

TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA



PRODUCTOS

- TUBERIA DE HORMIGON CON CAMISA DE CHAPA POSTESADO CON JUNTA ELASTICA
- TUBERIA DE HORMIGON CAMISA DE CHAPA ARMADA JUNTA ELASTICA Y SOLDADA
- TUBERIA DE POLIESTER CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)
- TRAVIESAS DE HORMIGON PARA FERROCARRIL
- OTROS PREFABRICADOS:
VIGAS
DOVELAS DE TUNEL Y PUENTE

¿QUIENES SOMOS?

PREFABRICADOS DELTA es una empresa referente en el mercado español en productos prefabricados de gran calidad y valor añadido, con una destacada cualificación técnica.

Queda demostrada nuestra experiencia y capacidad durante nuestros 50 años de actividad en nuestros productos, los cuales han sido la solución para multitud de obras de referencia en construcción y obra civil.



TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

INDICE



Introducción.

Descripción de la tubería.

Ventajas tubería de hormigón con camisa de chapa.

Condiciones hidráulicas.

Bases de cálculo mecánico.

Proceso de fabricación.

Especificaciones técnicas.

Recomendaciones para el transporte y montaje de la tubería.

Rendimientos medios de montaje.

Innovación, junta doble.

Certificados de Calidad.

Política medioambiental.

Anejos:

- ANEJO 1: Listado de Referencias
- ANEJO 2: Tabla de Pérdidas de Carga
- ANEJO 3: Sellos de Calidad
 - o Certificado Sistema Gestión Calidad ISO9001
 - o Certificado Sistema Gestión Ambiental ISO14001
 - o Certificado OHSAS18001
 - o DIT nº 445 Documento Idoneidad Técnica
- ANEJO 4: Fotografías



TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

Introducción.

Prefabricados Delta, S.A. surgió con el objetivo de poder ofrecer en el mundo de la prefabricación la más amplia gama de productos con el mayor servicio y la mejor relación calidad-precio.

En la actualidad la empresa explota dos factorías, una de ellas situada en Humanes (Madrid), en la cual se fabrica tubería de hormigón con camisa de chapa, tubería de PRFV además de otros prefabricados de hormigón. En la segunda factoría, situada en Puente Genil (Córdoba), se fabrica, tubería de hormigón postesado con camisa de chapa y traviesas de hormigón para ferrocarril.



Las dos factorías cuentan con la tecnología y equipamiento más moderno, con capacidad de fabricación líder en el mercado. Un laboratorio propio en cada factoría somete a los productos a distintos controles y ensayos de calidad.

Queda demostrada nuestra experiencia y capacidad durante nuestros 50 años de actividad en nuestros productos, los cuales han sido la solución para multitud de obras de referencia en construcción y obra civil.

Nuestras cifras más importantes son claras:

- Más de 5.200.000 de traviesas de ferrocarril
- Más de 160.000 uds de dovelas para túneles y puentes
- Más de 12.000 mts para vigas de puente
- Más de 2.400 km de tubería para conducciones de agua

Durante este periodo hemos realizado multitud de obras hidráulicas, abastecimiento, saneamiento y sobretodo regadíos, que nos han hecho líderes en el suministro de tubería en diámetros de 500 a 3000 mm y presiones medias de 2 a 20 atm.

Prefabricados Delta ofrece las soluciones de tubería más adecuada para cada proyecto y cliente, tubería de hormigón con camisa de chapa y tubería de poliéster reforzada con fibra de vidrio, ambos materiales cubren las actuales necesidades para conducciones de agua, ya que cuenta con más de 1.500 Km. instalados de tubería de hormigón con camisa de chapa y más de 700 Km. de tubería de PRFV.

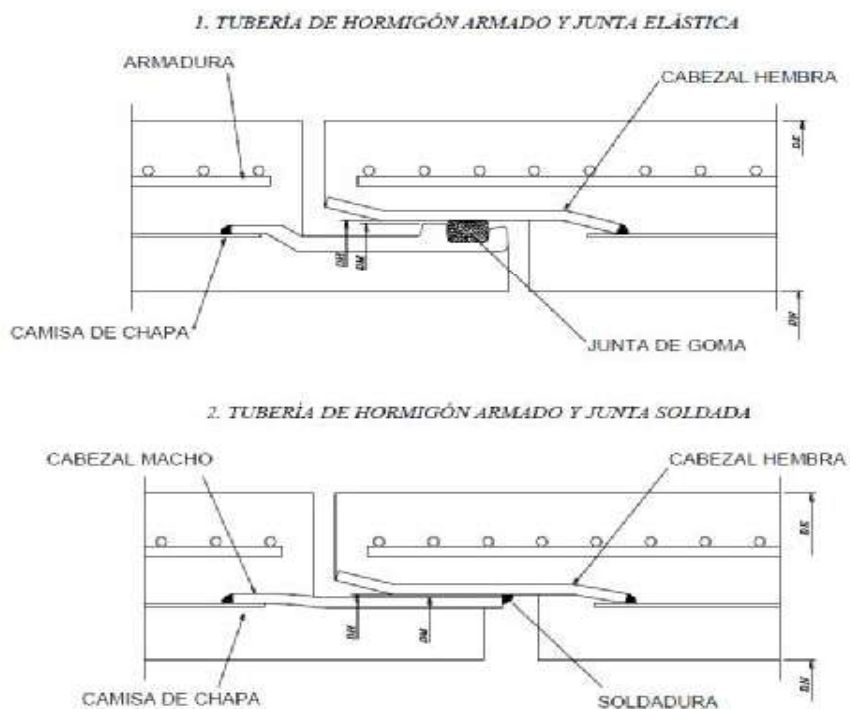
En la península ibérica estas son nuestras cifras en lo que respecta a infraestructuras hidráulicas:

- 65 abastecimientos para diferentes ciudades y poblaciones.
- 75 obras diferentes de saneamiento.
- 125 Comunidades de Regantes, que suponen más de 900.000 ha. de superficie de regadío.
- 2400 km de tuberías:
 - o 800 km de tubería de PRFV.
 - o 1600 km de tubería de hormigón con camisa de chapa.

Descripción de la tubería.

El tubo de hormigón armado con camisa de chapa es el formado por una pared de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa que le confiere estanqueidad, siendo parte de la armadura resistente, normalmente situada más próxima al paramento interior, y una armadura transversal, dispuesta en una o varias capas, rigidizada mediante soldadura con otra longitudinal.

En lo referente a las juntas, este tipo de tubo admite dos tipologías, junta flexible o elástica la más habitual y rígida (para soldar).



La junta elástica es una junta fácil de montar y, debido a las estrictas tolerancias de fabricación, una junta estanca de gran garantía. Tenemos un nuevo sistema para tubería de gran diámetro a partir de DN1600 hasta DN2500 mm donde el perfil laminado permite una junta doble y válvula de comprobación

Además de los tubos, se suministran también las piezas especiales (tés, conos de reducción, codos, etc.) fabricadas en chapa con la resistencia necesaria y con las

mismas boquillas que los tubos para su perfecta conexión, o con salidas a bridas según las necesidades.

Ventajas tubería de hormigón con camisa de chapa.

- Fabricación en serie a demanda del cliente.
- Alta resistencia a los efectos de impacto.
- Gran durabilidad.
- No necesitan conservación ni mantenimiento.
- Disminución de la pérdida de carga a lo largo del tiempo.
- No son contaminantes.
- Protección por pasivación permanente de las partes metálicas frente a la corrosión.
- No modifican las características organolépticas del agua.
- Estos tubos no son sensibles a los efectos de fatiga producidos por las variaciones de presión.
- La tubería de hormigón con camisa de chapa no se ve afectada por la corrosión provocada por corrientes inducidas (vagabundas).
- El comportamiento de los tubos de hormigón con camisa de chapa frente a los esfuerzos ovalizantes es mucho mejor que para otros materiales, ya que tiene mucha rigidez transversal.
- Cumplen todas las exigencias recogidas en las normas UNE-EN 639, 641 y 642. Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado.

Condiciones hidráulicas.

En el tubo de hormigón armado con camisa de chapa tiene como los valores que se manejan para el cálculo de la pérdida de carga para conducciones realizadas con tubería de hormigón con camisa de chapa, oscilan para el coeficiente de la fórmula de Colebrook, entre $0,03 < K < 0,1$, dependiendo del grado de envejecimiento de la conducción.

No obstante, a fin de tener en cuenta una serie de circunstancias aleatorias, tales como errores de alineación, juntas, piezas especiales etc., e independientemente del material de la tubería, se recomienda adoptar valores de K del orden de 0,2.

Se recomienda, en general, no adoptar velocidades permanentes superiores a 3 m/s.

Bases de cálculo mecánico.

El tubo de hormigón armado con camisa de chapa se dimensiona con el procedimiento desarrollado en la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado de Septiembre de 2007.

Las acciones que se consideran en el dimensionamiento de los tubos son las acciones directas a las que hay que añadir las acciones debidas al postesado cuando se trata de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa.

Las acciones directas que se tienen en cuenta son las siguientes:

- Peso propio.
- Cargas del fluido.
- Cargas verticales del relleno.
- Cargas concentradas.
- Empuje lateral.
- Presión de Diseño/Presión Máxima de Diseño.

Para el cálculo de las cargas verticales que producen los rellenos, se utiliza la teoría propuesta por Marston ampliada por Schilk y Spangler. Estas teorías consideran la compactación del relleno lateral, el peso del relleno, y las fuerzas de rozamiento que se originan en el mismo, y que producen aumento o disminución del peso del relleno que gravita directamente sobre el tubo, en función del tipo de instalación.

En la determinación de las cargas verticales del relleno se diferencia entre la tubería situada en zanja, en zanja terraplenada o en terraplén. Un tubo está colocado en zanja o terraplén según que la cota de la generatriz superior del tubo esté situada por debajo o por encima, respectivamente, de la rasante del terreno primitivo. Un tubo está colocado en zanja terraplenada cuando sobre la zanja que hay que rellenar se efectúa un terraplén.

Los tubos serán calculados para soportar los esfuerzos de tracción y de flexión que resulten de cada una de las condiciones siguientes:

- una combinación de la presión máxima de diseño (MDP) y de las cargas fijas;
- una combinación de la presión de diseño (DP) y de las cargas fijas y móviles;
- presión de prueba en fábrica (PP);
- una combinación de la presión de prueba de red (STP) y cargas fijas correspondientes a 1 metro de tierra sobre clave;
- una combinación de cargas fijas y móviles sin presión.

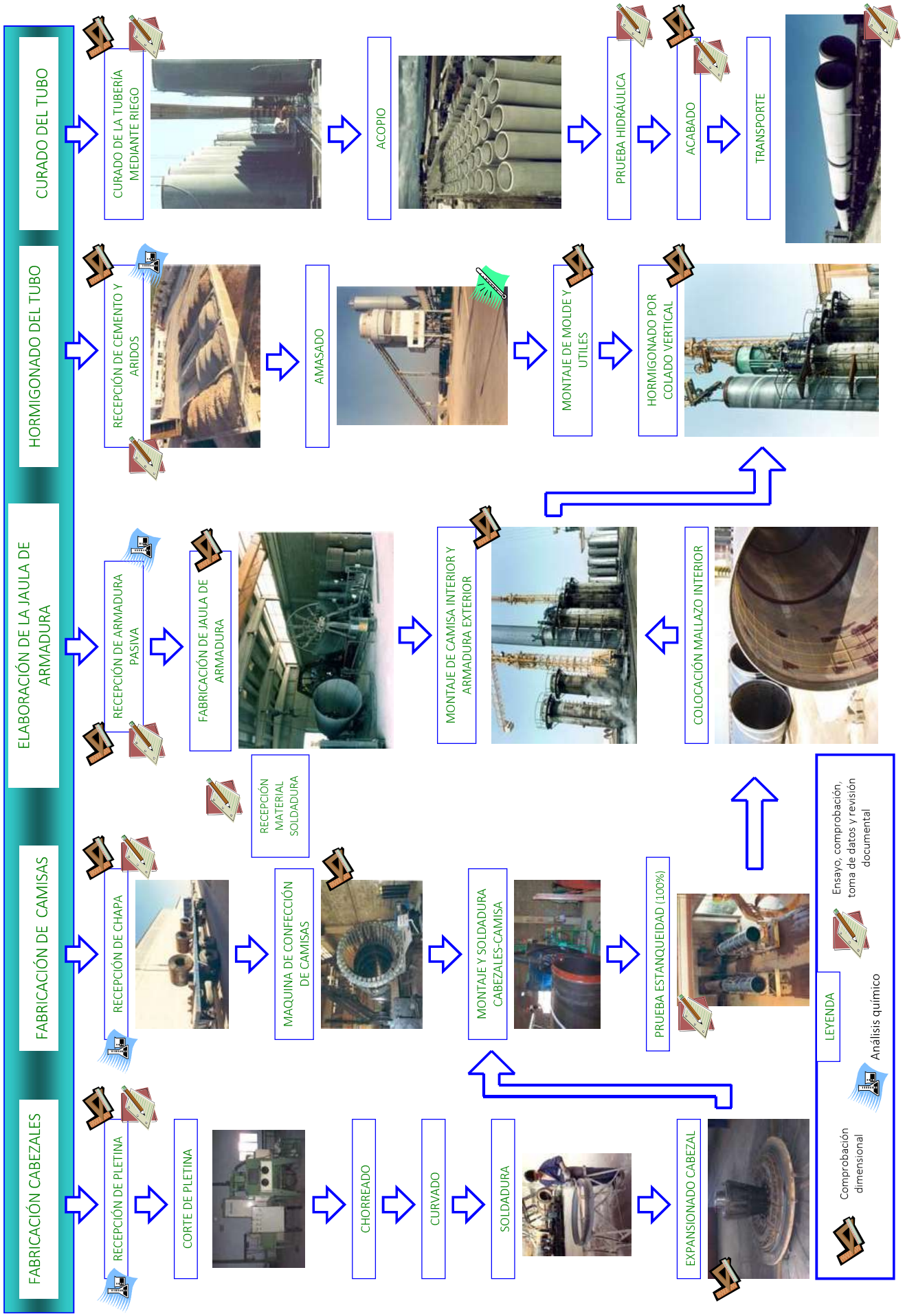
Bajo estas condiciones, la tensión en el acero, no excederá de los dos tercios del límite elástico más bajo de los aceros empleados en el diseño. Pueden emplearse para la fabricación de camisas de los tubos, como mínimo, las chapas definidas como tipo S-235 JR en la norma UNE-EN-10025. La consideración en el cálculo de un límite elástico del acero superior a 210 MPa, deberá justificarse debidamente.

Proceso de fabricación.

El proceso de fabricación del tubo de hormigón armado con camisa de chapa se compone de las siguientes fases:

- 1.- FABRICACIÓN DE CAMISAS
- 2.- FORMACIÓN Y EXPANSIONADO DE BOQUILLAS.
- 3.- NÚCLEOS POR COMPRESIÓN RADIAL
- 4.- ELABORACIÓN DE LA JAULA DE ARMADURA.
- 5.- HORMIGONADO DEL TUBO POR COLADO VERTICAL
- 6.- CURADO DEL TUBO

TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA



Especificaciones técnicas.

1. DEFINICIONES.

- Tubo de hormigón armado, con camisa de chapa es el formado por una pared de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, siendo parte de la armadura resistente, normalmente situada más próxima al paramento interior, y una armadura transversal, dispuesta en una o varias capas, bien enrollada sobre la camisa o rigidizada mediante soldadura con otra longitudinal.
- Presión de diseño, DP (Design Pressure): presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.
- Presión máxima de diseño, MDP (Maximum Design Pressure): presión máxima de funcionamiento de la red o la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete; se designa MDPa, cuando se fije previamente el golpe de ariete admitido; y MDPc cuando el golpe de ariete sea calculado.
- Presión de prueba de red, STP (System Test Pressure): presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanqueidad. La presión de prueba de la red se calcula a partir de la presión máxima de diseño (MDP).
- Presión de prueba en fábrica, PP: presión hidráulica aplicada, durante un periodo de tiempo relativamente breve, a un tubo con el fin de verificar su integridad, su estanqueidad y/o su concepción.

2. NORMATIVA.

De manera general, los materiales utilizados, el procedimiento de fabricación, los cálculos constructivos, la manipulación, el transporte hasta pie de obra y las pruebas tanto en fábrica como en obra, deberán cumplir la "Instrucción del

Instituto Eduardo Torroja para los tubos de hormigón armado o pretensado" de Septiembre de 2007.

3. MATERIALES.

- CEMENTO.

El cemento, en general, será de los tipos siguientes:

- Portland,
- Resistente a los sulfatos y/o al agua de mar.

El cemento satisfará las condiciones exigidas en el vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC). Cualquier tipo de cemento que se emplee deberá tener un contenido de aluminato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) del clinker inferior al 8%.

- ÁRIDOS.

La naturaleza de los áridos, su preparación y granulometría serán tales, que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón. El árido empleado en la fabricación del hormigón de los tubos de hormigón postesado cumplirá las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural. Se comprobará asimismo el tamaño máximo del árido, de acuerdo con las consideraciones indicadas para los áridos en dichas Instrucciones y las prescritas por la norma UNE-EN-642 (tubos de hormigón postesado con camisa de chapa).

El fabricante establecerá la serie de áridos a utilizar, para hacerlos compatibles con el proceso de fabricación del hormigón con el fin de alcanzar la resistencia a compresión óptima.

Se prohíbe el uso de escorias siderúrgicas, así como el de aquellos áridos que contengan piritas o cualquier tipo de sulfuros.

- AGUA.

El agua, tanto la empleada en el amasado como en el curado del hormigón de los tubos, será de las sancionadas como aceptables por la práctica. Cuando no se posean antecedentes, o en caso de duda, el agua deberá ser analizada, y cumplirá las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se prohíbe el empleo de agua de mar. En el caso de emplearse agua potable no es necesario hacer ensayos.

- ADITIVOS

Cumplirán las especificaciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

- HORMIGONES Y MORTEROS.

Se estudiará la composición de los hormigones y morteros con el fin de conseguir la impermeabilidad, resistencia y durabilidad exigidas.

Los hormigones y morteros de los tubos de hormigón postesado cumplirán las condiciones exigidas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

El contenido de ion cloro del hormigón, determinado por cálculo, no podrá ser superior a los valores de la siguiente tabla, expresados en % de la cantidad de cemento.

Máximo contenido de ion cloro en el hormigón	
Tipo de hormigón	% de ion cloro sobre la masa de cemento
Tubos de hormigón postesado	≤ 0,2 %

Se emplearán dosificaciones de cemento ajustadas a lo expuesto en las normas UNE-EN 642. La resistencia característica a compresión del hormigón a veintiocho días, en probeta UNE cilíndrica de 15 x 30, no deberá ser inferior a 35 N/mm².

Si se utiliza hormigón autocompactante para la fabricación de tubos de hormigón postesado, los materiales utilizados serán los mismos que en el hormigón convencional, pudiendo incluir además aditivos superplastificantes que cumplan la Norma UNE-EN 934-2:2002. En su caso, este hormigón cumplirá las exigencias que para él se especifiquen en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

- CHAPA DE ACERO PARA LAS CAMISAS.

Pueden emplearse para la fabricación de camisas de los tubos, como mínimo, las chapas definidas como tipo S-235 JR en la norma UNE-EN-10025. La consideración en el cálculo de un límite elástico del acero superior a 210 MPa, deberá justificarse debidamente.

A continuación transcribimos las características definidas en la citada norma del acero S-235 JR.

Composición química							
Designación	% C máx. para espesor en mm		Mn %	Si %	P %	S %	N %
	≤16	>16≤40					
S 235 JR	0,210	0,250	1,500	-	0,055	0,055	0,011

Características mecánicas				
Designación	Límite elástico mínimo N/mm ²		Resistencia a la tracción N/mm ²	
	s/espesor nominal en mm		s/espesor nominal en mm	
	≤16	>16	<3	≥3
		≤40		≤100
S 235 JR	235	225	360-510	340-470

- ARMADURAS PASIVAS.

