAYOS		VALORES	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad		1.350 - 1.460 kg/cm ³	UNE EN ISO 1183-1
Opacidad		≤ 0,2 %	UNE EN ISO 7686-1
Características Químicas (V.C.M)		≤ 1 ppm	UNE EN ISO 6401
Resistencia al impacto a 0°C		T.I.R. ≤ 10 %	UNE EN 744
Temperatura de reblandecimiento VICAT		≥ 80 °C	ISO 2507-1
Retracción longitudinal en caliente		< 5 %	UNE EN ISO 2505
Tracción uniaxial		Esfuerzo máx. ≥ 45 MPa Alarg. a rotura ≥ 80 %	ISO 6259-1 ISO 6259-2
Esfuerzo circunferencial (ensayo de presión interna)	42 MPa (1 hora a 20°C)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167
	12,5 MPa (1.000 horas a 60°C)		
Resistencia a corto plazo para los tipos de embocadura de tubos integrados		Sin fallo	UNE EN ISO 1167
Estanquidad a presión hidrostática interna a corto plazo		Sin fallo	UNE EN ISO 13845
Estanquidad a presión negativa de aire a corto plazo		Sin fallo	UNE EN ISO 13844
Estanquidad a presión hidrostática interna a largo plazo		Sin fallo	UNE EN ISO 13846

OTRAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

OTRAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Valor	MÉTODO DE ENSAYO
Módulo de elasticidad	≥ 3.000 MPa	UNE EN ISO 1183-1
Coefficiente medio de dilatación térmica lineal	0,08 mm/m°C	UNE EN ISO 7686-1
Conductividad térmica	0,16 W/m°C	UNE EN ISO 6401
Resistencia eléctrica superficial	≥ 10 ¹² Ω	UNE EN 744
Presión de ensayo admisible en zanja a 25°C (PEA)	1,5 x PFA	UNE EN 727



6. PROGRAMA DE

6.1. TUBERÍAS

La gama de tuberías de PVC presión de TUYPER GRUPO permite completar un sistema diseñado para solucionar todas las necesidades de instalación.

6.1.1. TUBERÍAS CON JUNTA PARA ENCOLAR



Para otros diámetros y presiones por favor consultar.
Puede descargarse todos los certificados de TUYPER GRUPO en su página web: www.tuypergrupo.com

ENCOLAR (UNE EN ISO 1452)

PN (Bar)

Diámetro nominal (mm)	Espesor (mm)						
	6	7,5	8	10	12,5	16	20
20						1,5	1,9
25					1,5	1,9	2,3
32			1,5	1,6	1,9	2,4	2,9
40	1,5		1,6	1,9	2,4	3,0	3,7
50	1,6		2,0	2,4	3,0	3,7	4,6
63	2,0		2,5	3,0	3,8	4,7	5,8
75	2,3		2,9	3,6	4,5	5,6	6,8
90	2,8		3,5	4,3	5,4	6,7	8,2
110	2,7	3,2	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1
125	3,1	3,7	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2
140	3,5	4,1	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3
160	4,0	4,7	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8
180	4,4	5,3	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3
200	4,9	5,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7
225	5,5	6,6	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6
250	6,2	7,3	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4
280	6,9	8,2	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6
315	7,7	9,2	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2
355	8,7	10,4	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1
400	9,8	11,7	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4
500	12,3	14,6	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8



6.1.2. TUBERÍAS CON JUNTA ELÁSTICA



Para otros diámetros y presiones por favor consultar. Puede descargarse todos los certificados de TUYPER GRUPO en su página web: www.tuypergrupo.com

JUNTA ELÁSTICA (UNE EN ISO 1452)

Diámetro nominal (mm)	PN (Bar)						
	6	7,5	8	10	12,5	16	20
	Espesor (mm)						
63	2,0		2,5	3,0	3,8	4,7	5,8
75	2,3		2,9	3,6	4,5	5,6	6,8
90	2,8		3,5	4,3	5,4	6,7	8,2
110	2,7	3,2	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1
125	3,1	3,7	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2
140	3,5	4,1	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3
160	4,0	4,7	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8
180	4,4	5,3	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3
200	4,9	5,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7
225	5,5	6,6	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6
250	6,2	7,3	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4
280	6,9	8,2	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6
315	7,7	9,2	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2
355	8,7	10,4	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1
400	9,8	11,7	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4
450	11,0	13,2	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1
500	12,3	14,6	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8
560	13,7	16,4	17,2	21,4	26,7		
630	15,4	18,4	19,3	24,1	30,0		
710	17,4	20,7	21,8	27,2			
800	19,6	23,3	24,5	30,6			

6.1.3. TUBERÍAS CON JUNTA ELÁSTICA NORMA FRANCESA



Para otros diámetros y presiones por favor consultar. Puede descargarse todos los certificados de TUYPER GRUPO en su página web: www.tuypergrupo.com

AGUA POTABLE (NF EN 1452)

Diámetro nominal (mm)	PN (Bar)		
	6	10	16
	Espesor (mm)		
63			4,7
75			5,6
90		4,3	6,7
110		5,3	8,1
125	3,7	6,0	9,2
140		6,1	9,3
160	4,0	6,2	9,5
200	4,9	7,7	11,9
250		9,6	14,8

IRRIGACIÓN (NF T 54 086)

Diámetro nominal (mm)	PN (Bar)			
	8	10	14	16
	Espesor (mm)			
63		3,0		
75		3,0		
90	3,0	3,5	4,3	4,9
110	3,5	4,3	5,3	6,0
125	3,9	4,4	6,0	6,8
140	4,4	4,9	6,7	7,6
160	4,5	5,6	7,7	8,7
200	5,6	6,9	9,6	10,9
250	7,0	8,7	11,9	13,6
315	8,8	10,9	15,0	17,0



6.2. UNIONES

6.2.1. UNIÓN ENCOLADA

Fig. 1.