El acero para armaduras cumplirá con las normas nacionales que sean transcripción de las Normas EN, cuando existan.

- En la armadura principal (transversal) se utilizarán barras o alambres corrugados.
- En la armadura auxiliar (longitudinal) se utilizarán aceros lisos.
- Los diámetros a utilizar serán 6, 8, 10, 12 mm.

- MATERIALES ELASTOMÉRICOS PARA JUNTAS

Cuando el caucho sea utilizado para juntas de conducciones de agua potable, no contendrá sustancias capaces de alterar las propiedades organolépticas del agua, ni sustancias tóxicas extraíbles y cumplirá la normativa vigente de materiales en contacto con agua potable.

El caucho, utilizado en las juntas de estanqueidad, deberá cumplir el siguiente cuadro de características, de acuerdo con la norma UNE-EN 681-1.

Características del Caucho							
Propiedad	Unidad	Requisito para la clase					
		40	50	60	70	80	88
Dureza nominal preferida	IRDH	40	50	60	70	80	88
Margen de dureza nominal	IRDH	36 a 45	46 a 55	56 a 65	66 a 75	76 a 84	85 a 91
Requisitos generales							
Tolerancias admisibles sobre la dureza especificada	IRDH	±5	±5	±5	±5	±4	±3
Alarg. de rotura mínimo	%	400	375	300	200	125	100
Deformación remanente por compresión:	%						
después de 70 h a la temperatura normalizada de laboratorio, máximo		12	12	12	15	15	15
		25	25	25	25	25	25
después de 22 h a 70º, máximo							
Envejecimiento: cambio respecto a los valores originales después de 7 días en aire a 70ºC	IRDH						
Dureza, máximo						-5 a +8	±5
Resistencia a la tracción, máximo						-20	-20
Alargamiento en la rotura, máximo						-30 a +10	-40 a +10
	% orig.						
	% orig.						
Inmersión en agua: cambio de volumen después de 7 días de inmersión en agua destilada o desionizada, a 70ºC, máximo	%	0 a +8					
Relajación de esfuerzos a compresión después de 7 días a la temperatura normalizada de laboratorio, máximo.	%	16				18	

En los casos en que la tubería se encuentre en un ambiente muy agresivo, es posible el uso de pinturas y revestimientos protectores como alternativa para resistir el ataque de ácidos o cloruros. Puesto que no es normal que una tubería se encuentre en condiciones de exposición muy agresivas, es necesaria la realización previa de un estudio económico que incluya un análisis de las condiciones de servicio de la conducción y de los factores agresivos detectados.

El uso de tratamientos protectores específicos de sellado de la superficie de la tubería debería limitarse a aquellos casos en los que se presente la mejor relación eficacia / coste para poder cumplir las exigencias de durabilidad.

Pintura de cabezales

Los cabezales destinados a unión elástica deberán ser tratados con una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos que garantice la perfecta conservación de los mismos durante la vida útil de la conducción. Para ello, se someterá a la pletina de acero, previamente a la aplicación de la pintura, a un chorreo con arena hasta un grado ISO-Sa2 que garantice una adecuada preparación de la superficie.

Una vez efectuada la preparación de la superficie, es preciso tratarla con una imprimación epoxi anticorrosiva.

Finalmente, se aplicará la pintura de terminación o acabado que deberá ser una pintura epoxi adecuada para contacto con alimentos sin disolvente. Se aplicará un mínimo de dos o tres capas, según sea necesario hasta alcanzar un espesor total mínimo de 120 micras. La función de estas capas es rellenar el sistema aportando espesor y al mismo tiempo, proteger contra las agresiones externas.

4. ESPESORES Y RECUBRIMIENTOS.

— ESPESOR Y RECUBRIMIENTO EXTERIOR

La tabla siguiente indica el espesor mínimo teórico de la pared del tubo y el espesor mínimo teórico del revestimiento interior para cada diámetro.

- Espesor mínimo teórico tmín.
- Espesor mínimo teórico del revestimiento interior timín., incluida la camisa de chapa

dn/di	tmín. (mm)	timín. (mm)
500	55	20
600	60	20
700	65	20
800	70	20
900	75	20
1 000	80	20
1 100	85	25
1 200	95	25
1 300	105	25
1 400	110	25
1 500	115	25
1 600	125	25
1 800	140	30
2 000	155	40
2 200	170	40
2 400	185	45
2 500	195	45
2 600	200	45
2 800	215	45
3 000	220	45
3 200	230	45
3 500	250	50

En la sección del enchufe macho del tubo, la forma de la boquilla puede reducir el recubrimiento respecto a esta tabla, debiendo mantenerse el diámetro interior.

– RECUBRIMIENTO EXTERIOR

El recubrimiento mínimo sobre los aceros será el mayor de los dos valores siguientes:

1,25 veces el tamaño máximo del árido o:

- 15 mm para los tubos de $d_i < 800$ mm

- 20 mm para los tubos de $d_i > 800$ mm

5. TOLERANCIAS.

– DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO.

d_i	Tolerancia media mm	Tolerancia del valor individual mm
$d_i \leq 500$	$\pm \frac{20d_i}{1000}$	$\pm \frac{40d_i}{1000}$
$500 < d_i < 1200$	$\pm \left(6 + \frac{5d_i}{1000} \right)$	$\pm \left(12 + \frac{d_i}{100} \right)$
$d_i \geq 1200$	± 12	± 24

– ESPESOR DEL TUBO.

El espesor de pared no será inferior al espesor teórico disminuido en el mayor de los valores siguientes: 5% del valor teórico, ó 5 mm. El fabricante establecerá el espesor de pared para cada tipo de diseño dado.

– OVALIZACIÓN DEL TUBO EN LA ZONA DE JUNTA

Las dimensiones de la unión (extremos de tubos) cumplirán las especificaciones de diseño y tolerancias que deberán figurar en la documentación técnica del fabricante, y permitirán satisfacer los requisitos relativos a la estanqueidad de la unión.

Para juntas elásticas la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo no debe exceder del valor mayor de:

- 0,5% del diámetro nominal.

- 5 mm.

El desarrollo de la circunferencia de la superficie interior de la boquilla hembra, no excederá del desarrollo de la circunferencia exterior de la boquilla macho, en más de:

– 5 mm para las juntas de estanqueidad cuyo diámetro (o el lado menor del rectángulo circunscrito) es inferior a 17 mm.

– 6,5 mm para las juntas de estanqueidad cuyo diámetro (o el lado menor del rectángulo circunscrito) es igual o superior a 17 mm.

Para junta soldada las tolerancias sobre los desarrollos de las boquillas terminadas se indican en la tabla siguiente:

Tolerancias sobre las longitudes desarrolladas en mm.		
Todos los diámetros	Boquilla hembra	Boquilla macho
	+8,5 -1,5	+1,5 -8,5

Las tolerancias de la superficie interior de la boquilla hembra y la superficie exterior de las boquillas macho, son las indicadas en la tabla siguiente:

Tolerancias respecto al diámetro nominal de la boquilla en mm para junta soldadas		
di	Boquilla hembra	Boquilla macho
≤ 1500	+7 -3	+3 -7
> 1500	+10 -5	+5 -10

— DIMENSIONES DE LA CAMISA DE CHAPA Y JAULA ARMADURA.

En la camisa de chapa se medirá el perímetro externo. La diferencia de desarrollo respecto a la teórica no será superior a ± 10 mm.

En las jaulas de armadura la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo de armadura no debe ser superior a 10 mm para tubos de diámetro nominal menor o igual a 1000 mm y al 1% del diámetro nominal en diámetros superiores.

El diámetro medio de las jaulas no se diferenciará del teórico en más de 5 mm para tubos de diámetro nominal menor o igual a 1000 mm y el $\pm 5\%$ del espesor nominal en los diámetros mayores.

— LONGITUD

Se seguirán los criterios siguientes:

- La longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico, es especificada por el fabricante y está sujeta a una tolerancia de ± 10 mm para los elementos rectos y de ± 20 mm para los otros elementos.

- La longitud útil teórica especificada por el fabricante, es igual a la longitud teórica interior del cuerpo cilíndrico incrementada en la holgura de junta existente entre el extremo macho y el fondo de la hembra. La holgura de junta debe tener una tolerancia ($\pm$) especificada por el fabricante para el caso de tendido recto y para el caso de deflexión angular.

La relación entre la longitud útil teórica y el di expresado en mm, de un tubo no excederá de 21.

– JUNTAS DE MOLDES

La tolerancia para las juntas de moldes será tal que el resalto que origine en el paramento de hormigón del tubo no exceda de 5 mm. Si se sobrepasa este valor máximo, deberá repasarse la junta, especialmente en el caso de núcleos de tubos de hormigón postesado, para lograr la aplicación directa del alambre de pretensar, en toda su longitud, sobre la superficie exterior del hormigón del núcleo.

- RECTITUD DE GENERATRICES

Las generatrices interiores de los tubos no presentarán una desviación superior al mayor de los valores siguientes:

- 0,5% de la longitud interna del tubo.

- 5 mm.

– ORTOGONALIDAD DE EXTREMOS

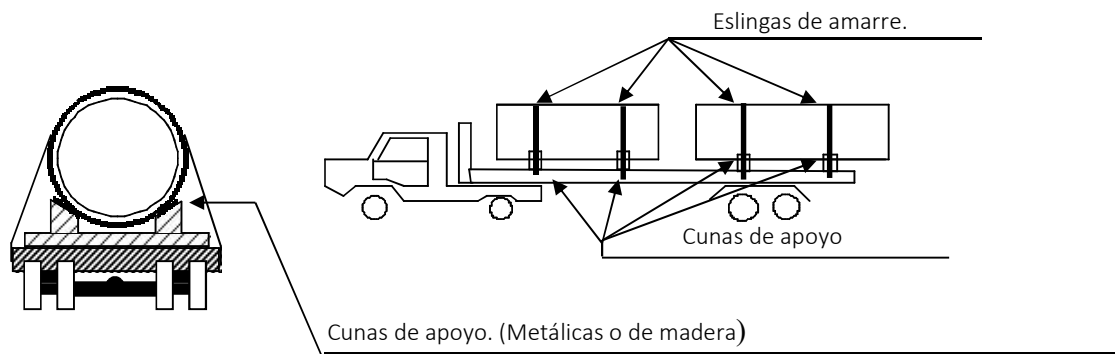
El descuadre máximo admisible en los extremos de los tubos será de 0,02 di, con un mínimo de 10 mm pero sin superar en ningún caso los 20 mm.

Recomendaciones para el transporte y montaje de la tubería.

TRANSPORTE.-

El transporte de los tubos se deberá realizar de manera que éstos no sufran ningún daño motivado por el inadecuado “EMBALAJE” de los mismos. Para ello se acondicionarán “CUNAS” que acopladas al vehículo que los transporte imposibiliten el movimiento, contacto entre ellos, etc., siendo imprescindible el “AMARRE” al vehículo por medio de bandas textiles adecuadas.

Esto será de aplicación incluso para los posibles “trasiegos” de tubería a lo largo de la obra.

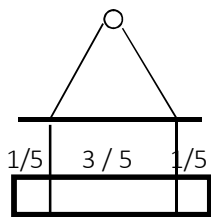


La obra garantizará la preparación y mantenimiento de los accesos aptos para permitir la entrada a la misma de camiones tipo tráiler con 25 toneladas. No se admitirán caminos de acceso estrechos, problemas de pasos inferiores o superiores (limitaciones de peso y galibo) y las pendientes máximas que admiten este tipo de camiones son del 6%.

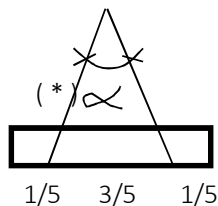
DESCARGA Y ACOPIO EN OBRA.-

La descarga en obra se deberá realizar con grúas o elementos adecuados al peso del tubo y empleando banda textil adecuada para evitar daños en la superficie del tubo.

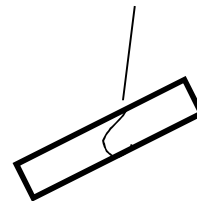
En el caso de que el tubo no pueda ser montado directamente del medio de transporte al lugar definitivo, se deberá acopiar lo más cercano posible al mismo, para evitar acarreo posteriores.



Con Palonier. SI



Con Eslinga. SI

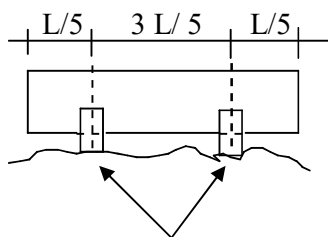


AHORCADO. NUNCA

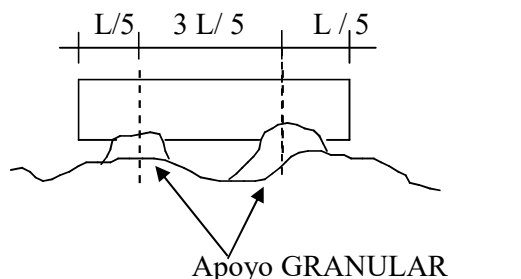
(*) Teniendo en cuenta las condiciones de seguridad del fabricante de la eslinga (ángulo de carga de las eslingas).

El tubo deberá dejarse apoyado sobre madera o material exento de elementos punzantes, piedras, hierros, etc., que puedan dañar la superficie de hormigón. Durante el acopio de los tubos se cuidará especialmente evitar el contacto de las boquillas con el terreno debiéndose mantener limpias y evitando cualquier acción que pueda dañar la pintura de protección o la geometría de los mismos.

Si los tubos llegan a obra con puntales en el interior, éstos no se quitarán hasta una vez montado el tubo.



Cunas de MADERA



Apoyo GRANULAR

MONTAJE DE LA TUBERÍA

En el montaje de la tubería hay que tener en cuenta el tipo de UNION o JUNTA de la que constan los tubos de hormigón armado o postesado con camisa de chapa, la cual puede ser ELÁSTICA o para SOLDAR y la clase de apoyo que sirve de asiento al tubo:

“GRANULAR A 90º U HORMIGÓN A 120º”

PROCEDIMIENTO.-

- Consideraciones generales:

Una vez terminada la zanja se procederá al compactado del fondo de la misma, el fondo de la zanja debe soportar el peso de la conducción y del relleno sin que se produzcan asientos diferenciales. Estos asientos pueden provocar esfuerzos no considerados en el cálculo o agotar la deflexión máxima admitida en el caso de juntas elásticas, dejando la rasante conforme al perfil longitudinal del proyecto. En caso de que aparezcan blandones del terreno o su consistencia no sea la adecuada, se deberá reforzar la zona mediante un vaciado de la misma, reponiendo hasta la rasante de proyecto con materiales que sean los adecuados como son: Hormigón pobre, grava, bolos, etc. En el caso de que la zanja se sitúe en zona de roca, es imprescindible que los repiés sobresalientes queden siempre a cota inferior de solera de asiento, evitando el punzonamiento del tubo en su posterior montaje.

La zanja durante el montaje-enchufe de la tubería, tanto si el tubo es de junta para soldar como si es de junta elástica, deberá obligatoriamente EVITARSE LA PRESENCIA DE AGUA. En zonas donde el nivel freático es alto, se tendrán que poner los medios adecuados, métodos de achique como bombas, drenajes, well-point, etc., para que las operaciones de enchufe de la tubería con junta elástica como soldada, se hagan en condiciones perfectamente secas. Con esto evitaremos el posible arrollamiento de la junta tórica y soldaduras deficientes.

La zanja de alojamiento deberá estar rasanteada y con las dimensiones mínimas en su base del valor del DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO incrementado en 0,5 m., a cada lado del mismo, para que se pueda garantizar la realización del apoyo, bien de material granular u hormigón, y la realización del compactado de los RIÑONES con las debidas garantías.

El relleno posterior del tubo, hasta alcanzar al menos 30 cm. sobre la generatriz superior del mismo, se realizará por tongadas con material seleccionado exento de bolos y añadiéndolo alternativamente a ambos lados del tubo para evitar el desplazamiento de éste. La compactación se realizará con los medios adecuados (pisón, bandeja, vibrante, etc.), de modo que no se apliquen al tubo cargas superiores a las consideradas en el cálculo.

Antes de continuar con el resto del relleno es conveniente dejar pasar unos siete días y regar abundantemente.

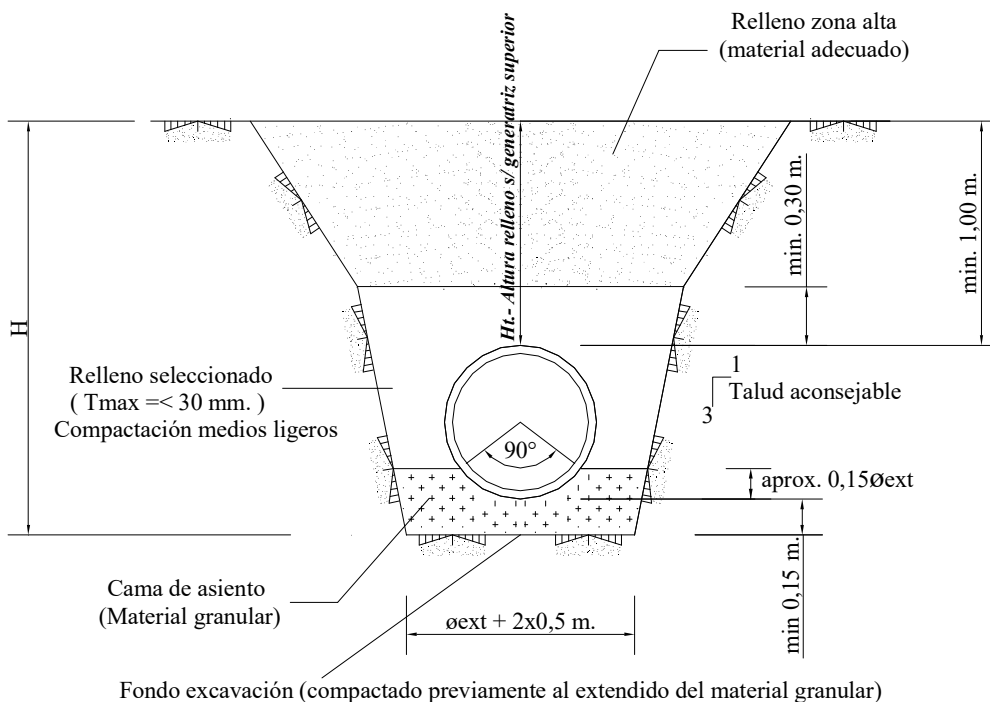
A partir de los 30 cm., sobre la generatriz superior del tubo, la altura total de relleno se conseguirá aportando el material necesario de acuerdo con las condiciones del proyecto.

No podrán aplicarse cargas móviles (vehículos) sobre la conducción hasta que el relleno supere un metro sobre la generatriz superior del tubo, siempre que éstos hayan sido considerados en el dimensionamiento del tubo.

SECCIONES TIPO DE PUESTA EN OBRA DE TUBERÍA

1º APOYO GRANULAR CON RELLENO DE ZANJA COMPACTADO

NUNCA COMPACTAR CON VIBRACIÓN hasta $H > 2\text{m}$.



Granulometría:	TAMIZ	% QUE PASA
(Cama de asiento)	3 / 4" (20 mm)	100
	1 / 2" (13 mm)	90
	3 / 8" (10 mm)	40-70
	nº 4 (5 mm)	0-15
	nº 8 (3-4 mm)	0-5

El uso de esta granulometría es orientativa, se pueden admitir similares, pero nunca con un tamaño máximo de árido superior a 20 mm. Es aconsejable el empleo en solera la arena de río por su uniformidad de tamaños y el buen asiento que proporciona al tubo.