Marcar la longitud a introducir en la boca del tubo contiguo.

Fig. 2.

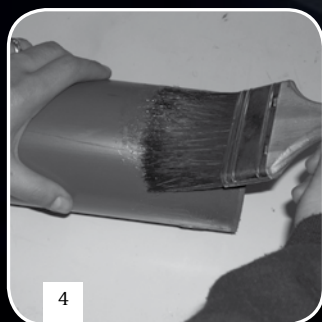
Limpiar las superficies de contacto de cualquier resto de suciedad con líquido limpiador.

Fig. 3-4.

Aplicar adhesivo en la parte hembra del tubo desde dentro hacia fuera, con cuidado de no excederse en la cantidad. En la parte macho también se debe aplicar adhesivo en sentido longitudinal.

Fig. 5.

Alinear los tubos y ensamblarlos sin girar, limpiando el adhesivo sobrante.



6.2.2. UNIÓN POR JUNTA ELÁSTICA

Fig. 1-2.

Limpiar y secar las superficies macho y hembra a unir. Aplicar lubricante en la huella donde se aloja la junta elástica, parte hembra del tubo.

Fig. 3.

Lubricar la junta elástica en todo el perímetro.

Fig. 4.

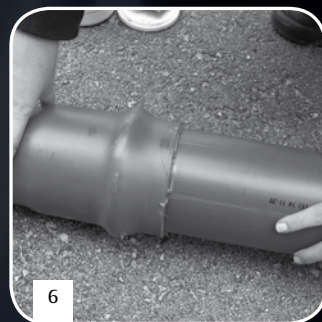
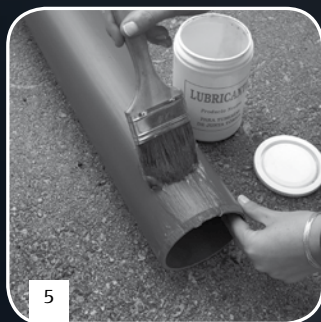
Marcar la longitud del tubo a introducir en la parte hembra.

Fig. 5.

Lubricar la parte macho del tubo a unir.

Fig. 6.

Alinear los tubos e introducir la parte macho hasta la marca realizada.



7. CAMPOS DE APLICACIÓN

- Abastecimiento y distribución de agua potable.
- Abastecimiento y distribución de agua para riego agrícola.
- Instalaciones industriales.
- Riegos de instalaciones deportivas, jardines, etc.
- Desagües con y sin presión de aguas residuales.
- Canalización y refrigeración de líneas eléctricas y telefónicas.
- Piscinas.



8. MANIPULACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

MANIPULACIÓN

- Las tuberías y sus accesorios se manipularán con el suficiente cuidado como para evitar golpes, rasgaduras y arañazos (roces con el suelo, con superficies abrasivas o golpes violentos que puedan dañar al producto).
- Es conveniente que las maniobras de manipulación se realicen con útiles o piezas especiales que no dañen ni deformen las bocas o ranuras del tubo.
- En situaciones de temperaturas extremadamente frías, se deben tomar las precauciones necesarias para evitar golpes que puedan afectar a la tubería.

TRANSPORTE

- El transporte se realizará en vehículos provistos de un plano horizontal, con superficie lisa y exenta de elementos punzantes que puedan dañar las tuberías.
- Se debe evitar que las tuberías sobresalgan de la plataforma del vehículo, evitando que el extremo del tubo vuele más de 40 cm.
- Durante el transporte no se colocarán cargas pesadas encima del tubo, ya que se pueden producir deformaciones alterando su forma circular, especialmente en las bocas.

ALMACENAMIENTO

- El acopio de palets es conveniente realizarlo en lugar firme y plano, para lo cual se aconseja la utilización de cuñas de madera si el tubo está fuera del marco de madera. No es aconsejable acopiar más de tres alturas de palets.
- El lugar destinado al almacenamiento debe estar suficientemente nivelado y enrasado.
- El apilado de las tuberías con embocadura debe realizarse alternando las bocas de forma que el apoyo entre los tubos se realice a lo largo del mismo.
- En el supuesto de que se almacenen tubos de distinto diámetro, es conveniente que los tubos de mayor diámetro, es decir, los más pesados, estén en la parte más baja.
- Es aconsejable que los tubos no estén expuestos a la radiación solar durante largos períodos de almacenamiento. Cuando se prevean almacenamientos prolongados y en zonas de alta radiación solar, se recomienda proteger las tuberías de PVC, de forma que se permita la libre circulación del aire.
- Los accesorios deben permanecer en sus embalajes hasta su empleo.
- Los tubos no deben estar almacenados en lugares próximos a fuentes de calor ni a materiales combustibles, tales como pinturas, disolventes o adhesivos.



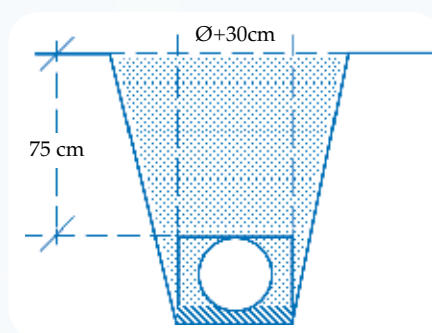
9. INSTRUCCIONES DE MONTAJE

9.1. OBRA CIVIL

Para determinar el ancho y la profundidad de la zanja es necesario considerar el diámetro de la tubería a instalar, las características geotécnicas del terreno y las posibles cargas móviles existentes.

EXCAVACIÓN

Para facilitar los trabajos de la excavación y posterior manipulación de la tubería, se recomienda que el ancho mínimo en el punto más bajo de la zanja sea igual o superior al diámetro de la tubería más 30 cm. En el supuesto de que terreno sea duro, con piedra o cachote suelto, se aconseja incrementar la profundidad de la zanja en 15 cm para realizar la cama o asiento de la tubería a base de relleno de arena o tierra vegetal nivelada. Con este vaciado adicional conseguimos:



- Evitar el contacto con elementos punzantes que puedan deteriorar el tubo y por tanto alterar sus características de estanqueidad, resistencia, etc.
- Realizar una correcta y uniforme nivelación del terreno que garantice la pendiente deseada.

Cuando la zanja se realice en terrenos arenosos o blandos exentos de piedras y cantos angulosos se puede prescindir de la sobreexcavación y del relleno de protección adicional.

No se debe realizar una instalación sobre terrenos que varíen su volumen con presencia de humedad y/o temperatura (arcilla, caliza, etc.), sin que previamente se realice un estudio más detallado para determinar el alcance de las medidas necesarias a adoptar, tales como ampliar la sobreexcavación o saneo del terreno y el tipo de material y su granulometría óptima para el relleno.



RELLENO DE ZANJA

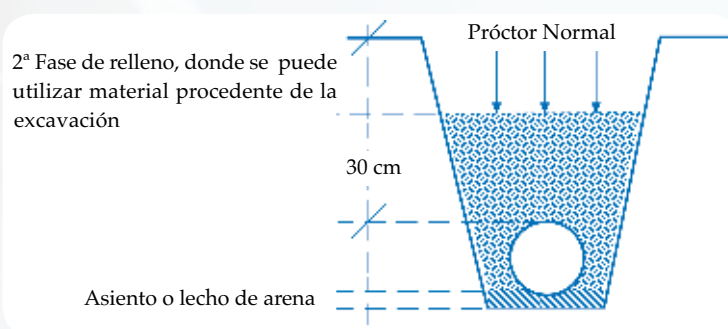
Se debe realizar por ambos lados del tubo y de forma simultánea con material extraído durante la excavación (exento de piedras y cantos angulosos) o bien con material seleccionado.

Fase 1.- Ejecución de la cama o lecho de asiento.

Esta capa garantizará el adecuado ángulo de apoyo del tubo sobre el fondo de la zanja. Es necesaria su adecuada compactación y que la tubería esté apoyada uniformemente en toda la longitud de la instalación.

Fase 2.- Relleno hasta la generatriz superior del tubo.

El relleno se realiza por ambos lados de la tubería de forma simultánea y en tongadas inferiores a 15 cm, siendo el grado de compactación igual al realizado en el lecho de asiento. Esta etapa se repite sucesivamente hasta llegar a la coronación del tubo, dejándolo visible.



Es muy importante que el relleno realizado en la zona de los riñones de la tubería se realice de forma simultánea y con el grado de compactación suficiente, sin dejar oquedades bajo el tubo, ya que esto le confiere la rigidez necesaria para compensar los empujes verticales y, por tanto, garantiza sus características mecánicas.

Fase 3.- Relleno sobre la generatriz superior del tubo.

Se continúa el relleno hasta 30 cm por encima de la generatriz del tubo, para lo cual se puede utilizar el mismo material de relleno seleccionado y cribado (exento de piedras y cantos angulosos que puedan dañar el tubo). En esta situación, la compactación se realiza en los laterales, sin afectar al propio tubo.

Fase 4.- Relleno hasta la coronación de la zanja.

Última fase del relleno, hasta la coronación de la zanja, en la cual se puede utilizar material procedente de la excavación y en tongadas inferiores a 20 cm.

NOTA: La compactación en cualquiera de las fases de relleno se debe realizar con pisón ligero y a ambos lados del tubo, sin compactar la zona central que corresponde a la proyección de la tubería.

TENDIDO DEL TUBO

La tubería debe instalarse según lo descrito en el capítulo de "6.2. UNIONES". Cuando se realizan tendidos de tubería con diámetros pequeños no es necesaria la ayuda de maquinaria especial. Tampoco es precisa la ayuda de maquinaria pesada cuando se trata de diámetros grandes.



9.2. MÉTODO DE PRUEBA DE PRESIÓN

A medida que avance el montaje de la tubería se deberán realizar pruebas parciales de presión interna por tramos. La longitud de los tramos y la metodología a seguir será la fijada por el proyecto o la Dirección de Obra. Los métodos más habituales son:

- Pliego de Tuberías de Abastecimiento del MOPU de 1974.
- Norma UNE EN ISO 1452-6
- Norma UNE EN 805

9.2.1 MÉTODO DE PRUEBA DE PERDIDA O CAÍDA DE PRESIÓN SEGÚN PLIEGO DE TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DEL MOPU DE 1974:

- Todos los accesorios deben estar instalados en su posición definitiva y la tubería convenientemente anclada en todos los cambios de posición y puntos fijos. La zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas.
- Se procederá a pruebas parciales de presión en tramos de longitud aproximada de 500 m. La diferencia de presión entre el punto más alto y el más bajo del tramo será inferior al 10% de la presión de prueba.
- El llenado de la tubería con agua se hará lentamente (velocidad inferior a 0,5 m/s) por el punto más bajo del tramo, dejando abiertos todos los elementos que permiten la salida del aire, para irlos cerrando de abajo a arriba una vez comprobada la inexistencia de aire. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para facilitar la expulsión de aire y que todo el tramo se encuentre lleno.
- El equipo de presión se colocará en el punto más bajo del tramo de prueba. La presión se hará subir lentamente, de forma que el incremento no sea superior a 1 Kg/cm² por minuto.
- La presión de prueba en el punto más bajo del tramo será, como máximo, 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 de la tubería).
- Una vez alcanzada la presión se mantiene durante 30 min. La prueba se considera satisfactoria si el manómetro no acusa un descenso superior a $\sqrt{P/5}$, siendo P = presión de prueba en Kg/cm².