¡NUNCA SE COMPACTARÁ LA SOLERA DE APOYO DE MATERIAL GRANULAR!

PROCEDIMIENTO RECOMENDADO

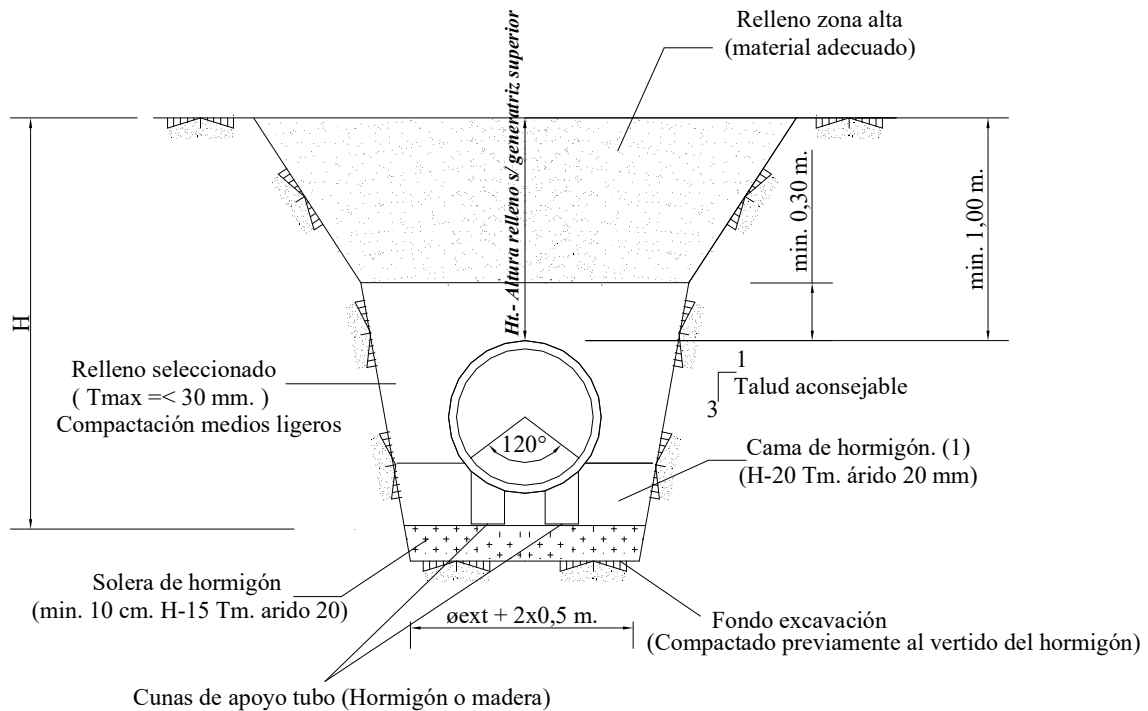
Una vez terminada la zanja, se procederá al compactado del fondo de la misma, procurando dejarlo perfectamente rasanteado conforme al longitudinal del proyecto. Se repartirá el material granular de la solera (mín. 0,15 m.) rastrillándolo, de tal forma que quede lo más esponjoso y suelto posible, de manera que al apoyar el tubo, éste, formará un alojamiento adecuado, repartiendo su carga en una superficie tal que pueda soportar fácilmente las fases posteriores.

A continuación se rellenará con material granular la zona restante hasta completar el apoyo a 90º previsto en el cálculo (hay que arropar el tubo mín. 0,15 x Øext.). Este relleno se compactará con medios ligeros asegurando que el tubo quede apoyado en toda su superficie. Una forma de conseguir esto es regando abundantemente pero sin anegar.

El relleno posterior del tubo hasta una cota de 60 cm., sobre la generatriz del mismo, se realizará por tongadas, añadiendo el material alternativamente a los lados para evitar el desplazamiento del tubo compactando con medios adecuados (pisón, bandeja vibrante, etc.)

Es conveniente dejar pasar unos días (7) hasta el comienzo del posterior relleno, y durante ese período regar abundantemente.

2º APOYO HORMIGÓN A 120º CON RELLENO DE ZANJA COMPACTADO



(1).- COMPROBAR HUECO DEBAJO GENERATRIZ INFERIOR. (MIN.- 12 CM.)

PROCEDIMIENTO RECOMENDADO

Una vez terminada la zanja, se procederá al extendido del hormigón de presolera cuidando su rasante de acuerdo con las pendientes del longitudinal de proyecto. Esta solera se deberá mantener sin cargar por lo menos 24 horas.

Se colocarán los APOYOS (dados de hormigón o madera a ambos extremos del tubo), procediéndose al montaje de los tubos, se dejará por lo menos 12 cm., de la generatriz inferior del mismo a la solera de hormigón, para garantizar que la cama embebe toda la sección y por tanto el apoyo es continuo. Una vez comprobado que debajo de los tubos hay espacio suficiente para el "PASE" del hormigón, se verterá la cama de hormigón de consistencia muy plástica, procurando asegurarse de que el mismo "PASA" por debajo del tubo, completándose la misma hasta los 120º considerados como apoyo.

El relleno posterior de la zanja se realizará en tongadas con terreno seleccionado, realizándose la compactación del mismo con medios adecuados y sin vibración completándose hasta 60 cm. por encima de la generatriz superior del tubo. Se

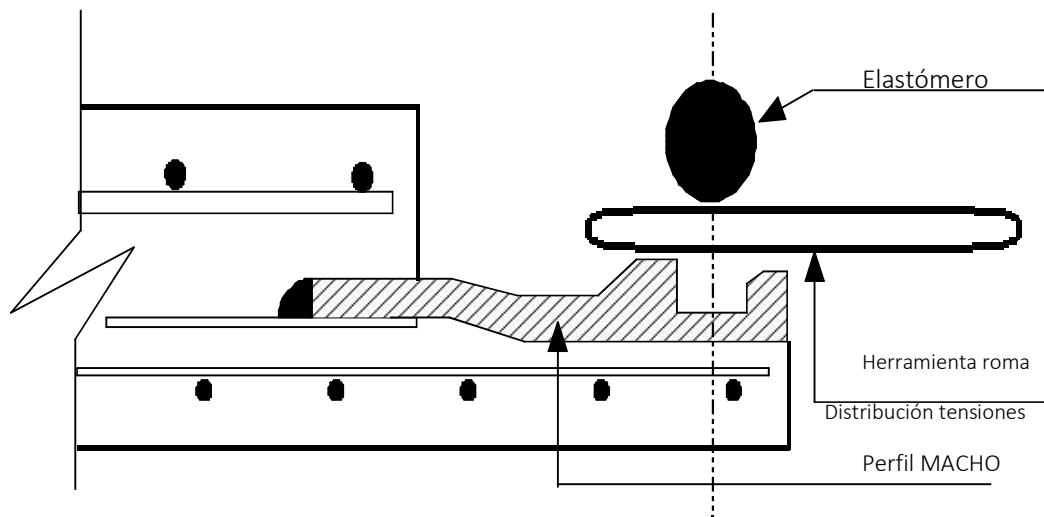
completará el relleno previsto sobre el anterior con terreno adecuado con un tamaño máximo de 30 mm., y NUNCA CON VIBRACIÓN hasta que el relleno alcance 2 m., sobre la generatriz superior del tubo.

JUNTA ELÁSTICA

Además de las consideraciones establecidas para los tubos con junta para soldar se tomarán las siguientes precauciones:

1º.- Se revisará en toda su longitud la junta de goma a emplear, comprobándose su estado.

2º.- Antes de aproximar el tubo, se colocará la junta en su alojamiento de la boquilla macho, realizando una distribución de TENSIONES mediante un útil metálico, limpio y sin punta; para ello se introducirá el útil entre la junta y su alojamiento, desplazando éste a lo largo de la circunferencia de la boquilla macho. Este movimiento se realizará dos veces por lo menos.



3º.- Con un lubricante adecuado, grasa especial, jabón neutro, etc., se impregnará la junta y la boquilla hembra, cuidando que queden perfectamente limpias de cualquier elemento extraño que pueda dañar la goma.

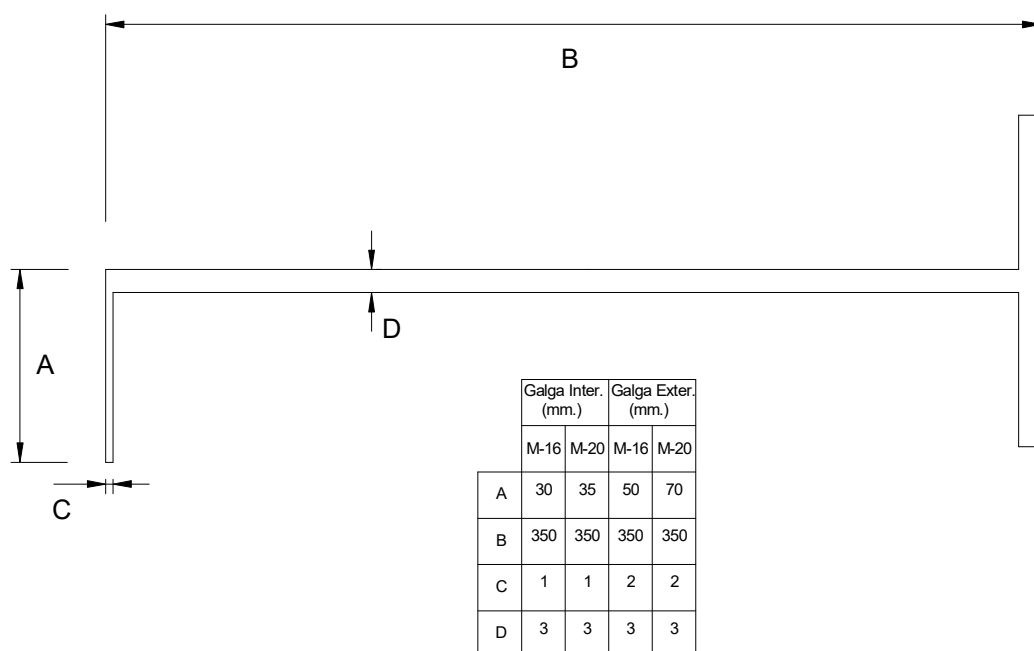
4º.- Se embocará el macho, con la junta de goma, a la hembra, comprobándose que están concéntricas y que la goma está en su alojamiento y sin torsiones.

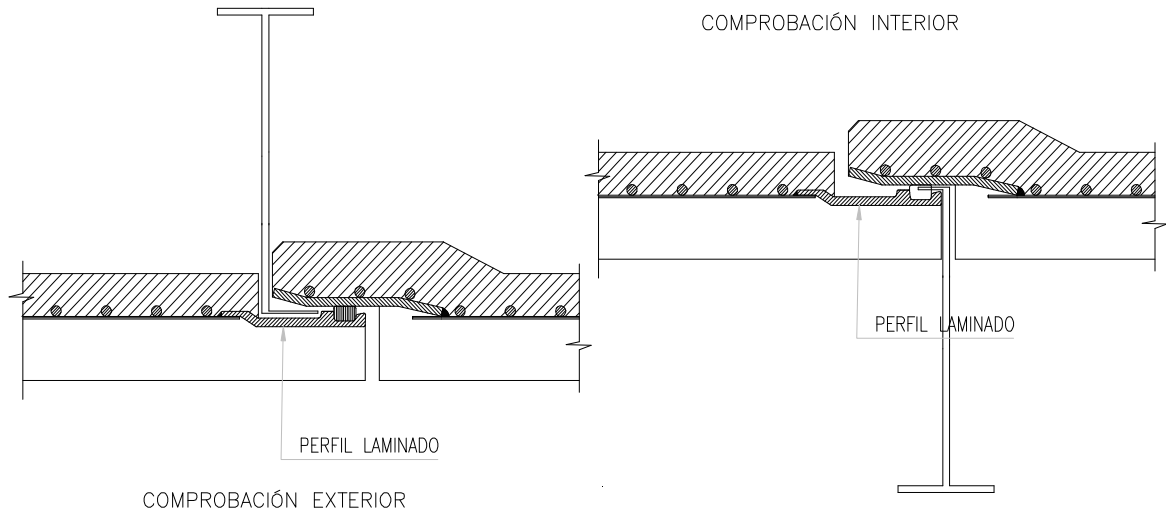
5º.- Con los medios elegidos para el apriete, oleo hidráulicos o mecánicos, se comenzarán a apretar los tubos hasta que se venza la resistencia que el acople de la junta oponga, siempre con movimientos suaves y continuos.

6º.- Los tubos se enchufarán hasta la marca que figura en las boquillas y antes de soltar el tubo de la grúa se realizará una inspección visual de la junta, tanto interiormente como exteriormente, comprobando que la maniobra es correcta y que la junta de goma está alojada perfectamente en su sitio y no ha recibido ningún tipo de daño.

EVITAR LA PRESENCIA DE AGUA EN EL MONTAJE

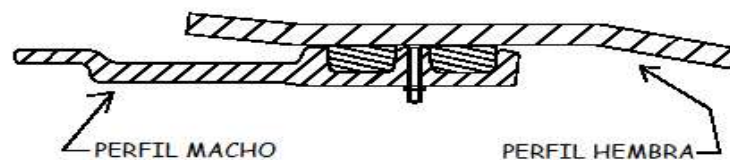
7º.- Para la junta elástica Prefabricados Delta ha desarrollado un sistema de comprobación de la junta para ver si está perfectamente colocada en su alojamiento y no arrollada. Una vez enchufada la tubería se puede comprobar exteriormente e interiormente por la abertura que queda entre los cabezales mediante dos galgas en forma de “L”, la galga exterior es adecuada para comprobar todo el perímetro salvo la zona inferior, donde está apoyado el tubo, que se efectuará por la parte interior. Estas galgas son un sistema de pasa o no pasa, donde si existe cualquier pinzamiento de la goma, la galga choca contra la goma si es comprobada con la galga exterior y gira totalmente dentro de la acanaladura si la comprobación de la galga es interior. (Ver figuras)





En caso de que se observe alguna anomalía se desmontará el tubo y se comprobará el estado de la junta, sustituyéndola en cualquier caso.

8º.- Prefabricados Delta ha desarrollado para instalaciones de tubería de presión de gran diámetro la introducción de la doble junta elástica con válvula de comprobación para su tubería de hormigón armado con camisa de chapa.



Este tipo de perfil doble monta, entre ambos alojamientos de la junta, una válvula que nos permitirá una vez realizado el enchufe de dos tubos, poder comprobar la estanqueidad de la unión en ese momento y con una total garantía.

El procedimiento es muy sencillo y se realiza simultáneamente al propio montaje de la conducción, con lo cual no afecta al rendimiento del montaje.

Una vez enchufados dos tubos, el montador se introduce en el interior del mismo.

La prueba la realizaremos con una bomba/compresor de aire autónomo recargable que dispone a su vez de un dispositivo con manómetro y válvulas de llenado y vaciado, lo cual nos permitirá ir viendo la presión que se va suministrando en cada momento hasta alcanzar el valor deseado (3 atm).

Alcanzado el valor de la presión impuesto en la prueba, se parará la bomba y se determinará el tiempo de espera tras el cual, se comprobará que dicho valor de presión no ha variado. De esta manera verificamos que las juntas nos ofrecen una total estanqueidad en la unión de esos dos tubos.

Este mismo procedimiento se repetirá cada vez que se vayan montando los sucesivos tubos.

Tanto en la junta para soldar como en la elástica, es conveniente al comenzar el trabajo de montaje, inspeccionar los últimos tubos montados anteriormente, mediante inspección ocular, comprobando que no han sufrido movimientos de desajuste en su enchufe; esta práctica es imprescindible en tiempo en que el diferencial de temperatura entre el día y la noche sea apreciable, ya que los movimientos de dilatación de los tubos suelen ser importantes por esa causa. También es conveniente comprobar el correcto emplazamiento del tubo en cuanto a su posición en la “ZANJA”, viendo que no ha sufrido “CABECEO” o “DESPLAZAMIENTO” en su “LINEA” al quedar ubicado en su apoyo; esta comprobación es imprescindible cuando el tipo de poyo empleado es el GRANULAR.

JUNTA PARA SOLDAR

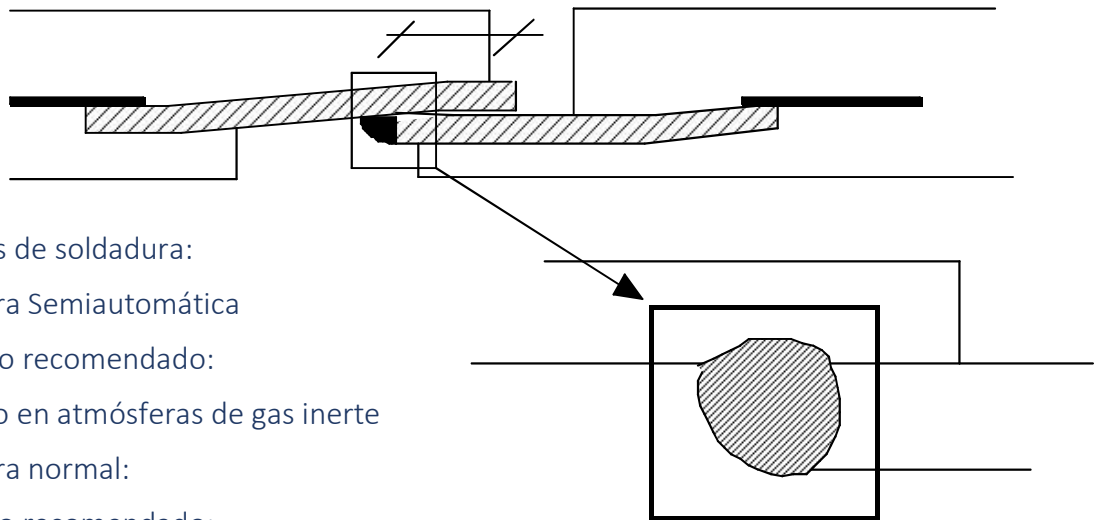
Se comprobarán que las boquillas del enchufe macho y hembra, no hayan sufrido deformación o golpes durante la manipulación en fábrica, transporte a obra o descarga en la misma, haciendo una verificación ocular de los mismos; seguidamente se limpiarán las boquillas, en toda su superficie, de cualquier resto de hormigón, desencofrante o grasa que pudiera estar adherida.

Se suspende el tubo en las eslingas o elementos previstos para el montaje y se procede a su bajada a la zanja o lugar establecido, se aproxima a los tubos existentes haciendo coincidir sus ejes. Con un movimiento suave de aproximación se hacen encajar las boquillas, hasta la profundidad adecuada para poder soldar

cómodamente. El solape mínimo será de 5 cm. y el máximo será el que permita acceder con el electrodo o la pistola de soldadura a la unión a soldar (detalles), dejando el tubo en el asiento en posición.

Se puede colocar una madera por el exterior o por el interior, de medidas adecuadas para evitar un enchufe excesivo que dificulte la soldadura. Si es necesario se empleará un tráctel o útil adecuado.

La soldadura debe ser realizada por un soldador homologado. Una norma de buena ejecución es la que “El cordón de la soldadura deberá tener su garganta de tal forma que el solape de las boquillas quede cubierto por él”.



Métodos de soldadura:

Soldadura Semiautomática

Electrodo recomendado:

Continúo en atmósferas de gas inerte

Soldadura normal:

Electrodo recomendado:

Revestimiento Básico o Celulósico

Los parámetros de soldadura a fijar por el soldador.

A partir de un espesor de boquilla de 8 mm., es prácticamente necesario realizar dos pasadas para la perfecta ejecución de la soldadura.