9.2.2 MÉTODO DE PRUEBA DE PRESIÓN SEGÚN NORMA UNE EN ISO 1452-6

En este método, a diferencia del anterior, se recomienda a mayores dejar la canalización bajo una presión nominal o de servicio durante un periodo mínimo de 2 o 3 horas para su estabilización antes de la prueba de presión. Esto es debido a que durante el proceso de llenado y puesta en presión pueden producirse pequeños movimientos entre los puntos de anclaje debido al peso adicional del tubo al estar lleno, cambios dimensionales mínimos, la tendencia de la canalización a enderezarse bajo presión, etc. El método completo se describe en el Apartado 11 de la norma UNE EN ISO 1452-6.

9.2.3 MÉTODO DE PRUEBA DE PRESIÓN SEGÚN NORMA UNE EN 805

La prueba, que es única, consta, en general, de tres fases:

1. Prueba preliminar.
2. Prueba de purga.
3. Prueba principal de presión.

La inclusión de una etapa preliminar tiene por objeto que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la tubería, propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la prueba, como por ejemplo:

- Movimientos de recolocación en uniones, accesorios, anclajes, válvulas y demás elementos.
- Permitir el incremento de volumen en los tubos debido a la presión.

La prueba de purga permite la estimación de aire remanente en la conducción. La presencia de aire induce datos erróneos que podrían indicar fuga aparente u ocultar pequeñas fugas.

La prueba principal de presión se puede realizar por dos métodos. En ambos casos se incrementa la presión regularmente hasta la presión de prueba de la red (STP) y se mantiene durante 1 hora:

- a) Método de pérdida de agua.
- b) Método de caída de presión.

El método completo se describe en el Apartado 11.3 de la norma UNE EN 805.



10. CÁLCULO HIDRÁULICO

10.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE HIDRÁULICA

PÉRDIDA DE CARGA

Es la pérdida de energía que experimenta un fluido a lo largo de una conducción. Puede ser de dos tipos:

- **Continua:** producida a lo largo de la conducción y debida al rozamiento con las paredes de la tubería.
- **Localizada:** producida por cambios de dirección, derivaciones, confluencias, cambios de sección o diámetro, válvulas... En general se debe a la presencia de cualquier elemento que interfiere o introduce una perturbación en la normal circulación del fluido.

PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Para calcular las pérdidas de carga localizadas, se considerará que el accesorio produce la misma pérdida de carga que la existente en un tramo de tubería de longitud equivalente, cuyo diámetro será:

- Codos y tes: el correspondiente nominal del casorio
- Ampliaciones y reducciones: el mayor de los dos diámetros

PERFIL DE UNA CANALIZACIÓN EN RELACIÓN CON LAS PÉRDIDAS DE CARGA

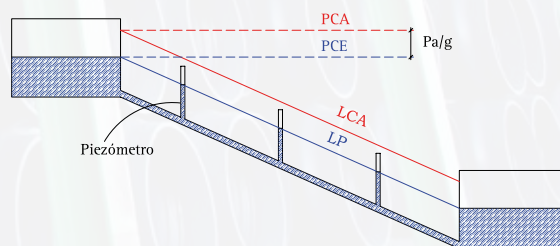
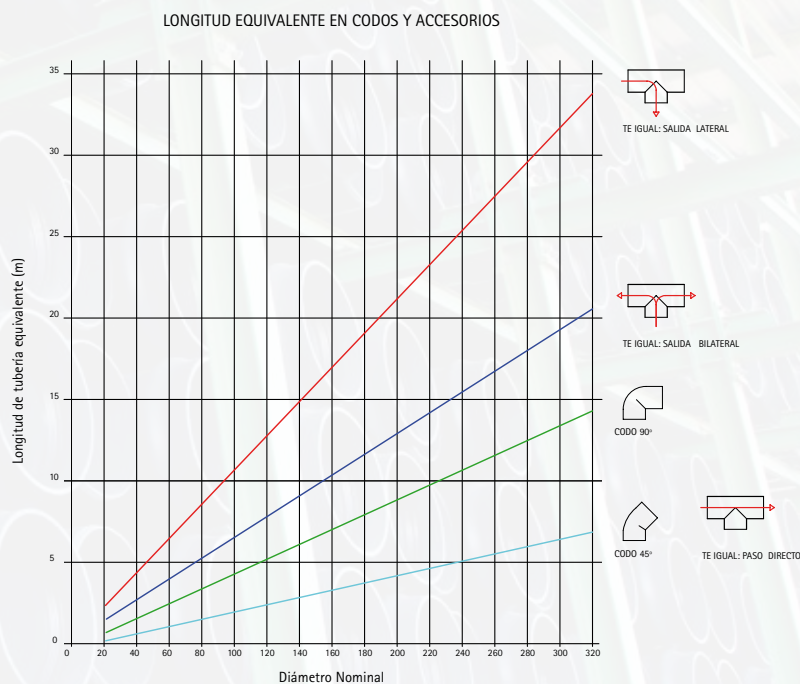
Línea Piezométrica (LP): es la línea que representa, a una determinada escala, la presión manométrica existente en cada punto de la conducción.

Línea de Carga Absoluta (LCA): es la línea paralela a la línea piezométrica (LP) y que resulta de sumarle el valor de la presión atmosférica.

Tanto LP como LCA representan valores dinámicos, medidos con el líquido en movimiento. También se definen los siguientes planos estáticos:

Plano de Carga Efectiva (PCE): es el plano que representa la máxima elevación que puede alcanzar el agua sin ayuda de impulsión.

Plano de Carga Absoluta (PCA): es el plano paralelo al PCE que resulta de sumarle el valor de la presión atmosférica.



En función de la posición relativa de la tubería respecto a las líneas y planos anteriores, se pueden dar los siguientes casos:

CASOS SEGÚN SITUACIÓN RESPECTO DE LOS PARÁMETROS PIEZOMÉTRICOS		
	<p>Tubería AB por debajo de la línea piezométrica</p>	<p>Tomando como origen la presión atmosférica, la presión es positiva en todos los puntos. La circulación del caudal de cálculo queda garantizada sin problemas.</p>
	<p>Tubería AB coincide con la línea piezométrica en todo su recorrido.</p>	<p>La presión manométrica en todos los puntos de la conducción es nula y, por tanto, el fluido circula a presión atmosférica. La conducción trabaja en régimen de lámina libre.</p>
	<p>Tubería AB por debajo de la línea piezométrica excepto el tramo situado entre L.P. y L.C.A.</p>	<p>En el tramo EFG la presión es inferior a la atmosférica (presión manométrica negativa) y se favorece el desprendimiento de vapor de agua y del aire disuelto en el agua que, se acumularán en el punto más alto del tramo. Esta circunstancia provoca una pérdida de carga localizada y se evita colocando una ventosa en el punto F.</p>
	<p>Tubería AB corta la línea de carga absoluta y queda por debajo del plano de carga efectiva.</p>	<p>En este caso, el problema que se origina es similar al del caso anterior pero, el caudal circulante es aún menor. Es conveniente dejar registrable el tramo EFG.</p>
	<p>Tubería con un tramo sobre el plano de carga efectiva pero por debajo de la línea de carga absoluta.</p>	<p>La tubería trabajará como un sifón. El llenado deberá ser lento para dejar salir el aire. Es aconsejable colocar una purga de aire en el punto más alto de la conducción (F).</p>
	<p>Tubería con un tramo por encima de la línea de carga absoluta bajo el plano de carga efectiva.</p>	<p>La tubería trabajará como un sifón pero, en las peores condiciones posibles.</p>
	<p>Tubería con un tramo por encima de la línea y el plano de carga absoluta.</p>	<p>No es posible la circulación de agua por acción de la gravedad. Para ello será necesario instalar un sistema de impulsión.</p>



GOLPE DE ARIETE

Es el fenómeno producido por las presiones y depresiones que se manifiestan en el interior de la conducción como resultado del desplazamiento del fluido a modo de onda. El valor de estas variaciones de presión depende de:

- Velocidad de propagación de la onda, la cual es función de:
 - Módulo de elasticidad del material
 - Diámetro de la tubería
 - Espesor del tubo
- Tiempo de accionamiento de la válvula (T)
- Longitud de tubería (L)
- Velocidad de circulación antes de accionar la válvula (v)

Cálculo del Golpe de Ariete

1. Cálculo de la celeridad de la onda (a).

La tabla siguiente muestra el valor de la celeridad de la onda para las tuberías del sistema de presión de TUYPER GRUPO:

Diámetro nominal	Celeridad (m/s)			
	PN-6	PN-10	PN-16	PN-20
D ≤ 90 mm	395	480	580	630
D ≥ 110 mm	350	435	530	580

2. Cálculo de la longitud crítica, (L_c).

La longitud crítica es la longitud de tubería recorrida por la onda de presión durante el tiempo de accionamiento de la válvula. Se calcula mediante la expresión:

$$L_c = \frac{a \times T}{2}$$

3. Cálculo de las variaciones de presión, (ΔP).

Según el valor de la longitud de la tubería en relación con la longitud crítica, se emplearán las siguientes fórmulas.

$L \leq L_c$ (cierre lento):

Cuando la onda regresa a la válvula, ésta aún permanece parcialmente abierta. Parte de la sobrepresión se disipará a través de la válvula. Para calcular el valor de sobrepresión se utiliza la fórmula de Michaud:

$$\Delta P = \frac{2 \times L \times v}{g \times T}$$

$L > L_c$ (cierre rápido):

La onda retorna a la válvula cuando ésta ya ha sido cerrada. El valor de la sobrepresión será mayor que en el calculado para el caso anterior. Para calcular el valor de la sobrepresión se utiliza la fórmula de Allievi:

$$\Delta P = \frac{a \times v}{g}$$

Siendo en las fórmulas anteriores:

ΔP: Valor de la sobrepresión (m.c.a.)