Durante la ejecución de la soldadura en obra, es necesario dejar juntas de dilatación, para ello se dejará sin soldar una de cada cuatro juntas. En cualquier caso no se mantendrán conducciones soldadas sin cubrir debido al efecto negativo de las dilataciones.

En fuertes pendientes, la soldadura de los tramos deberá realizarse en sentido de la contra pendiente.

La comprobación a estanqueidad de las soldaduras se realizará por medio de líquidos penetrantes o por cualquier procedimiento que la Dirección de obra estime oportuno.

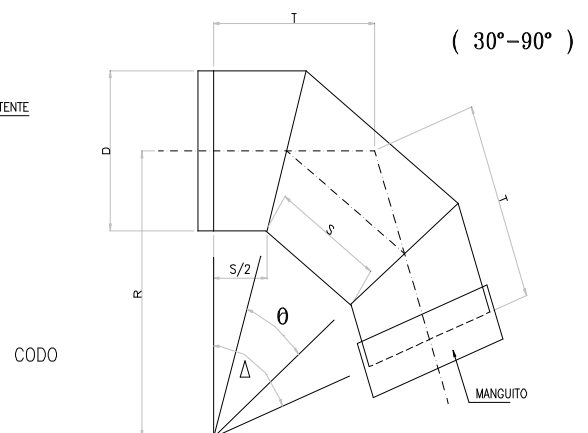
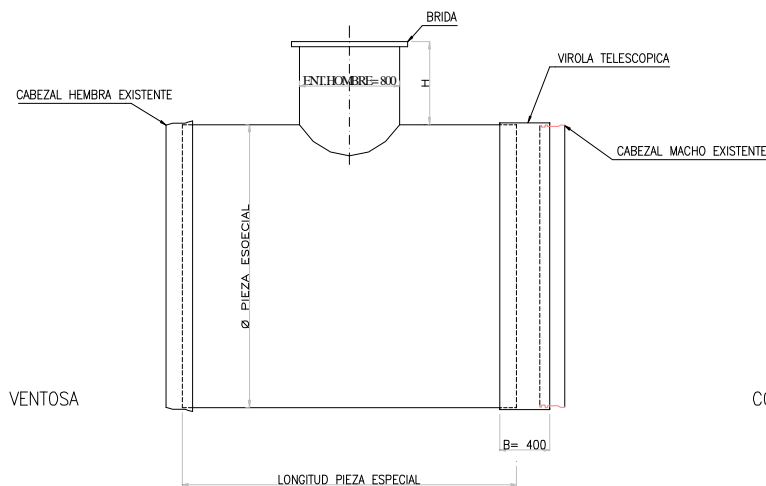
PIEZAS ESPECIALES.-

Las piezas para este tipo de tubería se fabrican fundamentalmente en chapa de acero, teniendo en cuenta para su cálculo la presión interior a la que van a estar sometidas. Las piezas especiales se diseñan con la geometría que permita su montaje, teniendo en cuenta el diámetro en las boquillas metálicas de la tubería en la que van a ir instaladas.

Estas piezas pueden fabricarse con la junta elástica o soldada dependiendo de la junta que tenga la conducción principal.

Las piezas especiales se pueden fabricar también en el mismo material en tubo de hormigón con camisa de chapa y Prefabricados Delta dispone de medios para ejecutarlas.

Existen dos tipos de montaje, cuando existe un trabajo de topografía detallado y están definidas las piezas a priori, con lo cual se pueden ir fabricando conforme se efectúa el montaje lineal de la tubería. También existe la posibilidad de ir montando la tubería e ir dejando los huecos de los accesorios y posteriormente realizar las medidas de las piezas para posteriormente fabricarlas y montarlas.



Las piezas se fabricaran con una protección epoxi interior y exteriormente pueden ir hormigonadas en obra o con la protección exterior anticorrosiva que se

considere oportuna. En el caso del hormigón se recomienda aprovechar éste en el anclaje de la pieza especial ya sea un codo, Te, cambio de dirección, reducción, etc.

Estos anclajes de hormigón de las piezas especiales serán efectuados en obra y deberán asegurar el perfecto asiento de la conducción. Para ello es importante hormigonar la pieza de manera correcta, proponiendo dos alternativas como las correctas:

- 1) Hacer una losa de asiento del macizo de anclaje.
- 2) Evitar que el hormigón cizalle al tubo en ángulos de 90°.

Rendimientos medios de montaje.

Se considera una traza de dificultad normal con buenos accesos., con una posición de grúa se deben montar al menos 3 tubos.

JUNTA ELÁSTICA. Rendimiento medio con un equipo de montaje formado por:

Un montador y dos ayudantes hasta diámetro 1.500 mm.

Un montador y tres ayudantes para diámetros superiores a 1.500 mm.

JUNTA PARA SOLDAR. Rendimiento medio considerando soldaduras, pruebas de las mismas por líquidos penetrantes y recibidos con mortero de cemento de las juntas exteriores e interiores:

3 equipos de soldadura.

2 equipos manguitos interiores y 2 equipos manguitos exteriores.

Diámetro mm.	Long. Tubo m.	Peso Ton.	Rend Uds/día (8 h.)	Grúa Ton.
1.100	6,50	6,50	20	50
1.200	6,50	8,00	18	70
1.300	6,50	9,00	18	70
1.400	6,50	9,80	18	70
1.500	6,00	10,00	16	90
1.600	6,00	13,00	16	90
1.800	7,00	18,50	16	120
2.000	7,00	24,00	14	150
2.200	6,50	24,00	12	150
2.500	5,00	24,00	8	150

Innovación, junta doble.

Prefabricados Delta en la constante búsqueda de mejora e innovación que se marca para la fabricación de todos sus productos, ha desarrollado para instalaciones de tubería de presión de gran diámetro (DN1600 a DN2500 mm) la introducción de la doble junta elástica con válvula de comprobación para su tubería de hormigón armado y postesado con camisa de chapa.

Certificados de Calidad.

Prefabricados Delta como empresa de primera línea en su sector, considera prioritario la Calidad de sus productos, el respeto del Medio Ambiente y la Prevención de Riesgos Laborales de sus trabajadores. Prueba de este interés es la implantación de un Sistema de Calidad y un sistema de Gestión Medioambiental certificado por AENOR, basados en la norma UNE-EN-ISO 9001 y UNE-EN-ISO 14001, así como la implantación de un Sistema de Prevención de Riesgos Laborales basados en la especificación OHSAS-18001.

En cuanto al tubo de hormigón con camisa de chapa, Prefabricados Delta cuenta con la certificación de producto para la tubería de hormigón con camisa de chapa según DIT Nº 445 (Documento de Idoneidad Técnica) emitido por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

Política medioambiental.

Prefabricados Delta, S.A., como empresa de primera línea en su sector, considera prioritario el respeto al medio ambiente y es plenamente consciente de la necesidad de aunar esfuerzos en vías de conseguir un desarrollo sostenible.

Prueba de este interés es la implantación en sus factorías de un Sistema de Gestión Medioambiental basado en la norma UNE-EN ISO 14.001:1996, Certificado AENOR CGM-00/080, que viene aplicándose desde abril del año 2000.

La política medioambiental de Prefabricados Delta, S.A. es la siguiente:

- El cumplimiento de la normativa, las leyes, y otros compromisos aplicables suscritos por la Empresa.
- El establecimiento de una planificación para la disminución de los impactos ambientales significativos.
- La mejora continua mediante el análisis y la minimización de las incidencias medioambientales surgidas como consecuencia de su actividad y las actuaciones de prevención de la contaminación, reducción de residuos y optimización del consumo de recursos.
- La implicación de las partes interesadas (clientes, subcontratistas y personal propio) en la gestión medioambiental.

Coherentes con esta política, desde Prefabricados Delta, S.A. estamos a disposición de nuestros clientes para colaborar en este campo dentro de nuestra relación comercial.



TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

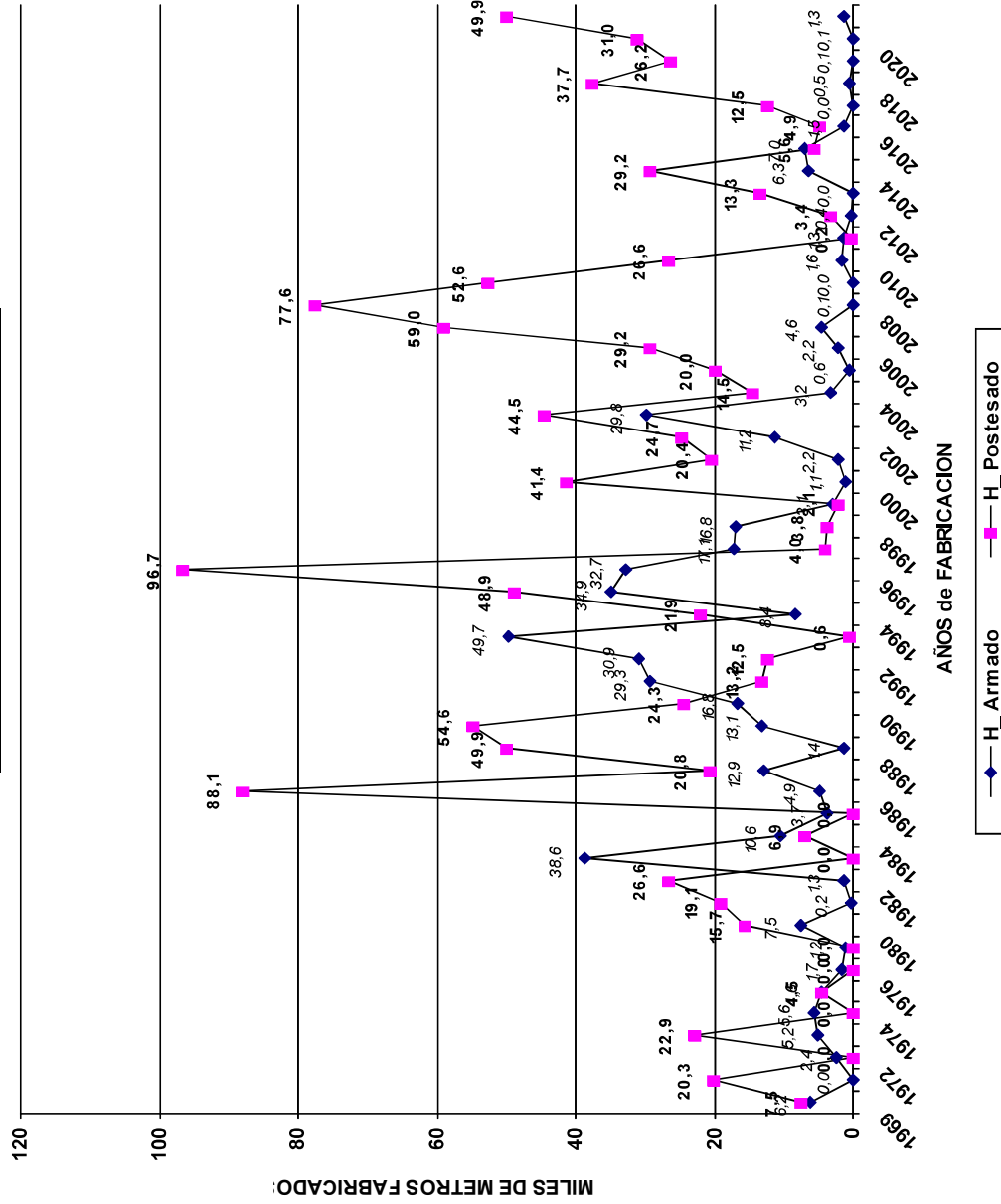
- ANEJO 1: Listado de Referencias



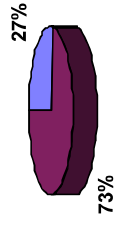
Prefabricados
DELTA, S.A.

TUBERIAS DE HORMIGON CON CAMISA DE CHAPA.

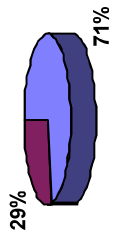
FABRICACION DE TUBERIA POR AÑOS



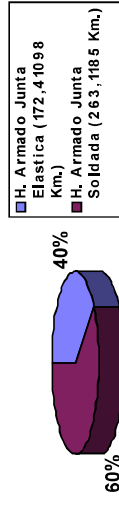
Distribucion por TIPO DE TUBERIA.



Distribucion por TIPO DE JUNTAS.



H. Armado Distribución por TIPO DE JUNTA

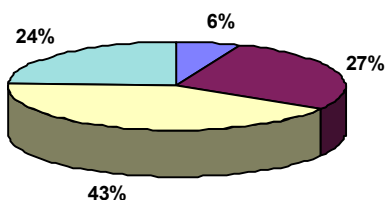


H. Postesado Distribución por TIPO DE JUNTA



TUBERIA FABRICADA POR USOS

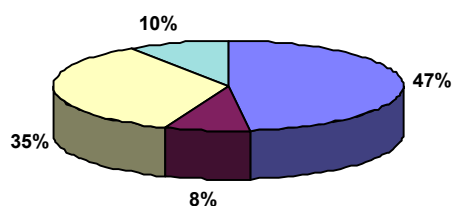
ABASTECIMIENTOS DISTRIBUCION POR CLASE



ABASTECIMIENTOS.-

H. Armado Junta Elastica	44.328,00
H. Postesado Junta Elastica	301.994,00
H. Armado Junta Soldada	194.927,00
H. Postesado Junta Soldada	172.263,00
Total	713.512,00

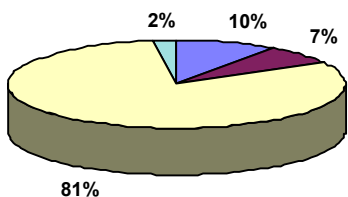
SANEAMIENTO DISTRIBUCION POR CLASE



SANEAMIENTOS.-

H. Armado Junta Elastica	48.799,50
H. Postesado Junta Elastica	35.105,50
H. Armado Junta Soldada	7.744,00
H. Postesado Junta Soldada	9.666,00
Total	101.315,00

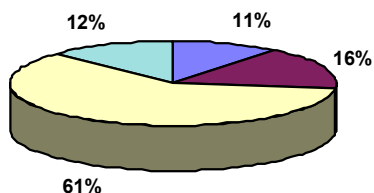
RIEGOS DISTRIBUCION POR CLASE



RIEGOS.-

H. Armado Junta Elastica	78.922,48
H. Postesado Junta Elastica	651.346,25
H. Armado Junta Soldada	56.475,50
H. Postesado Junta Soldada	18.507,00
Total	805.251,23

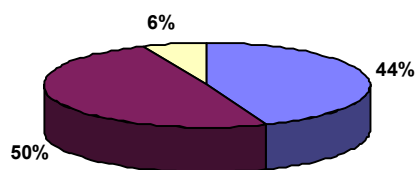
TOTALES DISTRIBUCION POR CLASE



POR CLASE DE TUBERIA

H. Armado Junta Elastica	172.310,98
H. Armado Junta Soldada	263.118,50
H. Postesado Junta Elastica	988.775,75
H. Postesado Junta Soldada	200.436,00
Total	1.624.641,23