L: longitud del tramo de tubería (m)

v: velocidad del agua antes de accionar la válvula (m/s)

g: aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

T: tiempo de accionamiento de la válvula (s)



10.2. FASES DEL GOLPE DE ARIETE

Supongamos una tubería alimentada por un depósito de nivel constante. Si se cierra instantáneamente la válvula, se producirán los siguientes fenómenos:

	GOLPE DE ARIETE DIRECTO	EFFECTOS
<p>$t < L/a$</p> <p>— Línea de presiones</p> <p>N.A.</p> <p>P $P + \Delta P$</p> <p>$V = V_0$ $V = 0$</p> <p>A</p> <p>Tubo dilatado</p>	<p>La onda se desplaza desde la válvula hacia el depósito provocando un aumento de presión en todo el tramo.</p>	<p>La velocidad del agua se anula a medida que llega el frente de la onda y la tubería se dilata.</p>
<p>$t = L/a$</p> <p>N.A.</p> <p>$P + \Delta P$</p> <p>$V = 0$</p> <p>A</p> <p>Tubo dilatado</p> <p>Líquido comprimido</p>	<p>Si el nivel del depósito es constante*, la presión en el interior de la tubería será mayor que H cuando la onda llegue a la embocadura.</p> <p>(*) Resulta una buena aproximación cuando el \varnothing del depósito es mucho mayor que el de la tubería.</p>	<p>La velocidad del agua se anula a medida que llega el frente de la onda y la tubería se dilata. Esto provoca la salida del agua desde el interior de la tubería hacia el depósito.</p>

	GOLPE DE ARIETE INVERSO	EFFECTOS
<p>$L/a < t < 2L/a$</p> <p>N.A.</p> <p>P $P + \Delta P$</p> <p>$V = V_0$ $V = 0$</p> <p>A</p> <p>Tubo dilatado</p> <p>Líquido comprimido</p>	<p>Se origina una nueva onda que tiene como consecuencia la recuperación del diámetro de la tubería.</p>	<p>La salida de agua hacia el depósito provoca la recuperación del diámetro de la tubería.</p>
<p>$2L/a < t < 3L/a$</p> <p>N.A.</p> <p>P $P - \Delta P$</p> <p>$V = V_0$ $V = 0$</p> <p>A</p> <p>Tubo contraído</p> <p>Líquido dilatado</p>	<p>Esta onda se refleja en la válvula y se desplaza hacia el depósito.</p>	<p>Esto significa que el agua sigue circulando hacia el depósito y, como consecuencia de este flujo, el tubo comienza a contraerse.</p>
<p>$3L/a < t < 4L/a$</p> <p>N.A.</p> <p>P $P - \Delta P$</p> <p>$V = V_0$ $V = 0$</p> <p>A</p> <p>Tubo contraído</p> <p>Líquido dilatado</p>	<p>Cuando la nueva onda llega al punto A, la presión es inferior a H.</p>	<p>El agua tiende a fluir de nuevo desde el depósito hacia la tubería.</p>
<p>$t < 4L/a$</p> <p>N.A.</p> <p>P</p> <p>$V = V_0$</p> <p>A</p> <p>Tubo y líquido en situación normal</p>	<p>El tubo vuelve a su diámetro normal.</p>	<p>Si la válvula continúa cerrada, se reproducirá otra vez el fenómeno.</p>

Debido a que en toda la conducción existe una disminución de energía durante todo el desplazamiento del agua, el fenómeno se amortigua con el paso del tiempo y no se repite indefinidamente.

10.3. MÉTODOS PARA ATENUAR EL GOLPE DE ARIETE

Tuberías con bajo módulo de elasticidad: cuanto menor sea el módulo de elasticidad del material, menor será la celeridad (a), por lo que el valor de las sobrepresiones será también menor.

Válvulas de alivio: cuando se alcanza un valor de sobrepresión, la válvula abre y deja salir el agua. Se cierra automáticamente cuando la sobrepresión desaparece.

Calderines hidroneumáticos: son depósitos que contienen agua y aire comprimido. Se conectan al comienzo de la impulsión. Cuando se produce una sobrepresión el agua entra en el calderín, y la sobrepresión se amortigua con la compresión del aire. Si se produce una depresión (arranque del bombeo), el aire comprimido empuja el agua que existe en el calderín, de manera que se reduce el valor de esta depresión.

Válvulas de accionamiento lento: se les acopla un motor o actuador que permite regular la velocidad de accionamiento de la propia válvula.

Chimeneas de equilibrio: son conductos conectados por un extremo al comienzo de la impulsión y con salida libre a la atmósfera en el otro. Este conducto permanece lleno de agua. Las sobrepresiones y depresiones se compensan por el movimiento del agua en el interior de la chimenea.



10.4. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES

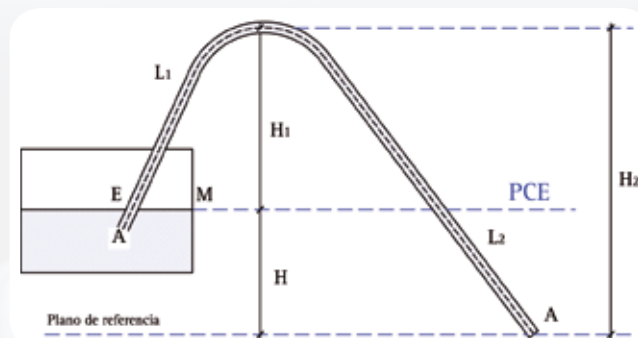
SIFONES

Son conductos situados en parte por encima del plano de carga efectiva.

Para un funcionamiento adecuado del sifón es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

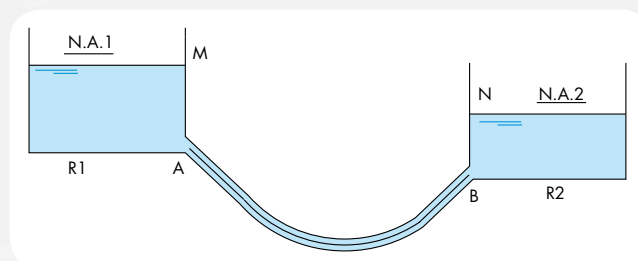
1. El sifón ha de estar lleno de líquido previamente. Para ello se aspira por el extremo de salida del líquido. Una vez lleno, comienza a funcionar como una conducción normal debido al desnivel existente entre los puntos M y B (denominado H).

2. La rama descendente y, por tanto el desnivel H, está limitada por las pérdidas de carga que se produzcan a lo largo de L2. El sifón sólo puede funcionar si el valor de la pérdida de carga producida en L2 es menor al valor de H2.



3. Si el desnivel H1 supera los 6 metros, la presión interior en el punto más alto del sifón puede provocar el desprendimiento de aire disuelto y la formación de vapor. Este efecto puede llegar a interrumpir el funcionamiento del sifón.

4. La boca de salida B debe colocarse siempre por debajo del plano de carga efectiva (P.C.E.). También se denomina sifón, a la conducción que discurre en parte o en su totalidad, por debajo de sus dos extremos ➤



En este tipo de instalaciones es conveniente colocar un elemento de purga en el punto más bajo, con el fin de poder vaciar el sifón cuando sea necesario, e incluso para proceder a la limpieza del mismo.

PURGAS DE AIRE

En las tuberías que transportan líquidos es conveniente evitar en lo posible la aparición de puntos altos, en donde existe peligro de formación de bolsas de aire que pueden dificultar, e incluso impedir, la circulación del fluido. Si esto fuese inevitable, se debe proceder a la colocación de ventosas o chimeneas de purga en los tramos altos.

En el caso de las ventosas, conviene colocar una válvula entre la tubería y éstas, con el fin de poder aislarlas si fuese necesaria su reparación.



DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

Las pérdidas de carga son proporcionales al cuadrado de la velocidad de circulación del fluido por la tubería. Para un caudal determinado, la velocidad de circulación del líquido será mayor cuanto menor sea el diámetro de la tubería. Esto significa que, en el caso de impulsiones de gran longitud:

- Un \emptyset pequeño de conducción implica una pérdida de carga elevada, lo cual condiciona la elección de bomba, siendo necesario instalar una con mayor valor de altura manométrica en su salida. El consumo energético de la bomba sería mayor y se necesitaría una tubería de mayor presión nominal (timbraje).
- Un \emptyset mayor de conducción implica una pérdida de carga menor y, en consecuencia, se necesitaría un equipo de impulsión de menor potencia. El consumo energético sería menor y también la presión nominal (timbraje) de la tubería.

VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Velocidad ELEVADA:

- El valor de la sobrepresión generada en el golpe de ariete es mayor que a velocidades más moderadas.
- Las pérdidas de carga serán excesivamente elevadas.
- Se acelera el desgaste por erosión de la tubería.
- Se generan ruidos molestos.

Velocidad BAJA:

- Se producen sedimentaciones si el fluido lleva sólidos en suspensión, por lo que a largo plazo se pueden generar obstrucciones.

Lo recomendable es establecer:

V_{\min} : 0,6 m/s si el fluido lleva partículas en suspensión.

V_{\max} : en el caso de redes de distribución, se puede adoptar la velocidad máxima en base a la tabla adjunta ➤

V_{\max} : 2,5 m/s para estaciones de bombeo.

Dn (mm)	V _{máx.} (m/s)
20	0,63
25	0,64
32	0,65
40	0,66
50	0,68
63	0,69
75	0,71
90	0,74
110	0,77
125	0,79
140	0,81
160	0,84
180	0,87
200	0,90
250	0,98
315	1,07
400	1,20
500	1,35
630	1,55

ANCLAJES

Se utilizan en lugares concretos de la instalación para absorber y transmitir un esfuerzo al terreno. Habitualmente se utilizan dados de hormigón armado a los que se fija la tubería.

Puntos de anclaje	Bridas ciegas o tapones	Derivaciones en T	Codos		Reducciones
			90°	45°	
Exquemas					
Fórmulas para calcular las fuerzas que deben resistir los anclajes	$F = 0,008 \times D^2 \times P_{\max}$	$F = 0,008 \times D^2 \times P_{\max}$	$F = 0,011 \times D^2 \times P_{\max}$	$F = 0,006 \times D^2 \times P_{\max}$	$F = 0,008 \times (D^2 - d^2) \times P_{\max}$

Donde:

F: Fuerza (Kg)

d: Diámetro interior de la tubería de menor diámetro (mm)

D: Diámetro interior de la tubería (mm)

P_{\max} : Presión máxima (Kg/cm²)



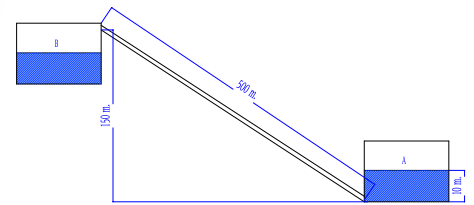
10.5. CÁLCULO TEÓRICO DE UNA INSTALACIÓN CON TUBERÍA DE PRESIÓN DE PVC

POR IMPULSIÓN

Se dispone de un depósito A situado 150 m por debajo de otro depósito B, situado a 250 m sobre el nivel mar calcular:

- Diámetro necesario de la tubería de PVC
- Presión nominal de la tubería
- Potencia de la bomba necesaria situada a la salida del depósito A

Suponemos que el nivel del depósito A es constante y, además, despreciamos las pérdidas de carga localizadas.