DISTRIBUCION POR USO



POR USO.-

ABASTECIMIENTO	713.512,00
RIEGO	805.251,23
SANEAMIENTOS	101.315,00
Total	1.620.078,23

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1969	CANAL DE ISABEL II ARTERIA CINTURA SUR	MADRID	1600	11	11	6.200,0	ABAST.
1972	ENSIDESA FACTORIA ENSIDESA	OVIEDO	1250	10	10	480,0	ABAST.
1972	CANAL ISABEL II CARRETERA LA PLAYA	MADRID	600	6	6	1.950,0	ABAST.
1973	CANAL DE ISABEL II ARTERIA LEGANES	MADRID	800	6	6	443,0	ABAST.
1973	CANAL ISABEL II PLAZA DE CASTILLA	MADRID	800	7	7	550,0	ABAST.
1973	CANAL ISABEL II ABASTEC. MADRID	MADRID	900	3	3	297,0	ABAST.
1973	CANAL ISABEL II ABASTEC. MADRID	MADRID	1600	3	3	561,0	ABAST.
1973	CANAL DE ISABEL II ARTERIA LEGANES	MADRID	900	10	10	2.477,0	ABAST.
1973	CANAL ISABEL II PLAZA DE CASTILLA	MADRID	600	7	7	850,0	ABAST.
1974	CANAL ISABEL II ARTERIA GETAFE I	MADRID	1600	3	7	1.595,0	ABAST.
1974	CANAL ISABEL II GARCIA NOBLEJAS	MADRID	600	7	7	2.586,0	ABAST.
1974	CANAL ISABEL II AVDA. DE LA PAZ	MADRID	600	7,5	9	1.330,0	ABAST.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1974	CANAL DE ISABEL II ART. 5 AVDA. LA PAZ	MADRID	900	7,5	7,5	55,0	ABAST.
1975	CANAL DE ISABEL II ARTERIA DE GETAFE	MADRID	1250	8	10	4.330,0	ABAST.
1975	CANAL DE ISABEL II ARTERIA DE GETAFE	MADRID	900	10	10	283,0	ABAST.
1976	AYUNTAMIENTO GRANADA EDAR GRANADA	GRANADA	1250	2,5	2,5	165,0	SANEAM.
1976	CANAL DE ISABEL II ARTERIA DE MORATALAZ	MADRID	800	9	10	1.486,0	ABAST.
1979	CANAL DE ISABEL II ART. 5 AVDA. LA PAZ	MADRID	900	6	8	1.171,0	ABAST.
1980	CANAL DE ISABEL II ARTERIA DE MOSTOLES	MADRID	1000	15	15	7.463,0	ABAST.
1981	AYUNTAMIENTO MADRID EDAR REJAS	MADRID	1000	1	1	154,0	SANEAM.
1982	AYUNTAMIENTO DE MADRID SANEAMIENTO MADRID	MADRID	1500	1	1	560,0	SANEAM.
1982	AYUNTAMIENTO MADRID EDAR REJAS	MADRID	1200	1	1	322,0	SANEAM.
1982	CANAL ISABEL II ARTERIA POZUELO	MADRID	1000	12	12	182,0	ABAST.
1982	AYUNTAMIENTO MADRID EDAR REJAS	MADRID	800	1	1	266,0	SANEAM.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1983	CANAL DE ISABEL II ARTERIA POZUELO	MADRID	600	6	11	7.539,0	ABAST.
1983	AYUNTAMIENTO DE MALAGA MALAGA SANEAMIENTO	MALAGA	1200	3	3	1.522,0	SANEAM.
1983	AYUNTAMIENTO DE MALAGA MALAGA SANEAMIENTO	MALAGA	1000	3	3	1.140,0	SANEAM.
1983	AYUNTAMIENTO DE MALAGA MALAGA SANEAMIENTO	MALAGA	900	3	3	5.245,0	SANEAM.
1983	AYUNTAMIENTO DE MALAGA MALAGA SANEAMIENTO	MALAGA	600	3	5	6.326,0	SANEAM.
1983	AYUNTAMIENTO DE MALAGA MALAGA SANEAMIENTO	MALAGA	700	3	3	6.969,0	SANEAM.
1983	AYUNTAMIENTO DE MALAGA MALAGA SANEAMIENTO	MALAGA	800	3	5	9.812,0	SANEAM.
1984	CANAL DE ISABEL II 2ª ART. MAJADAHONDA	MADRID	1600	5	8	10.368,0	ABAST.
1984	CONSORCIO DE ABASTECIM. Y SANEAM. DEL GRAN BILBAO UGARTE BALLONTI	BILBAO	900	10	14	224,0	ABAST.
1985	CANAL DE ISABEL II ART. CTRA. ANDALUCIA	MADRID	900	20	20	3.682,0	ABAST.
1986	ABAST. CEUTA	CEUTA	700	3	3	504,0	ABAST.
1986	COMUNIDAD MADRID EDAR MOSTOLES	MADRID	700	1	1	161,0	SANEAM.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1986	CONSORCIO DE ABASTECIM. Y SANEAM. DEL GRAN BILBAO UGARTE BALLONTI	BILBAO	1100	10	14	4.215,0	ABAST.
1987	CONFEDERACION GUADALQUIVIR DEP. GRANADA	GRANADA	1000	2	2	42,0	SANEAM.
1987	AYUNTAMIENTO DE MALAGA COLECT. TORREMOLINOS	MALAGA	1000	1	1	3.738,0	SANEAM.
1987	CONFEDERACION GUADALQUIVIR DEP. GRANADA	GRANADA	800	2	2	282,0	SANEAM.
1987	AYUNTAMIENTO DE MALAGA COLECT. TORREMOLINOS	MALAGA	1100	1	1	3.522,0	SANEAM.
1987	AYUNTAMIENTO DE MALAGA COLECT. TORREMOLINOS	MALAGA	800	1	1	858,0	SANEAM.
1987	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL NORTE ARRIAGA-KURKUDI	BILBAO	1500	10	14	4.500,0	ABAST.
1988	CONFEDERACION SUR SANEAMIENTO MALAGA	MALAGA	1100	1	1	150,0	SANEAM.
1988	CANAL ISABEL II Y COMUNIDAD DE MADRID RETR.POLID.ORCASITAS	MADRID	600	16	16	231,0	ABAST.
1988	CONFEDERACION SUR SANEAMIENTO MALAGA	MALAGA	1300	1	1	174,0	SANEAM.
1988	CONFEDERACION SUR SANEAMIENTO MALAGA	MALAGA	1000	1	1	150,0	SANEAM.
1988	CONFEDERACION SUR SANEAMIENTO MALAGA	MALAGA	1600	1	1	702,0	SANEAM.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1989	DIRECCION GENERAL CARRETERAS VIA BORDE HORTALEZA	MADRID	1250	13,5	13,5	50,0	ABAST.
1989	CCAAIT MINITRASVASE TUNEL	TARRAGONA	1600	8	12	1.519,0	ABAST.
1989	CCAAIT MINITRASVASE TOMA	TARRAGONA	1600	8	12	1.211,0	ABAST.
1989	AYUNTAMIENTO MALAGA COSTA DEL SOL	MALAGA	700	3	3	476,0	SANEAM.
1989	CANAL ISABEL II TORRELAGUNA	MADRID	1600	2,5	2,5	644,0	ABAST.
1989	JUAN NICOLAS	MADRID	1500	1	1	322,0	SANEAM.
1989	CCAAIT MINITRASVASE TOMA	TARRAGONA	1600	8	12	4.802,0	ABAST.
1989	CANAL ISABEL II ARTERIA POZUELO	MADRID	600	12	12	1.722,0	ABAST.
1989	CANAL ISABEL II SUR-SUR-ESTE	MADRID	600	8	12	1.156,0	ABAST.
1989	CANAL ISABEL II ARTERIA SUR-SUR-OEST	MADRID	800	12	12	196,0	ABAST.
1989	EXPO-92 EXPO 92	SEVILLA	600	10	10	220,0	ABAST.
1989	EXPO-92 EXPO 92	SEVILLA	1000	7,5	7,5	692,0	ABAST.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1990	CONFEDERACION TAJO SIFON DE PELA	MADRID	1800	2	2	1.232,0	RIEGO
1990	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA RIEGOS DEL CHANZA	HUELVA	1600	3	5	4.932,0	RIEGO
1990	CANAL ISABEL II ARTERIA DE PARLA	MADRID	800	5	8	2.212,0	ABAST.
1990	CANAL ISABEL II EL ESPINILLO	MADRID	800	12	12	900,0	ABAST.
1990	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA RIEGOS DEL CHANZA	HUELVA	900	5	5	35,0	RIEGO
1990	CANAL ISABEL II CINTURA SUR	MADRID	1600	18	25	5.040,0	ABAST.
1990	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA RIEGOS DEL CHANZA	HUELVA	2000	3	5	1.368,0	RIEGO
1990	CONFEDERACION GUADALQUIVIR CANAL DEL COLOMERA	GRANADA	1500	1	6	1.057,0	RIEGO
1991	CANAL ISABEL II CINTURA ESTE	MADRID	1200	6	8	1.526,0	ABAST.
1991	CONFEDERACION GUADIANA CORDOBILLA	CORDOBA	2000	3,5	6	198,0	RIEGO
1991	JUNTA DE ANDALUCIA ABAST.SEVILLA (CAR.)	SEVILLA	1600	7,5	7,5	5.712,0	ABAST.
1991	CANAL ISABEL II ABASTEC. MADRID	MADRID	1200	7	8	819,0	ABAST.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1991	CONFEDERACION SUR CANAL DEL COLOMERA	GRANADA	1500	1	9	8.298,0	RIEGO
1991	ABASTECIMIENTO GIJON	OVIEDO	1000	4	4	624,0	ABAST.
1991	GENERALITAT VALENCIA DEPURADORA DE PINEDO	VALENCIA	1200	2	2	280,0	SANEAM.
1991	CANAL ISABEL II ARTERIA POZUELO	MADRID	600	12	12	271,0	ABAST.
1991	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA RIEGOS DEL CHANZA	HUELVA	900	3	5	5.382,0	RIEGO
1991	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA RIEGOS DEL CHANZA	HUELVA	600	3	5	1.842,0	RIEGO
1991	CANAL ISABEL II ARTERIA GETAFE 2	MADRID	600	13,3	13,3	3.857,0	ABAST.
1991	GENERALITAT VALENCIA DEPURADORA DE PINEDO	VALENCIA	1500	2	2	39,0	SANEAM.
1991	GENERALITAT VALENCIA DEPURADORA DE PINEDO	VALENCIA	1000	2	2	497,0	SANEAM.
1992	SECTOR VIII DE ZUJAR	BADAJOS	700	10	15	5.733,0	RIEGO
1992	SECTOR VIII DE ZUJAR	BADAJOS	800	5	15	504,0	RIEGO
1992	SECTOR VIII DE ZUJAR	BADAJOS	1000	10	10	140,0	RIEGO

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1992	SECTOR VIII DE ZUJAR	BADAJOS	1200	10	10	406,0	RIEGO
1992	EDAR LEPE	HUELVA	1200	7,5	10	221,0	SANEAM.
1992	ABASTECIMIENTO GIJON	OVIEDO	1000	4	4	658,0	ABAST.
1992	EDAR TARRAGONA	TARRAGONA	600	1	1	127,0	SANEAM.
1992	ABASTECIMIENTO GIJON	OVIEDO	1600	4	4	620,0	ABAST.
1992	EDAR VELILLA	MADRID	1200	0,5	0,5	42,0	SANEAM.
1992	CANAL ISABEL II EL GOLOSO	MADRID	1100	7	7	98,0	ABAST.
1992	EDAR VELILLA	MADRID	1000	0,5	0,5	21,0	SANEAM.
1992	EDAR VELILLA	MADRID	700	0,5	0,5	231,0	SANEAM.
1992	EDAR VELILLA	MADRID	600	0,5	0,5	104,0	SANEAM.
1992	EDAR P.SANTA MARIA	CADIZ	800	5	15	1.783,0	SANEAM.
1992	CANAL ISABEL II DEP. VILLALBA	MADRID	1100	18	25	1.380,0	ABAST.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1992	CANAL ISABEL II DEP. VILLALBA	MADRID	1400	17	17	287,0	ABAST.
1992	MANCOMUNIDAD COSTA DEL SOL LAS CHAPAS	MALAGA	1100	8	10	651,0	ABAST.
1992	LORCA SECTOR VIII	MURCIA	1200	1	1	403,0	RIEGO
1992	JUNTA DE AGUAS EL PASTERAL	GERONA	1000	3	11	16.159,0	ABAST.
1992	CANAL ISABEL II VALDEBERNARDO	MADRID	1000	16	16	602,0	ABAST.
1992	JUNTA DE ANDALUCIA ABAST. CARAMBOLO	SEVILLA	1600	7,5	7,5	702,0	ABAST.
1992	EDAR TARRAGONA	TARRAGONA	900	1	1	75,0	SANEAM.
1993	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADALQUIVIR ALCALA-GERGAL	SEVILLA	2000	5	5	552,0	ABAST.
1993	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA SECTOR VIII ZUJAR	BADAJOS	600	10	10	12.288,0	RIEGO
1993	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA SECTOR VIII ZUJAR	BADAJOS	900	10	10	876,0	RIEGO
1993	EDAR P.SANTA MARIA	CADIZ	600	5	5	2.436,0	SANEAM.
1993	CANAL DE ISABEL II SAN JUAN VALMAYOR	MADRID	2000	5	6	6.660,0	ABAST.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1993	EDAR SUR COPERÓ	SEVILLA	1500	1	1	144,0	SANEAM.
1993	CANAL ISABEL II ALCOBENDAS S.S.REYES	MADRID	1000	15	24	19.278,0	ABAST.
1993	PORMA	LEON	1900	3	3	2.863,0	RIEGO
1993	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA SECTOR VIII ZUJAR	BADAJOS	1500	10	16,7	690,0	RIEGO
1993	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADALQUIVIR ALCALA-GERGAL	SEVILLA	1600	5	5	1.920,0	ABAST.
1993	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADALQUIVIR ALCALA-GERGAL	SEVILLA	1300	5	5	1.596,0	ABAST.
1993	JUNTA DE ANDALUCIA EDAR LAS GALERAS	CADIZ	600	5	5	354,0	SANEAM.
1994	QUART-BENAGER	VALENCIA	1000	1	1	111,0	SANEAM.
1994	QUART-BENAGER	VALENCIA	1100	1	1	117,0	SANEAM.
1994	DEPURADORA SAN FELIU	BARCELONA	800	2,5	2,5	122,0	SANEAM.
1994	CANAL ISABEL II ARVEGA	MADRID	1000	15	20	1.148,0	ABAST.
1994	E.D.A.R. DE VILASECA	TARRAGONA	800	1	1	145,0	SANEAM.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1994	QUART-BENAGER	VALENCIA	1200	1	1	26,0	SANEAM.
1994	QUART-BENAGER	VALENCIA	800	1	1	1.008,0	SANEAM.
1994	QUART-BENAGER	VALENCIA	600	1	1	222,0	SANEAM.
1994	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADIANA CHANZA	HUELVA	900	3	3	96,0	RIEGO
1994	CANAL ISABEL II S.S.REYES-ALCOBENDAS	MADRID	1000	23	24	4.816,0	ABAST.
1994	E.D.A.R. DE VILASECA	TARRAGONA	1200	1	1	143,0	SANEAM.
1994	QUART-BENAGER	VALENCIA	1400	1	1	384,0	SANEAM.
1994	E.D.A.R. LA PEDRERA	MURCIA	1200	1	1	78,0	SANEAM.
1995	JUNTA DE ANDALUCIA DEPURADORA DE JAEN	JAEN	1200	1	1	104,0	SANEAM.
1995	CANAL DE PINYANA	LERIDA	1200	5	5	85,0	RIEGO
1995	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO ALGODOR-TARANCON	MADRID	1200	5	11	26.065,0	ABAST.
1995	BAJONDILLO-CARIHUELA	MALAGA	1000	1	1	1.267,0	SANEAM.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1995	IBERDROLA CENTRAL DE COFRENTES	VALENCIA	800	2	2	741,0	SANEAM.
1995	CALANDA-ALCAÑIZ	TERUEL	1200	8	8	403,0	RIEGO
1995	CALANDA-ALCAÑIZ	TERUEL	900	10	10	1.450,0	RIEGO
1995	CALANDA-ALCAÑIZ	TERUEL	800	10	10	325,0	RIEGO
1995	JUNTA DE ANDALUCIA DEPURADORA DE JAEN	JAEN	600	1	1	66,0	SANEAM.
1995	JUNTA DE ANDALUCIA DEPURADORA DE JAEN	JAEN	800	1	1	52,0	SANEAM.
1995	JUNTA DE ANDALUCIA DEPURADORA DE JAEN	JAEN	900	1	1	72,0	SANEAM.
1995	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADIANA EMERGENCIA HUELVA	HUELVA	1600	5	5	3.516,0	ABAST.
1995	AGUAS DE MANRESA RONDA EXT.DE MANRESA	BARCELONA	900	2	2	130,0	RIEGO
1995	CALANDA-ALCAÑIZ	TERUEL	1400	10	10	579,0	RIEGO
1996	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO CANAL RIO CARRION	PALENCIA	2500	1,5	2,5	1.836,0	RIEGO
1996	AMPLIACION CALANDA	TERUEL	2300	2,5	2,5	25,0	RIEGO

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1996	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADIANA EMBALSE DEL PIEDRAS	HUELVA	1300	2	10	1.834,0	RIEGO
1996	MANCOMUNIDAD DE LOS CANALES DEL TAIBILLA ELEVACION TORREALTA	MURCIA	1400	5	10	1.417,0	RIEGO
1996	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO ALGODOR-TARANCON	MADRID	1200	5	14	27.595,0	ABAST.
1997	EMISARIO DESALADORA	MARBELLA (MALAGA)	1800	1	1	49,0	SANEAM.
1997	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADIANA RIEGOS CHANZA	HUELVA	1300	4	5	791,0	RIEGO
1997	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO ARTERIA SAN FERNANDO	MADRID	1200	20	22	5.928,0	ABAST.
1997	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADIANA EMBALSE DEL PIEDRAS	HUELVA	1400	2	6	4.351,0	RIEGO
1997	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO CASRAMA 2ª FASE	MADRID	1600	5	5	2.548,0	ABAST.
1997	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADIANA RIEGOS CHANZA	HUELVA	1400	4	6	3.399,0	RIEGO
1998	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO ARTERIA SAN FERNANDO	MADRID	1200	22	22	1.869,0	ABAST.
1998	REGS DE CATALUNYA, S.A. ALGERRI-BALAGUER	LERIDA	1200	5	5	91,0	RIEGO
1998	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO ARTERIA SAN FERNANDO	MADRID	1400	18	20	2.250,0	ABAST.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
1998	REGS DE CATALUNYA, S.A. ALGERRI-BALAGUER	LERIDA	1200	5	10	2.080,0	RIEGO
1998	MANCOMUNIDAD DE LOS CANALES DEL TAIBILLA E.T.A.P. LA PEDRERA	ALICANTE	1200	6,1	6,1	195,0	RIEGO
1998	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADIANA EMBALSE DEL PIEDRAS	HUELVA	1400	2	8	6.979,0	RIEGO
1998	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO ARTERIA SAN FERNANDO	MADRID	1600	10	14	3.360,0	ABAST.
1999	AENA AEROPUERTO DE BARCELONA	BARCELONA	2500	1	1	512,0	OTROS
1999	EMISARIO RINCÓN DE LEÓN	ALICANTE	1800	1	1	511,0	SANEAM.
1999	EMISARIO RINCÓN DE LEÓN	ALICANTE	1400	1	1	58,5	SANEAM.
1999	EMISARIO RINCÓN DE LEÓN	ALICANTE	1000	1	1	38,0	SANEAM.
1999	EMISARIO RINCÓN DE LEÓN	ALICANTE	700	1	1	50,0	SANEAM.
1999	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO ARTERIA SAN FERNANDO	MADRID	1400	16	20	1.500,0	ABAST.
1999	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO ARTERIA SAN FERNANDO	MADRID	1600	10	14	408,0	ABAST.
2000	CANAL DE ISABEL II MONTE CARMELO	MADRID	2000	1	1	868,0	ABAST.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
2000	REGS DE CATALUNYA, S.A. RIEGOS TIERRA ALTA	LERIDA	1600	5	5	192,0	RIEGO
2000	REGS DE CATALUNYA, S.A. RIEGOS TIERRA ALTA	LERIDA	2000	2,5	2,5	18,0	RIEGO
2001	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO HINCA DEPÓSITO DE COLMENAR	COLMENAR VIEJO	1200	1	1	40,0	ABAST.
2001	ACESA ABASTECIMIENTO A LERIDA	LERIDA	1200	2,5	10	2.117,0	ABAST.
2002	CANAL DE ISABEL II TUBERÍA EN POZUELO	MADRID	1600	15	15	1.496,0	ABAST.
2002	ACUSUR ALMANZORA-PONIENTE D-3	ALMERÍA	1400	5	9	644,0	RIEGO
2002	ACUSUR ALMANZORA-PONIENTE D-2	ALMERÍA	1400	5	11	3.380,0	RIEGO
2002	AGUAS DEL DUERO RIEGOS DEL RÍO ADAJA	AVILA	2000	4	6	2.415,0	RIEGO
2002	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO ACEQUIA ONTIÑENA	HUESCA	1800	1	1	160,0	RIEGO
2002	ACESA ABASTECIMIENTO A LÉRIDA	LÉRIDA	1000	7,5	15	1.820,0	ABAST.
2002	ACESA ABASTECIMIENTO A LÉRIDA	LÉRIDA	1200	2,5	10	1.241,0	ABAST.
2002	CONFEDERACION HIDROGRÁFICA DEL TAJO EDAR CULEBRO	MADRID	1200	1	1	52,0	SANEAM.

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
2003	ACUSUR ALMANZORA-PONIENTE D-2	ALMERÍA	1400	5	10	4.634,5	RIEGO
2003	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO EDAR CULEBRO	MADRID	2500	1	1	52,0	SANEAM.
2003	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO EDAR CULEBRO	MADRID	1400	1	1	234,0	SANEAM.
2003	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO EDAR CULEBRO	MADRID	1600	1	1	156,0	SANEAM.
2003	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO EDAR CULEBRO	MADRID	1800	1	1	336,0	SANEAM.
2003	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO EDAR CULEBRO	MADRID	2000	1	1	91,0	SANEAM.
2003	ACUSUR ALMANZORA-PONIENTE D-3	ALMERÍA	1400	5	9	2.021,0	RIEGO
2003	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO EDAR CULEBRO	MADRID	1200	1	1	104,0	SANEAM.
2003	AENA 2 º FASE PLATAFORMA AENA	BARCELONA	2500	1	1	116,0	OTROS
2003	AGUAS DEL DUERO RIEGOS DEL RÍO ADAJA	AVILA	2000	4	8	22.071,0	RIEGO
2004	CONFEDER. HIDROGRÁFICA JÚCAR AVE PICASSENT	VALENCIA	1100	6	6	1.423,5	RIEGO
2004	AENA ZONA 5 AEROPUERTO BARCELONA	BARCELONA	2500	1	1	1.736,0	OTROS

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
2004	AGUAS DEL DUERO RIEGOS RÍO ADAJA	AVILA	2000	7	7	56,0	RIEGO
2005	DEPURBAIX, S.A. TERCIARIO BAIX LLOBREGAT	BARCELONA	2500	1	1	96,0	SANEAM.
2005	AENA ACOMETIDAS AEROPUERTO DE BARCELONA	BARCELONA	2500			196,0	OTROS
2005	TRAGSA ESTACIÓN DE BOMBEO DEL GENIL-CABRA	CÓRDOBA	2000	10	10	35,0	RIEGO
2005	ACESA EMBALSE DE LA LOTETA	ZARAGOZA	1800	5	6	248,0	ABAST.
2006	AIGÜES SEGARRA-GARRIGUES SECTOR 5 SEGARRA-GARRIGUES	LLEIDA	1500	2,5	2,5	270,0	RIEGO
2006	AIGÜES DEL SEGARRA-GARRIGUES SECTOR 5 SEGARRA-GARRIGUES	LLEIDA	1600	2,5	2,5	204,0	RIEGO
2006	AIGÜES DEL SEGARRA-GARRIGUES SEGARRA-GARRIGUES. SECTOR 12. IMPULSIÓN 3 Y 4	LLEIDA	1500	10	10	768,0	RIEGO
2006	AENA ACOMETIDAS AEROPUERTO DE BARCELONA	BARCELONA	2500			960,0	OTROS
2007	AENA ACOMETIDAS AEROPUERTO DE BARCELONA	BARCELONA	2500			452,0	OTROS
2007	AYUNTAMIENTO DE MADRID ESTANQUE DE TORMENTAS DE BUTARQUE	MADRID	1400	6	6	312,0	SANEAM.
2007	AIGÜES DEL SEGARRA-GARRIGUES SEGARRA-GARRIGUES. SECTOR 12. IMPULSIÓN 3 Y 4	LLEIDA	1500	7,5	10	3.396,0	RIEGO

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
2007	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR ENTUBAMIENTO CANAL DEL GUADALMELLATO	CÓRDOBA	2500	1	1	432,0	RIEGO
2008	JUNTA DE ANDALUCIA EL FRESNO (MOGUER)	HUELVA	1600	5	5	84,0	RIEGO
2008	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR ENTUBAMIENTO CANAL DEL GUADALMELLATO EN CÓRDOBA	CÓRDOBA	2500	1	1	24,0	RIEGO
2010	AGUAS DEL DUERO CANAL PAYUELOS	LEÓN	2600	5	5	1.556,5	RIEGO
2011	AGUAS DEL DUERO CANAL PAYUELOS	LEÓN	2600	5	5	1.259,5	RIEGO
2012	GKB CENTRAL DE BREMEN	ALEMANIA	2000	6	6	261,0	OTROS
2012	CONFEDERACION HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR HINCA COLECTOR CASQUERO	SEVILLA	1800	1	1	140,0	SANEAM.
2014	ITACYL PARAMO BAJO SECTOR IV. TOMA DE Balsa	LEÓN	2000	4	4	42,0	RIEGO
2014	EDIA TUBOS DE HINCA EN BALEIZAO - QUINTOS	PORTUGAL	1400	4	4	24,0	RIEGO
2014	EDIA HINCA PORTUGAL	PORTUGAL	1600	8	8	48,0	RIEGO
2014	EDIA HINCA BALEIZAO-QUINTOS	PORTUGAL	1800	4	4	16,0	RIEGO
2014	SELASA PARAMO BAJO SECTORES VI Y III	LEÓN	2200	2	2	6.207,5	RIEGO

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
2015	ITACYL PARAMO BAJO SECTOR IV. TOMA DE Balsa	LEON	2000	4	4	1.907,1	RIEGO
2015	SEIASA PÁRAMO BAJO SECTOR IV	LEÓN	2000	4	4	5.066,2	RIEGO
2016	MINISTERIO DE AGRICULTURA ZONA REGABLE CENTRO DE EXTREMADURA	BADAJOS	700	6	6	1.440,0	RIEGO
2016	MINISTERIO DE AGRICULTURA ZONA REGABLE CENTRO DE EXTREMADURA	BADAJOS	800	6	6	30,0	RIEGO
2018	JUNTA DE ANDALUCÍA SIFONES 4 Y 5 CANAL DEL PIEDRAS	HUELVA	2500	4	4	415,0	RIEGO
2018	CONSEJERIA DE AGRICULTURA DE CASTILLA-LEÓN ZONA REGABLE RIO VALDavia	PALENCIA	1200	2	6,5	56,0	RIEGO
2018	CAT ACTUACIÓN EB-3 CONSTANTI	TARRAGONA	1600	1	1	42,0	ABAST.
2019	JUNTA DE ANDALUCÍA SIFÓN Nº 8 CANAL DEL PIEDRAS	HUELVA	2500	4	4	100,0	
2020	CANAL DE ISABEL II EDAR ARROYO DE LA VEGA	MADRID	1500	6	6	18,0	SANEAM.
2020	EMPRESA MIXTA VALENCIANA DE AGUAS ETAP REALON	VALENCIA	1600	3	3	90,0	SANEAM.
2021	CONSORCIO DE AGUAS DE TARRAGONA SOTERRAMIENTO TRAMO AEREO DEL COLL DE BALAGUER	TARRAGONA	1600	10	10	492,0	ABAST.
2021	ITACYL Balsa DE REGULACIÓN MATALOBOS II	LEÓN	2600	2,5	2,5	60,5	RIEGO

RELACION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

<i>AÑO</i>	<i>ENTIDAD CONTRATANTE / OBRA</i>	<i>SITUACION</i>	<i>DIAM. INT.</i>	<i>PRES. MIN.</i>	<i>DISEÑO MAX.</i>	<i>L</i>	<i>FUNCION</i>
2021	CONSEJERIA DE FOMENTO, INFRAESTRUCTURAS Y ORDENACION DEL TERRITORIO CANAL ENLACE DIRECTO	HUELVA	2000	8	8	728,7	RIEGO
2021	EMPRESA MIXTA VALENCIANA DE AGUAS ETAP REALON	VALENCIA	1600	3	3	36,0	SANEAM.
Total.....						435.479,5	m.



TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

ANEJO 2 : Tabla de Perdidas de Carga

LAS PÉRDIDAS DE CARGA DE UNA CONDUCCIÓN SON LA SUMA DE LOS SIGUIENTES FACTORES:

1.- Pérdida de carga por rozamiento de la tubería.

Viene dada por la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$J_r = \frac{f}{d_i} \frac{v^2}{2g}$$

J_r expresa la pérdida de carga específica en metros de columna de agua por metro lineal de tubería.

Es función de un coeficiente de pérdida adimensional f que se obtiene en la fórmula universal de Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k}{3,71 d_i} \right)$$

En las tablas de las páginas anteriores, se han calculado las pérdidas de carga para valores de la rugosidad de la tubería ($k=0,03$ mm. y $k=0,10$ mm.), con el Re correspondiente a una $v=1,24 \times 10^{-6}$ m²/seg., equivalente a una temperatura del agua de 12°C.

2.- Pérdidas de carga singulares.

Cuando el flujo de agua atraviesa piezas especiales de la conducción como pueden ser codos, válvulas, ensanchamientos o contracciones y orificios de entrada y salida, se producen pérdidas de carga adicionales de carácter puntual cuyo valor es:

$$J_s = K \frac{v^2}{2g}$$

Donde J_s expresa la pérdida de carga en metros.

VALORES DE K.

$$K = K' \frac{A}{90} \quad (A, \text{valor del ángulo del codo})$$

CODOS

d (mm)	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1500	1600	1700	1800	2000	2100	2350	2500
K'	0,144	0,156	0,150	0,163	0,000	0,180	0,153	0,202	0,186	0,202	0,220	0,240	0,202	0,216	0,197	0,214

VÁLVULAS

% Cierre	K
75	12
50	2,8
25	0,6
0	0,1

ENSANCHAMIENTOS

A d ₁ /d ₂	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"
0,5	0,039	0,059	0,078	0,098	0,117	0,136	0,155
0,6	0,029	0,043	0,057	0,071	0,085	0,099	0,113
0,7	0,018	0,027	0,036	0,045	0,054	0,063	0,072
0,8	0,009	0,014	0,018	0,023	0,027	0,031	0,036
0,9	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010
1,0	0	0	0	0	0	0	0

ORIFICIOS

Salida	K
Aristas vivas	0,50
Aristas redondeadas	0,05
Entrada	1,00

TABLAS DE PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS DE HORMIGÓN SEGÚN COLEBROOK

Velocidad media	Diámetro interior: 500 mm			Diámetro interior: 600 mm			Diámetro interior: 700 mm		
	Sección: 0,1963m ²			Sección: 0,2827m ²			Sección: 0,3848m ²		
	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal
	k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm	
m/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s
0,20	0,078	0,090	39,3	0,062	0,064	56,5	0,052	0,053	77,0
0,40	0,273	0,287	78,5	0,218	0,230	113,1	0,192	0,191	153,9
0,60	0,573	0,612	117,8	0,460	0,451	159,6	0,383	0,408	230,9
0,80	0,972	1,051	157,1	0,782	0,644	226,2	0,650	0,701	307,9
1,00	1,468	1,805	186,3	1,181	1,288	282,7	0,983	1,07	384,8
1,20	2,059	2,271	235,6	1,657	1,624	339,3	1,380	1,515	451,8
1,40	2,744	3,051	274,9	2,209	2,450	395,0	1,840	2,03	538,8
1,60	3,522	3,942	314,2	2,836	3,166	452,4	2,363	2,631	615,9
1,80	4,392	4,947	353,4	3,538	3,972	508,9	2,948	3,302	692,7
2,00	5,355	6,064	392,7	4,314	4,868	565,5	3,594	4,047	760,7
2,20	6,408	7,293	432,0	5,163	5,957	622,0	4,303	4,868	846,7
2,40	7,553	8,634	471,2	6,066	6,934	678,6	5,072	5,763	923,6
2,60	8,789	10,067	510,5	7,082	8,101	735,1	5,903	6,734	1000,8
2,80	10,115	11,652	548,0	8,151	9,359	791,7	6,704	7,778	1077,6
3,00	11,531	13,330	589,0	9,203	10,706	848,2	7,746	8,899	1154,5
3,20	13,038	15,119	628,3	10,507	12,143	904,8	8,759	10,094	1231,5
3,40	14,634	17,021	667,6	11,795	13,671	961,3	9,833	11,364	1308,5
3,60	16,321	19,034	708,9	13,155	15,288	1017,9	10,967	12,708	1395,4
3,80	18,097	21,160	746,1	14,587	16,995	1074,4	12,161	14,128	1462,4
4,00	19,963	23,397	795,4	16,091	18,792	1131,0	13,416	15,922	1539,4
4,20	21,919	25,747	824,7	17,668	20,680	1187,5	14,731	17,181	1616,3
4,40	23,964	29,208	863,9	19,318	22,657	1244,1	16,106	18,334	1693,3
4,60	26,095	30,761	903,2	21,039	24,724	1300,6	17,542	20,553	1770,3
4,80	28,323	33,467	942,5	22,832	26,681	1357,2	19,037	22,346	1847,3
5,00	30,636	38,264	981,7	24,698	29,127	1413,7	20,593	24,214	1921,2

Velocidad media	Diámetro interior: 800 mm			Diámetro interior: 900 mm			Diámetro interior: 1000 mm		
	Sección: 0,5027m ²			Sección: 0,6362m ²			Sección: 0,7854m ²		
	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal
	k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm	
m/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s
0,20	0,044	0,045	100,5	0,038	0,039	127,2	0,034	0,035	157,1
0,40	0,155	0,163	201,1	0,135	0,141	254,5	0,119	0,125	314,2
0,60	0,327	0,347	301,6	0,284	0,302	381,7	0,250	0,266	471,2
0,80	0,555	0,597	402,1	0,483	0,519	508,9	0,426	0,457	628,3
1,00	0,939	0,912	502,7	0,730	0,792	636,2	0,644	0,698	795,4
1,20	1,178	1,291	603,2	1,025	1,122	763,4	0,905	0,989	942,5
1,40	1,571	1,735	703,7	1,367	1,507	890,6	1,207	1,329	1099,6
1,60	2,018	2,242	804,2	1,756	1,848	1017,9	1,551	1,718	1256,6
1,80	2,518	2,814	904,8	2,191	2,445	1145,1	1,935	2,156	1413,7
2,00	3,07	3,450	1005,3	2,672	2,997	1272,3	2,360	2,643	1570,8
2,20	3,675	4,149	1105,8	3,199	3,605	1399,8	2,826	3,179	1727,9
2,40	4,333	4,912	1205,4	3,772	4,268	1526,8	3,332	3,764	1885,0
2,60	5,042	5,740	1308,9	4,300	4,987	1654,0	3,678	4,398	2042,0
2,80	5,804	6,631	1407,4	5,053	5,761	1781,3	4,464	5,061	2199,1
3,00	6,618	7,086	1508,0	5,762	6,500	1906,5	5,091	5,813	2356,2
3,20	7,434	8,604	1608,5	6,515	7,476	2035,8	5,757	6,593	2513,3
3,40	8,401	9,686	1709,0	7,314	8,416	2163,0	6,463	7,423	2670,4
3,60	9,37	10,833	1808,6	8,158	9,412	2290,2	7,209	8,301	2827,4
3,80	10,331	12,042	1910,1	9,047	10,463	2417,5	7,995	9,229	2984,5
4,00	11,454	13,316	2010,6	9,981	11,570	2544,7	8,820	10,205	3141,6
4,20	12,536	14,653	2111,2	10,960	12,732	2671,9	9,695	11,23	3208,7
4,40	13,763	16,055	2211,7	11,984	13,949	2738,2	10,590	12,304	3455,8
4,60	14,99	17,519	2312,2	13,053	15,222	2936,4	11,635	13,426	3612,8
4,80	16,269	19,048	2412,7	14,166	16,550	3053,6	12,519	14,598	3769,9
5,00	17,099	20,840	2513,3	15,324	17,534	3190,9	13,542	15,01	3927,0

TABLAS DE PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS DE HORMIGÓN SEGÚN COLEBROOK

Velocidad media	Diámetro interior: 1100 mm			Diámetro interior: 1200 mm			Diámetro interior: 1300 mm		
	Sección: 0,9503m ²			Sección: 1,1310m ²			Sección: 1,3273m ²		
	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal
	k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm	
m/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s
0,20	0,03	0,031	190,1	0,027	0,028	226,2	0,025	0,025	265,5
0,40	0,106	0,111	380,1	0,096	0,100	452,4	0,067	0,091	530,8
0,60	0,224	0,237	570,2	0,202	0,214	878,6	0,184	0,194	780,4
0,80	0,381	0,409	760,3	0,345	0,366	954,6	0,312	0,334	1061,0
1,00	0,576	0,623	950,3	0,520	0,562	1131,0	0,473	0,511	1327,3
1,20	0,809	0,883	1140,4	0,730	0,796	1357,2	0,664	0,724	1592,8
1,40	1,079	1,196	1330,5	0,974	1,070	1563,4	0,887	0,973	1858,3
1,60	1,386	1,534	1520,5	1,252	1,383	1809,5	1,139	1,257	2123,7
1,80	1,73	1,925	1710,6	1,562	1,735	2035,8	1,422	1,578	2389,2
2,00	2,11	2,360	1900,7	1,905	2,128	2261,9	1,734	1,935	2654,6
2,20	2,527	2,838	2090,7	2,281	2,559	2488,1	2,077	2,327	2920,1
2,40	2,879	3,380	2280,8	2,690	3,030	2714,3	2,449	2,756	3185,6
2,60	3,468	3,927	2470,9	3,131	3,541	2940,5	2,851	3,22	3451,0
2,80	3,892	4,536	2660,9	3,605	4,091	3166,7	3,292	3,72	3716,5
3,00	4,552	5,180	2851,0	4,141	4,680	3332,9	3,743	4,255	3982,0
3,20	5,148	5,687	3041,1	4,649	5,306	3619,1	4,233	4,827	4247,4
3,40	5,779	6,627	3231,1	5,218	5,976	3845,3	4,752	5,435	4512,9
3,60	6,447	7,411	3421,2	5,822	6,684	4071,5	5,301	6,078	4778,4
3,80	7,149	8,239	3611,0	6,457	7,430	4237,7	5,879	6,757	5043,6
4,00	7,886	9,111	3801,3	7,123	8,216	4523,9	6,487	7,472	5309,3
4,20	8,661	10,026	3991,4	7,822	9,041	4750,1	7,123	8,222	5574,8
4,40	9,471	10,965	4181,5	8,553	9,906	4976,3	7,789	9,009	5840,2
4,60	10,315	11,967	4371,5	9,315	10,810	5202,5	8,484	9,831	6105,7
4,80	11,198	13,033	4561,6	10,111	11,753	5428,7	9,208	10,688	6371,1
5,00	12,111	14,123	4751,7	10,939	12,736	5654,9	9,961	11,582	6636,6

Velocidad media	Diámetro interior: 1400 mm			Diámetro interior: 1500 mm			Diámetro interior: 1600 mm		
	Sección: 1,5394m ²			Sección: 1,7671m ²			Sección: 2,0106m ²		
	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal
	k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm	
m/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s
0,20	0,023	0,023	307,9	0,021	0,021	353,4	0,019	0,02	402,1
0,40	0,08	0,083	615,8	0,073	0,077	706,9	0,068	0,071	804,2
0,60	0,169	0,178	923,6	0,155	0,184	1083,3	0,144	0,152	1208,4
0,80	0,286	0,306	1231,5	0,264	0,282	1413,7	0,245	0,281	1808,5
1,00	0,433	0,468	1539,4	0,400	0,431	1707,1	0,370	0,399	2010,0
1,20	0,809	0,663	1847,3	0,562	0,611	2,120,6	0,521	0,566	2412,7
1,40	0,913	0,991	2155,4	0,750	0,821	2,464,0	0,605	0,7	2814,8
1,60	1,044	1,152	2463,0	0,953	1,061	2827,4	0,893	0,983	3217,0
1,80	1,304	1,445	2770,9	1,202	1,332	3180,9	1,115	1,234	3619,1
2,00	1,59	1,772	3078,8	1,167	1,633	3531,3	1,360	1,513	4021,2
2,20	1,904	2,131	3398,8	1,757	1,964	3887,7	1,629	1,82	4423,4
2,40	2,245	2,524	3694,5	2,071	2,326	4241,2	1,921	2,155	4825,5
2,60	2,814	2,943	4002,4	2,411	2,718	4594,8	2,235	2,515	5227,6
2,80	3,008	3,407	4310,3	2,776	3,140	4848,0	2,575	2,902	5800,7
3,00	3,432	3,898	4618,1	3,100	3,592	5301,4	2,836	3,326	6031,9
3,20	3,861	4,421	4926,0	3,541	4,074	5654,9	3,321	3,775	6434,0
3,40	4,358	4,979	5235,9	4,020	4,507	6008,3	3,729	4,35	6636,1
3,60	4,681	5,567	5541,8	4,485	5,130	6361,7	4,159	4,75	7238,2
3,80	5,391	6,189	5849,6	4,974	5,703	6715,2	4,613	5,204	7640,4
4,00	5,948	6,843	6157,5	5,499	6,307	7068,6	5,090	5,843	8042,5
4,20	6,532	4,421	6405,4	6,027	6,940	7422,0	5,509	6,43	8444,6
4,40	7,143	4,979	6773,3	6,590	7,601	7775,4	6,112	7,045	8846,7
4,60	7,78	5,567	7081,1	7,178	8,299	8129,9	6,658	7,688	9348,8
4,80	8,444	6,189	7399,0	7,701	9,022	8482,3	7,220	8,359	9651,0
5,00	9,135	6,843	7696,9	8,128	9,776	8835,7	7,817	8,95	10053,1

TABLAS DE PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS DE HORMIGÓN SEGÚN COLEBROOK