Adoptamos como velocidad $v = 0,60$ m/s

El diámetro interior de la tubería necesaria para el bombeo viene determinado por la expresión $S = Q/v$, siendo:

$$Q = 20 \text{ l/s} = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = 0,020 / 0,60 = 0,033 \text{ m}^2 = 33.333 \text{ mm}^2$$

$$S = \pi \times \emptyset^2 / 4 = 33.333 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset_{\text{int.}} = 206,01 \text{ mm}$$

Si tenemos en cuenta que el desnivel existente es de 140 m (150 - 10), es evidente que la bomba tendrá una capacidad de bombeo superior a 14 atm., por lo que adoptamos para la tubería la presión nominal más próxima por exceso, 16 atm.

$$200 - 16 \text{ atm.}: 200 - 2 \times 11,9 = 176,2 \text{ mm}$$

$$225 - 16 \text{ atm.}: 225 - 2 \times 13,4 = 198,2 \text{ mm}$$

$$250 - 16 \text{ atm.}: 250 - 2 \times 14,8 = 220,40 \text{ mm} - \text{tubería elegida}$$

Si queremos determinar el valor real de la velocidad de circulación del fluido:

$$S = \pi \times (220,40)^2 / 4 = 38.151,71 \text{ mm}^2 = 0,0381 \text{ m}^2$$

$$V = 0,020 / 0,0381 = 0,524 \text{ m/s}$$

Utilizando la fórmula de Manning calculamos el valor de las pérdidas de carga que se producen a lo largo de la conducción, es decir:

$$J = v^2 \times n^2 / R_h^{4/3} \quad \text{siendo } n = 0,008$$

$$R_h = S / P \quad \text{donde } P = \text{perímetro interior y } S = 0,0299 \text{ m}^2$$

$$P = \pi \times \emptyset_{\text{int}} = 692,40 \text{ mm} = 0,692 \text{ m}$$

$$R_h = 0,0381 / 0,692 = 0,055 \text{ m}$$

$$J = 0,5242 \times 0,0082 / 0,055^{4/3} = 8,32 \times 10^{-4} \text{ m/m} = 0,0832 \text{ m} / 100 \text{ m}$$

Si la longitud de la tubería es de 1.000 m, la pérdida de carga continua total será:

$$\Delta_h = 1000 \times 0,83 \times 10^{-3} = 0,83 \text{ m}$$

Lo que significa que la bomba debe aportar un caudal de 20 l/s con una presión manométrica al inicio de la impulsión de:

$$H = 150 - 10 + \Delta_h = 140,83 \text{ m}$$

La potencia de la bomba será: $P_t = \gamma \times Q \times H / (75 \times \eta)$ donde:

P_t = Potencia en c.v.

γ = Peso específico del Q

Q = Caudal en m^3

H = Altura en m

η = Rendimiento conjunto bomba - calor

$$P_t = 1000 \times 0,020 \times 140,83 / (75 \times 0,75) = 50,07 \text{ c.v.}$$

Solución: $\emptyset = 250 \text{ mm}$

$P_n = 16 \text{ atm.}$

$P_t = 50,07 \text{ c.v.}$

Nota: Si se hubiese elegido una tubería de menor diámetro, supondría una pérdida de carga mayor y por tanto una bomba de mayor potencia, lo que representa un mayor consumo.

CUADRO DE UNIDADES DE MEDIDA

LONGITUD

1,00 m = 3,281 pies = 39,37 pulgadas
 1 pie = 30,48 cm
 1 pulgada = 2,540 cm

PRESIÓN

1 MPa = 10Kg/cm² = 10 atm.
 1 atm. = 760mm Hg = 10 m.c.a. = 1,013 bar

CAUDAL

1 m³/s = 1.000 l/s
 1 m³/s = 3.600 m³/h

POTENCIA

1 C. V. = 735 W
 1 H. P. = 746 W
 1 W = 1 J/s

Para ampliar informacion Tecnica consultar:

"Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión", CEDEX, Ministerio de Fomento, 2003.

UNE 53331 IN. Plásticos. Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas.

UNE 53394 IN. Plásticos. Sistemas de canalización para la conducción de agua a presión. Polietileno (PE). Guía para la instalación.

TUYPER GRUPO no es responsable de los posibles errores tipográficos que puedan existir en este catálogo.

Los cálculos expresados en este catálogo son orientativos, siendo el director de obra del proyecto el responsable del cálculo hidráulico. TUYPER GRUPO se reserva la posibilidad de rectificar este catálogo sin previo aviso.









OFICINAS CENTRALES

Teléfono: 00 34 945 33 22 00
Fax Comercial: 00 34 945 33 28 48
Fax Expediciones: 00 34 945 33 23 00
Fax Administración: 00 34 945 33 23 03
e-mail:comercial@tuyper.es
administracion@tuyper.es
expediciones@tuyper.es

TUBERÍAS Y PERFILES PLÁSTICOS, S.A.U.

Tel.: 00 34 945 33 22 00 | Fax: 00 34 945 33 28 48
Polígono Industrial de Lantarón
01213 Salcedo (Álava, España)

Apdo. Correos 258 – 09200 Miranda de Ebro (Burgos, España)

PLÁSTICOS IMA, S.A.U.

Tel.: 00 34 952 71 70 10 | Fax: 00 34 952 71 71 29
Carretera de Archidona-Salinas N-342, Km. 185
29300 Archidona (Málaga, España)

Apdo. Correos 31 - 29300 Archidona (Málaga, España)