Velocidad media	Diámetro interior: 1800 mm			Diámetro interior: 2000 mm			Diámetro interior: 2200 mm		
	Sección: 2,5447m ²			Sección: 3,1415m ²			Sección: 3,8013m ²		
	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal
	k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm	
m/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s
0,20	0,017	0,017	508,9	0,015	0,015	828,3	0,013	0,013	760,3
0,40	0,058	0,062	1017,9	0,052	0,054	1256,6	0,047	0,048	1520,5
0,60	0,125	0,132	1526,8	0,100	0,116	1896,0	0,099	0,101	2280,8
0,80	0,215	0,227	2035,8	0,188	0,201	2513,3	0,188	0,179	3041,1
1,00	0,323	0,327	2544,7	0,285	0,307	3141,6	0,255	0,274	3801,3
1,20	0,454	0,492	3053,6	0,451	0,434	3769,9	0,359	0,36	4561,6
1,40	0,605	0,661	3562,6	0,535	0,584	4399,2	0,479	0,522	5321,9
1,60	0,77	0,855	4071,5	0,666	0,755	5028,5	0,616	0,675	6082,1
1,80	0,971	1,073	4580,4	0,859	0,948	5654,9	0,759	0,847	6842,4
2,00	1,185	1,316	5089,4	1,048	1,162	6283,2	0,938	1,039	7802,7
2,20	1,418	1,583	5599,3	1,255	1,399	6911,5	1,123	1,249	8362,8
2,40	1,674	1,875	6107,4	1,480	1,855	7538,8	1,325	1,48	9123,2
2,60	1,949	2,191	6616,2	1,724	1,934	8168,1	1,542	1,739	9883,5
2,80	2,244	2,531	7125,1	1,985	2,235	8796,5	1,778	1,998	10643,7
3,00	2,55	2,805	7634,1	2,063	2,557	9424,8	2,020	2,28	11404,0
3,20	2,895	3,284	8143,0	2,560	2,901	10053,1	2,291	2,592	12184,2
3,40	3,25	3,698	8651,9	2,875	3,268	10681,4	2,573	2,919	12924,5
3,60	3,626	4,135	9160,9	3,207	3,852	11308,7	2,870	3,264	13684,8
3,80	4,021	4,599	9669,8	3,557	4,060	11938,1	3,184	3,62	14445,0
4,00	4,437	5,084	10179,9	3,925	4,490	12566,1	3,513	4,013	15205,3
4,20	4,872	5,585	10687,7	4,310	4,911	13194,7	3,858	4,416	15965,8
4,40	5,328	6,130	11185,6	4,713	5,413	13823,0	4,214	4,839	16725,8
4,60	5,904	6,699	11705,6	5,134	5,908	14451,3	4,596	5,2	17485,2
4,80	6,299	7,273	12214,5	5,572	6,423	15079,6	4,990	5,741	18246,4
5,00	6,915	7,881	12723,5	6,020	6,900	15708,0	5,396	6,221	19006,6

Velocidad media	Diámetro interior: 2500 mm			Diámetro interior: 2800 mm			Diámetro interior: 3000 mm		
	Sección: 4,9067m ²			Sección: 6,1575m ²			Sección: 7,0685m ²		
	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal	Pérdidas de carga		Caudal
	k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm		k=0,03 mm	k=0,10 mm	
m/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s	mm/m	mm/m	l/s
0,20	0,011	0,012	981,7	0,010	0,01	1231,5	0,009	0,009	1413,7
0,40	0,04	0,042	1963,5	0,035	0,037	2453,0	0,032	0,034	2827,4
0,60	0,085	0,089	2945,2	0,074	0,078	3604,5	0,088	0,072	4241,2
0,80	0,116	0,184	3927,0	0,127	0,135	4856,0	0,117	0,121	5664,0
1,00	0,22	0,236	4908,7	0,192	0,206	6157,5	0,178	0,19	7008,5
1,20	0,309	0,334	5090,5	0,271	0,292	7388,0	0,250	0,269	8482,3
1,40	0,412	0,449	6972,2	0,361	0,393	8620,5	0,334	0,362	9896,0
1,60	0,53	0,581	7854,0	0,485	0,506	9952,0	0,429	0,465	11309,7
1,80	0,662	0,728	8835,7	0,580	0,638	11093,5	0,536	0,598	12723,5
2,00	0,808	0,884	9817,5	0,708	0,782	12318,0	0,654	0,721	14137,2
2,20	0,968	1,075	10799,2	0,884	0,941	13546,5	0,783	0,898	15550,9
2,40	1,142	1,273	11781,0	1,001	1,114	14778,1	0,924	1,028	16964,6
2,60	1,329	1,487	12762,7	1,165	1,302	16006,6	1,070	1,201	18378,3
2,80	1,531	1,718	13744,5	1,342	1,504	17241,1	1,239	1,387	19792,0
3,00	1,74	1,966	14720,2	1,531	1,721	18472,6	1,413	1,587	21205,0
3,20	1,975	2,230	15708,0	1,732	1,952	19704,1	1,596	1,801	22619,5
3,40	2,218	2,511	16669,7	1,944	2,188	20035,6	1,795	2,007	24033,2
3,60	2,474	2,808	17771,5	2,169	2,458	22157,1	2,003	2,267	25446,9
3,80	2,744	3,122	18653,2	2,406	2,733	23386,6	2,221	2,521	26860,6
4,00	3,028	3,453	19835,0	2,555	3,022	24630,1	2,451	2,787	28274,3
4,20	3,326	3,800	20616,7	2,918	3,326	25851,6	2,682	3,08	29688,1
4,40	3,637	4,163	21558,4	3,183	3,644	27083,1	2,844	3,361	31101,8
4,60	3,962	4,543	22580,3	3,474	3,977	28324,6	3,207	3,665	32515,5
4,80	4,3	4,940	23581,4	3,771	4,324	29556,4	3,484	3,988	33928,2
5,00	4,652	5,060	24543,7	4,078	4,666	30787,6	3,766	4,321	35342,0



TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

- ANEJO 3: Sellos de Calidad

SELLOS CERTIFICACIONES



EMPRESA REGISTRADA
ISO 9001



GESTIÓN AMBIENTAL
ISO 14001



PREVENCIÓN RIESGOS
LABORALES. EMPRESA
AUDITADA según RD 39/1997

PREVENCIÓN RIESGOS
LABORALES. EMPRESA
CERTIFICADA ISO 45001



Certificado nº/ Certificate N°.: HC1902
VERIFICACIÓN DE LA HUELLA DE
CARBONO



DOCUMENTO IDONEIDAD TÉCNICA
PARA TUBERÍA DE HORMIGÓN
ARMADO Y POSTESADO CON CAMISA
DE CHAPA.

INSTITUTO EDUARDO TORROJA



TUBERÍA DE POLIÉSTER
REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO
SEGÚN UNE EN ISO 23856



DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 445R /22

Área genérica / Uso previsto:	Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP Delta de hormigón
Nombre comercial:	AFTHAP DELTA
Beneficiario:	PREFABRICADOS DELTA, S.A.
Sede social:	Calle Federico Salmón, 13, 28016 Madrid. España Tlf.: (+34) 915300047 e-mail: delta@prefabricadosdelta.com www.prefabricadosdelta.com
Lugar de fabricación:	Factoría de Puente Genil: C/ La Alianza s/n. Polígono Industrial San Pancrancio 14500 Puente Genil (Córdoba). España Factoría de Humanes: Avda. Industria, 73 28960 Humanes (Madrid). España
Validez. Desde:	06 de octubre de 2022
Hasta:	06 de octubre de 2027 (Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 19 páginas

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía. La responsabilidad del IETcc no alcanza a los aspectos relacionados con la Propiedad Intelectual o la Propiedad Industrial ni a los derechos de patente del producto, sistema o procedimientos de fabricación o instalación que aparecen en el DIT.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro del Documento, por lo que este deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.

La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.

C.D.U.: 621.643.2 (666.98)

Tubo de hormigón

Conduit du béton

Concrete pipe

DECISIÓN NÚM. 445R /22

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto nº. 3.652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden nº. 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- de acuerdo a la solicitud formulada por la Empresa PREFABRICADOS DELTA, S.A., para la RENOVACIÓN del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º **445R /17** concedido al **Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP DELTA de hormigón armado y postesado con camisa de chapa.**
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fabricas realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc o en otros laboratorios, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos para el Sistema conforme al Reglamento del DIT,

DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 445R /22, al **Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP DELTA de hormigón armado y postesado con camisa de chapa**, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es **CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**, siempre que se respete el contenido completo del presente documento y en particular las siguientes condiciones:

CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el beneficiario y tal y como se describe en el presente Documento, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto técnico y llevarse a término mediante la oportuna dirección de obra. Será el proyecto técnico el que contemple las acciones que el Sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles.

En cada caso, el beneficiario de este DIT, a la vista del proyecto técnico, proporcionará la asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición del sistema para la ejecución de la obra, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso, el beneficiario del DIT comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DIT, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor para la situación geográfica concreta.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que realiza en la actualidad sobre las materias primas, proceso de fabricación y producto acabado conforme a las indicaciones del apartado 5 del presente Documento.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y DE PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por el beneficiario del DIT o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por este, bajo su control y asistencia técnica. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. Una copia del listado actualizado de empresas instaladoras reconocidas por el beneficiario estará disponible en el IETcc. De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por empresas reconocidas en el ámbito de este DIT.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 445R /22 sustituye y anula el documento n.º 445R /17 y es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del IETcc, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez.

Este Documento deberá renovarse antes del 6 de octubre de 2027.

Madrid, a 6 de octubre de 2022

Firmado por CASTILLO TALAVERA
ANGEL - DNI 52507605P
Fecha: 13/10/2022 09:37:02 CEST



LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP DELTA de hormigón armado y postesado con camisa de chapa, incluidas las piezas especiales necesarias, válidos para distintas presiones en función de su diseño, y para su uso en abastecimientos, riegos, impulsiones, sifones, depuradoras, centrales hidroeléctricas y otros.

Dadas las especiales características de los tubos, éstos son fabricados únicamente bajo pedido por obra concreta, pudiendo realizarse el cálculo de los mismos según el requerimiento del cliente, conforme a lo indicado en el Capítulo 7 de este Documento.

En este Documento se ha considerado la colocación del tubo enterrado. Para su empleo con apoyos discontinuos será precisa una evaluación específica complementaria a este DIT.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1 Tubo de hormigón armado

El tubo AFTHAP DELTA de hormigón armado con camisa de chapa, está formado por una pared de hormigón en la cual se encuentran embebidos los siguientes elementos:

- Una camisa cilíndrica de chapa que le confiere estanqueidad, que forma parte de la armadura resistente, situada más próxima al paramento interior del tubo. En ciertos casos, sobre esta camisa puede ir arrollado acero corrugado.
- Una armadura transversal, dispuesta en una o varias capas, rigidizada mediante soldadura o atado a otra longitudinal; que va situada más próxima al paramento exterior del tubo.
- En el recubrimiento interior de la camisa de chapa, se puede disponer un mallazo de armadura transversal o longitudinal.

En la Figura 1, se muestra la sección tipo del tubo con los distintos elementos que lo componen.

Las características físicas de los tubos son las siguientes:

Tabla 1. Dimensiones de los tubos de hormigón armado

Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	Peso (t)
400 a 3.500	50 a 300	2,5 a 7,0	1 a 30

2.2 Tubo de hormigón postesado

El tubo AFTHAP DELTA de hormigón postesado con camisa de chapa, está formado por:

- Un núcleo de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa que le confiere estanqueidad.
- Un alambre de acero tesado de alta resistencia enrollado helicoidalmente alrededor del núcleo (armadura activa), encargado de proporcionarle la compresión necesaria para contrarrestar los esfuerzos de tracción, debidos tanto a la presión interna como a las cargas ovalizantes que ha de soportar en las condiciones de servicio.
- Una capa exterior de hormigón cuya misión es la de proteger el acero.

En función de la situación de la camisa de chapa existen dos tipos de tubería, "tipo DELTA" (Figura 2), en la que la camisa se encuentra en la parte exterior del núcleo de hormigón y sobre la cual se sitúa la armadura activa, y "de camisa embebida" (Figura 3), que está situada entre dos capas de hormigón.

Tras el postesado del núcleo, se efectúa el revestido con hormigón, mediante regla vibrante, sobre la superficie exterior del tubo.

Las características físicas de los tubos son las siguientes:

Tabla 2. Dimensiones de los tubos de hormigón postesado

Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	Peso (t)
500 a 3.000	75 a 215	2,5 a 6,5	2 a 18

2.3 Unión entre tubos

Para la unión de los tubos se utilizan dos tipos de junta: elástica y soldada.

La junta elástica la constituye un anillo de caucho que se incorpora en el alojamiento previsto del cabezal macho, para su acoplamiento con la boquilla hembra en el momento de enchufe entre tubos (Figura 4).

También se puede emplear la junta elástica con doble acanaladura, que aumenta la fiabilidad en el montaje en obra de tuberías de grandes diámetros.

En las Figuras 5 y 6, se muestra este tipo de junta en tubería de hormigón armado con camisa de chapa y tubería de hormigón postesado con camisa de chapa, respectivamente.

La junta soldada es la formada por la unión soldada de las boquillas macho y hembra, una vez enchufados los tubos (Figura 7).

3. MATERIALES Y COMPONENTES

3.1 Cementos

Se emplea cemento Portland de clase 42.5 R ó 52.5 R.

Si el terreno o el agua que circula por la conducción donde se instala la tubería tiene presencia de sulfatos, se emplea cemento resistente a los sulfatos, de clase 42.5 R/SR.

3.2 Áridos

Los áridos son de cantera y naturaleza silíceo y/o caliza, siendo el tamaño máximo habitual 12,5 mm, empleándose otros tamaños en función del espesor de pared y la cuantía de armaduras.

3.3 Agua

Para el amasado del hormigón se utiliza agua de la red de suministro o de pozo.

Para el curado se emplea el mismo tipo de agua, además de la procedente del reciclado del agua sobrante del riego de los tubos.

3.4 Aditivos

En el caso de utilizarse algún aditivo será superfluidificante.

3.5 Aceros

3.5.1 Aceros empleados para la fabricación de camisas de chapa

Se utilizan aceros de calidad SAE 1008, S 235 JR y S 275 JR o equivalentes. Los espesores que se deben utilizar dependerán del dimensionamiento estructural de la tubería, con un espesor mínimo de 1,5 mm.

3.5.2 Aceros empleados para la fabricación de las boquillas

Se utilizan aceros de calidad SAE 1008, S 235 JR, S 275 JR o equivalentes.

Los espesores a utilizar dependerán del dimensionamiento estructural de la tubería, con un espesor mínimo de 5 mm.

3.5.3 Aceros empleados para la fabricación de armaduras pasivas

3.5.3.1 Armadura exterior a la camisa de chapa

En la armadura longitudinal se utiliza alambón de acero no aleado, con diámetros que oscilan entre 6 y 12 mm, según proyecto.

En la armadura transversal, se utiliza alambre trefilado B 500 T o barras corrugadas B 400 S o B 500 S, suministrado en rollos, empleándose los diámetros que requiera el proyecto, comprendidos entre 6 y 12 mm.

3.5.3.2 Armadura interior a la camisa de chapa

Como armadura interior, se utilizan mallas electrosoldadas.

3.5.4 Aceros empleados para la fabricación de armaduras activas

Se utiliza alambre liso de diámetros 5, 6 ó 7 mm y calidad Y 1770 C.

3.5.5 Aceros empleados para la fabricación de piezas especiales

Se utiliza chapa de calidad S 275 JR o equivalente, de espesor según proyecto.

4. FABRICACIÓN

4.1 Proceso de fabricación de la tubería de hormigón armado

Los procesos que implican la fabricación de la tubería de hormigón armado con camisa de chapa son los siguientes:

- Fabricación de la camisa de chapa.
- Núcleos por compresión radial.
- Fabricación de la armadura.
- Proceso de encofrado.
- Fabricación del hormigón.
- Hormigonado por colado vertical.
- Hormigonado por regla vibrante.
- Curado previo mediante vapor.
- Proceso de desencofrado.
- Manipulación y acopio.

4.1.1 Fabricación de la camisa de chapa

Las camisas se componen de un cilindro de chapa y dos boquillas (macho y hembra) soldadas en sus extremos.

La fabricación de las boquillas se realiza mediante cilindrado de la pletina de chapa cortada a medida, soldadura de los extremos de la pletina para formar el aro, expansionado del aro en máquina para conseguir conicidad y repaso de la soldadura para conseguir posteriormente el ajuste en la embocadura de los tubos.

Los cilindros de chapa se fabrican en máquina automática, partiendo de bobinas, mediante enrollamiento helicoidal y soldadura continua de la chapa, con electrodo desnudo en atmósfera de gas inerte. Con objeto de obtener módulos de la longitud deseada, se utiliza un sistema automático de antorcha de corte transversal.

Por último, se procede a la unión soldada de las boquillas al cilindro, según procedimientos cualificados de soldadura.

4.1.2 Núcleos por compresión radial

La camisa de chapa se deposita en posición vertical y se le coloca exteriormente un molde metálico, capaz de absorber los esfuerzos durante el proceso de compresión radial.

El conjunto se sitúa en la plataforma rotativa inferior de la máquina y ésta lo sitúa en el eje de la misma, a su vez la parte superior del molde queda centrada con el eje de la máquina y por ella desciende un cilindro hidráulico, provisto de un pistón rotativo, cuyo diámetro conformará el diámetro interior del tubo.

Mediante la combinación de la velocidad de rotación del pistón y la velocidad de subida del mismo, el hormigón introducido por la parte superior se va comprimiendo contra la camisa de chapa, consiguiéndose una superficie interior cilíndrica lisa y compacta.

Una vez finalizado el proceso, un puente grúa traslada la camisa hormigonada interiormente a la zona de acopio, donde permanecerá hasta que el hormigón alcance la resistencia mínima para poder ser transportada hasta el parque de curado.

El curado se efectúa mediante riego con agua, hasta que se alcanza la resistencia requerida para continuar con el proceso. También se podrán curar los núcleos mediante la colocación de una tapa que impida la evaporación del agua, pudiéndose utilizar ambos métodos de curado.

El hormigonado interior de la camisa por compresión radial, generalmente se utiliza como núcleo del tubo postesado con camisa revestida.

4.1.3 Fabricación de las armaduras

Las armaduras están formadas por alambre trefilado o barra corrugada arrollado helicoidalmente y soldado sobre las barras longitudinales que les sirven de soporte. Se fabrican en máquinas que disponen de mecanismos para conformar el diámetro de la jaula y de un sistema de programación para la composición del número de espiras o paso entre espiras.

Para realizar las generatrices, se coloca una bobina de acero liso del diámetro fijado en la devanadora, el acero pasa por unos rodillos enderezadores hasta que llega a un tope que acciona el corte automático. La conformación de la jaula se realiza mediante soldadura automática en cada cruce de espira con generatriz.

La armadura también puede fabricarse arrollando acero corrugado o trefilado directamente sobre la camisa, manteniendo el paso de espiras que depende de la velocidad de traslación y rotación de la máquina. Una vez fabricada la armadura se colocan los separadores, con el fin de mantener centrada la armadura dentro del molde.

4.1.4 Proceso de encofrado

4.1.4.1 Descripción del encofrado

Los elementos de encofrado se componen de moldes cilíndricos (exterior e interior). El molde interior se utiliza si el núcleo no se realiza previamente por compresión radial. Además, se utilizan coronas o centradores de acero, superior e inferior.

Los moldes están abiertos por una generatriz (junta), para permitir el cierre y la apertura mediante accionamiento hidráulico. Los exteriores van provistos de vibradores neumáticos de alta frecuencia, dispuestos en zonas idóneas para garantizar la compactación del hormigón.

La corona inferior sirve de base y cierre inferior, centra los moldes y la camisa, proporciona estanqueidad al encofrado y da forma al tubo, en función del tipo de junta que lleve.

La corona superior centra la camisa e impide ovalizaciones en esta zona.

4.1.4.2 Operaciones de encofrado

A los moldes, tanto interiores como exteriores, una vez limpios, se les aplica el desencofrante.

Para núcleos por compresión radial, se realizan las operaciones siguientes:

- Colocación en posición vertical de la camisa de chapa sobre la corona de centrado inferior (base).
- Montaje del molde exterior, que sujeta la base y exteriormente la camisa, soportando los esfuerzos de compresión radial durante el proceso de hormigonado.
- Traslado del conjunto, situando éste en la máquina de hormigonado, donde se sujeta y centra por la parte superior, quedando dispuesto para el hormigonado interior de la camisa por compresión radial.

Para tubos hormigonados verticalmente con molde interior y exterior, se realizan las operaciones siguientes:

- Colocación del molde interior sobre la corona inferior (base).
- Colocación de la camisa sobre la corona inferior (base). También puede emplearse núcleo de compresión radial, y en este caso no se utiliza molde interior.
- Colocación de la armadura exterior.
- Colocación del molde exterior sobre la corona inferior (base) rodeando a la armadura.
- Colocación del centrador superior.
- Cierre de moldes.

g. Colocación de la batea de llenado y hormigonado.

Durante el proceso de preparación del encofrado, se cuida especialmente el centrado de todos los elementos.

4.1.5 Hormigón

4.1.5.1 Fabricación del hormigón

La fabricación del hormigón se ejecuta en central de hormigonado, donde se realizan los procesos de dosificación, pesaje independiente para cada componente, mezclado y distribución.

4.1.5.2 Hormigonado por colado vertical

Una vez descargado el hormigón sobre la batea de llenado, se vacía uniformemente sobre el molde, a la vez que se accionan los vibradores neumáticos de alta frecuencia.

Cuando la geometría del tubo lo permita, se podrán fabricar tubos con hormigón autocompactante. Este hormigón se compacta por su propio peso.

4.1.5.3 Hormigonado por regla vibrante

Este proceso se realiza en una máquina mediante un sistema de rodillos giratorios y una regla vibrante.

Situado el tubo en la máquina, se hace girar en posición horizontal, a la vez que se deposita sobre su generatriz superior una capa de hormigón, que fluye por efecto de una vibración de alta frecuencia.

La acción combinada de la vibración y la compresión producida al pasar el hormigón entre la regla vibrante y el tubo, permite que se alcance una alta adherencia.

Una vez completado el proceso, se protege la superficie exterior del tubo mediante una arpillera humedecida, hasta que tiene lugar el curado con agua mediante aspersores.

4.1.6 Curado previo

Este proceso puede ser natural o acelerado.

El curado acelerado previo se consigue mediante la aplicación de un ciclo de vapor de agua saturado, adaptando al encofrado una carpa, sometiendo al tubo a temperaturas progresivamente ascendentes, con un gradiente térmico adecuado, hasta alcanzar una temperatura máxima determinada y procediendo a su enfriamiento con temperaturas progresivamente descendentes.

4.1.7 Proceso de desencofrado

Una vez que el tubo ha alcanzado una resistencia mínima fijada, se procede al desencofrado mediante una secuencia de procesos determinada, que finaliza con el marcado del tubo con pintura indeleble, identificando el nº de tubo, fecha de fabricación, presión y obra.

4.1.8 Manipulación y acopio

Liberado el tubo de los moldes interior y exterior se extrae de la base, elevándolo mediante tractor-pinzas por presión.

El tubo se traslada al parque y se acopia verticalmente para efectuar el curado húmedo. Finalizado éste proceso, se lleva a la zona de acopio horizontal, donde se sitúa sobre apoyos de madera, de forma que no se dañe el hormigón ni las boquillas del tubo, y se procede a realizar las operaciones de acabado, las reparaciones de los posibles desperfectos ocasionados durante la fabricación y/o la manipulación y el marcado definitivo del tubo, con letra de molde, identificando anagrama del fabricante y el número del DIT.

4.1.9 Piezas especiales

El proceso de elaboración de cabezales es similar al de los tubos. Las camisas se fabrican por soldadura manual de las virolas o gajos con las dimensiones adecuadas. Se sueldan unas pletinas de longitud adecuada al recubrimiento necesario, estas pletinas sirven de apoyo para las generatrices, sobre las cuales se sueldan helicoidalmente las espiras de la armadura exterior.

La armadura interior consiste en una malla soldada a la camisa. El hormigonado se realiza de forma manual, en medias secciones. El hormigón es de consistencia seca.

4.2 Proceso de fabricación del tubo con hormigón postesado

A partir del tubo con la camisa hormigonada interiormente por compresión radial o núcleo de camisa embebida, se aplican los siguientes procesos.

4.2.1 Tesado de la armadura activa

El tesado, al 75 % de la tensión de rotura, se realiza una vez que el hormigón de los núcleos ha alcanzado la resistencia requerida.

Se utiliza una zunchadora, haciendo girar el tubo para enrollar en espiral el alambre, que se mantiene con tensión controlada, mediante una polea de frenado o bien por contrapeso accionado por un cabrestante.

El número de espiras por metro, se controla actuando sobre la velocidad de traslación del carro que alimenta el alambre hacia el tubo.

El valor de la tensión del alambre durante todo el proceso está a la vista del operador que maneja la máquina y queda registrado gráficamente.

4.2.2 Recubrimiento exterior y curado

Una vez efectuado el postesado se procede al recubrimiento exteriormente del tubo, con una capa de hormigón de 30 mm. Este proceso se realiza en

una máquina, mediante un sistema de rodillos giratorios y una regla vibrante.

Situado el tubo en la máquina, se hace girar en posición horizontal, a la vez que se deposita sobre su generatriz superior una capa de hormigón, que fluye por efecto de una vibración de alta frecuencia.

La acción combinada de la vibración y la compresión producida al pasar el hormigón entre la regla vibrante y el tubo, permite que se alcance una alta adherencia.

Una vez completado el proceso, se protege la superficie exterior del tubo mediante una arpillera humedecida, hasta que tiene lugar el curado con agua mediante aspersores.

5. CONTROL DE CALIDAD

5.1 Control de los materiales

5.1.1 Cementos

Se cumplirá lo establecido en la Instrucción de Recepción de Cementos (RC) vigente.

En la recepción se comprobará la documentación y el etiquetado, y se realizará una inspección visual del suministro.

Los Cementos Pórtland con y sin adiciones deben disponer de marcado CE junto con su Declaración de Prestaciones (DdP) de acuerdo a EN 197-1:2011⁽¹⁾, mientras que los resistentes a sulfatos están sujetos, siempre que no dispongan de la correspondiente norma armonizada, al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre⁽²⁾, y tendrán el Certificado de Conformidad con los Requisitos Reglamentarios o, en su caso, el Certificado de Conformidad de la Producción.

5.1.2 Control del agua de amasado y curado

Se cumplirán las condiciones exigidas en el Código Estructural.

Si el agua empleada para el amasado y curado del hormigón es agua potable de red de suministro, no es necesario su control, en caso contrario se realizan los siguientes análisis en laboratorio acreditado, con una periodicidad semestral:

- Exponente de hidrógeno pH.
- Sulfatos expresados en $\text{SO}_4^{=}$.
- Ión cloruro Cl^- .
- Sustancias disueltas.
- Hidratos de carbono.
- Sustancias orgánicas solubles en éter.

5.1.3 Control de los áridos

Los áridos deben disponer de marcado CE junto con su DdP de acuerdo a EN 12620:2002+A1 y cumplir las especificaciones contempladas en Código Estructural.

Se realiza un control diario de la humedad de la arena y un control mensual de la granulometría, finos que pasan por el tamiz 0,063 y equivalente de arena. Se realizará el ensayo de azul de metileno en los casos descritos en el apartado 30.4.2 del Código Estructural. Semestralmente se realiza ensayo de reactividad potencial álcali-árido.

Asimismo, se realiza el control documental, con frecuencia semestral, de los siguientes parámetros: tamaño máximo, índice de las, absorción de agua, contenido en ión cloruro, contenido en sulfatos solubles en ácido (SO_3), compuestos totales de azufre, materia orgánica, material retenido por el tamiz 0,063 que flota en un líquido de peso específico 2 y resistencia a la fragmentación.

El control documental se realiza a partir de la declaración de prestaciones (DdP) de los áridos, verificando el cumplimiento de los requisitos recogidos en el Código Estructural.

En el caso de que la DdP no contemple todos los requisitos, se deberán realizar los ensayos necesarios para asegurar su cumplimiento.

5.1.4 Control del acero

a) Control del acero para armaduras pasivas y mallas electrosoldadas

Se cumplirá lo especificado en el Código Estructural.

Si el acero dispone de un distintivo de calidad oficialmente reconocido no se realizan tomas de muestras ni ensayos mecánicos, se comprueba el aspecto, la identificación del material y la conformidad con el pedido. Por el contrario, si el acero no dispone de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se realizan los siguientes ensayos:

- Por cada 40 t de acero del mismo fabricante, designación y serie, se toma una probeta y se comprueba la sección media equivalente, las características geométricas y se realiza el ensayo de doblado-desdoblado.
- Por cada 120 t de acero del mismo fabricante, designación y serie, se comprueba en una probeta el límite elástico, la carga de rotura, la relación entre ambos, el alargamiento de rotura y el alargamiento bajo carga máxima.

⁽¹⁾ Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes

⁽²⁾ RD por el que se declara obligatoria la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.

b) Control de la chapa de acero

En la recepción se comprueba la documentación y la geometría del material.

Se verifica el espesor de la chapa en al menos una bobina por colada recepcionada.

Se controlan las siguientes características de la chapa por cada 50 t de consumo de un mismo suministrador, espesor y calidad de acero empleado: Límite elástico, resistencia a la tracción, alargamiento en rotura y composición química (contenido en P y S).

En caso de que el producto disponga de marcado CE o de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se podrán sustituir los ensayos por el control documental de cada pedido recibido.

c) Control de las pletinas

En la recepción se comprueba la documentación y la geometría del material.

Se verifica el espesor de la pletina en al menos una bobina por colada recepcionada.

Se controlan las siguientes características de la chapa por cada 50 t de consumo de un mismo suministrador, espesor y calidad de acero empleado: Límite elástico, resistencia a la tracción, alargamiento en rotura y composición química (contenido en P y S).

En caso de que el producto disponga de marcado CE o de un distintivo de calidad oficialmente reconocido de acuerdo a lo establecido en el Código Estructural, se podrán sustituir los ensayos por el control documental de cada pedido recibido.

d) Control del acero para armaduras activas

Se cumplirá lo especificado en el Código Estructural.

Mientras no esté vigente el marcado CE para estos productos, el acero dispondrá de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

5.1.5 Control del aditivo

Debe disponer de marcado CE junto con su DdP de acuerdo a UNE-EN 934-1+A1⁽³⁾.

Cumplirá las especificaciones contempladas en el Código Estructural.

5.1.6 Control del electrodo

Debe disponer de marcado CE junto con su DdP de acuerdo a UNE-EN ISO 2560⁽⁴⁾.

Por cada envío, se comprueba el aspecto y la correcta identificación del material.

5.1.7 Control de los materiales elastoméricos para juntas

Debe disponer de marcado CE junto con su DdP de acuerdo a UNE EN 681-1⁽⁵⁾.

Se controla, al menos en una de cada 100 juntas, la dureza Shore, el diámetro y el desarrollo de la junta, y sobre la totalidad de las mismas, siempre que contengan soldadura, el ensayo de estiramiento hasta alcanzar 2 veces la longitud inicial.

5.2 Control de ejecución

5.2.1 Control de boquillas y camisa de chapa

Para cada camisa y boquilla se registra el tipo, calidad, número de colada del acero e identificación de las mismas.

Se verifica el desarrollo en la zona de ensamble en la totalidad de las boquillas y en 5 de cada 100 en la zona de campana y cola.

Se comprueba el desarrollo exterior de la camisa y la longitud total de la camisa con las boquillas en una de cada 100, o bien, si se fabrica un número inferior a 100, por cada diámetro.

En todas las piezas especiales, se comprueba el desarrollo exterior del gajo o la virola de camisa de chapa, la longitud del gajo o la virola sin boquillas y con boquillas, y el ángulo (en el caso de codos).

Todas las camisas se someten a una prueba de presión interior, mediante la introducción de una presión que produzca en la chapa una tensión igual al valor máximo supuesto en el cálculo.

Cuando por el elevado espesor de la chapa no es posible alcanzar estas presiones, el ensayo se realizará con la máxima presión que puede dar el equipo que, como mínimo, debe ser la que produciría una tensión igual a la de cálculo en una chapa de 3,5 mm.

Esta presión se mantendrá el tiempo suficiente para comprobar todas las soldaduras, si existen poros se repararán y la camisa se volverá a probar hasta que no se observe ninguna fuga.

La prueba de presión interior en piezas especiales y tubos de diámetros excepcionalmente grandes o de longitudes cortas, puede sustituirse por detectores de poros.

Las soldaduras de todos los elementos deben ser sometidas a la prueba de presión interior o a la de detectores de poros.

⁽³⁾ Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 1: Requisitos comunes

⁽⁴⁾ Consumibles para soldeo. Electrodo recubiertos para el soldeo manual al arco de aceros no aleados y de grano fino. Clasificación. (ISO 2560).

⁽⁵⁾ Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

5.2.2 Control de las jaulas de armaduras pasivas

Para cada jaula, se verifica y registra el tipo y calidad del acero, número de colada, diámetro del redondo y se procede a su identificación.

Se comprueba, como mínimo en 10 de cada 100 jaulas, el diámetro y longitud de la jaula, el número de espiras por metro para la armadura transversal, el número de generatrices para la longitudinal, los puntos de soldadura y la altura de los separadores.

En caso de disponer de armadura de refuerzo, se controla el número de espiras por metro en 10 de cada 100 jaulas.

En cuanto a la armadura interior de las piezas especiales, se controla, en la totalidad de las mismas, la colocación y sujeción de la malla a la camisa.

Además, se controla en 10 de cada 100: el diámetro exterior, el número de generatrices, el número de espiras por metro lineal (también al inicio del turno), la soldadura en cruces de espiras y generatrices, y el número y posición de separadores metálicos.

5.2.3 Control del tesado de las armaduras activas

En la fabricación del tubo de hormigón postesado, se comprueba que el hormigón ha alcanzado la resistencia exigida para el tesado de la armadura postesa.

Al inicio de las operaciones de tesado se comprueba el diámetro de los alambres y la separación entre espiras.

Asimismo, se controla la tensión del alambre durante todo el proceso, quedando registro gráfico del mismo.

Anualmente se procede al tarado de la tesadora

5.2.4 Control de moldes y colocación de armadura

Antes de proceder al encofrado se comprueban las superficies de los moldes, que se encuentren limpias y lisas, y las dimensiones de los moldes y de las coronas centradoras.

Se cuida especialmente el centrado de cada camisa o prenúcleo y el de la armadura mediante la colocación de separadores, y la correcta disposición de los moldes, tanto en la fase previa al hormigonado como durante el vertido y compactación del hormigón.

En hormigón armado, previo al inicio de cada diámetro, se comprueban los diámetros de los moldes interior y exterior, y las ovalizaciones de los aros antiovalizantes y el molde exterior.

En hormigón postesado, previo al inicio de cada diámetro y en uno de cada 250 núcleos fabricados, se comprueba el desarrollo del mandril de la

máquina turbomáster para la elaboración del núcleo.

Estas comprobaciones garantizan que diámetros y espesores de los tubos terminados están dentro de las tolerancias admisibles.

5.2.5 Control de la ejecución del hormigón

Los hormigones se confeccionan en amasadoras de eje vertical. La dosificación de los componentes se realiza mediante proceso automatizado, verificando las básculas trimestralmente.

En cada turno, se comprueba la consistencia del hormigón de acuerdo a UNE-EN 12350-2⁽⁶⁾ y se conserva el registro de los valores obtenidos.

Se realizan los siguientes ensayos a compresión de acuerdo a UNE-EN 12390-3⁽⁷⁾ sobre probetas normalizadas:

- Tubos de hormigón armado por colada vertical: Se ensayan dos probetas por turno a la edad de 7 días y dos probetas por turno a la edad de 28 días.
- Núcleos de hormigón por compresión radial: Se ensayan dos probetas por turno para comprobar que el hormigón ha alcanzado la resistencia necesaria antes de proceder al postesado del mismo y dos probetas por turno para ensayar a la edad de 28 días.
- Hormigón de revestido: Se ensayan dos probetas por turno a la edad de 7 días y dos probetas por turno a la edad de 28 días.

Durante el proceso de revestido en los tubos postesados, se controla el espesor del hormigón depositado en fresco.

Con los resultados obtenidos del ensayo de probetas a los 28 días, se determina la resistencia característica de cada tipo de hormigón.

5.3 Control del producto acabado

Cada tubo terminado se inspecciona visualmente, reparándose todas las fisuras de anchura superior a 0,3 mm en tubos de hormigón armado, y 0,2 mm en tubos de hormigón pretensado, de acuerdo con el apartado 5.2.1.2 del Código Estructural, se verifica su identificación y se realiza un control geométrico del mismo:

- Por cada diámetro, se comprueba la ovalización de la boquilla macho en los 10 primeros tubos y, en los restantes, en uno de cada 10 tubos; y la ovalización de la boquilla hembra en los 10 primeros tubos y, en los restantes, en uno de cada 20 tubos, tanto en la junta elástica como en la junta para soldar.
- Por cada diámetro, se verifica el espesor en los 10 primeros tubos y, en los restantes, en uno de

⁽⁶⁾ Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.

⁽⁷⁾ Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

cada 10 tubos de hormigón armado y en uno de cada 250 tubos de hormigón postesado.

- Se verifica el diámetro interior en los 10 primeros tubos de cada diámetro y, en los restantes, en uno de cada 10 tubos de hormigón armado y para los tubos de hormigón postesado, la comprobación del desarrollo del mandril de la máquina turbomaster garantiza las dimensiones del diámetro interior del tubo (como se ha indicado en el apartado 6.2.4).

En las boquillas se comprueba las zonas libres de hormigón en la totalidad de los tubos armados y en uno de cada 10 tubos postesados.

Además, en caso de junta elástica, se controla el espesor de la pintura en uno de cada 10 tubos.

En caso de rechazo, se inspeccionará el 100 % del lote.

Los 10 primeros tubos, se comprobarán siempre que hayan transcurrido más de 2 meses desde la última fabricación de ese diámetro.

Se realiza una prueba de ensamblaje con cada arranque de nuevo diámetro.

En todas las piezas especiales, se inspecciona visualmente su superficie interior y exterior, reparándose todas las fisuras de anchura superior a 0,3 mm, de acuerdo con el apartado 5.2.1.2 del Código Estructural.

Asimismo, se comprueba en tres piezas por día y diámetro, el espesor y la ovalización de las boquillas hembra y en la totalidad de las mismas la ovalización de las boquillas macho, las zonas libres de hormigón en el macho y en la hembra y se realiza la inspección de acabado.

Como acción complementaria al control de calidad del producto terminado, se realizan los siguientes ensayos:

5.3.1 Tubos de hormigón armado

De cada lote de 250 tubos, uno se somete a la prueba estanquidad para tubos de hormigón armado con camisa de chapa, según la instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de Hormigón Armado o Pretensado.

5.3.2 Tubos de hormigón postesado

De cada lote de 250 tubos, uno se somete a la prueba de estanquidad para tubos de hormigón postesado con camisa de chapa, según la instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de Hormigón Armado o Pretensado.

De cada lote de 100 tubos, uno se somete a la prueba de permeabilidad sobre el revestimiento del tubo de hormigón postesado, según la instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de Hormigón Armado o Pretensado.

6. ETIQUETADO, EMBALAJE, TRANSPORTE, RECEPCIÓN EN OBRA, ACOPIO Y MANIPULACIÓN

Los tubos son marcados con número, fecha de revestido, presión y altura de tierras, así como con el sello del DIT y el logo de DELTA.

En la manipulación, los tubos se manejan cuidadosamente para que no sufran golpes ni rozaduras, utilizando eslingas de cinta ancha.

El transporte desde la fábrica a la obra no se inicia hasta que ha finalizado el periodo de curado.

Los tubos se transportan sobre cunas, que garanticen la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

En el caso de tener que hacer acopio en obra, los tubos se disponen en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera, salvo que se disponga de alguna solera rígida que garantice el acopio vertical en las debidas condiciones de seguridad, teniendo particular cuidado con las boquillas para que no sufran daños al contactar con el terreno.

Durante su permanencia en la obra, los tubos deberán quedar protegidos de acciones o elementos que puedan dañarlos.

7. PUESTA EN OBRA

La Figura 8 muestra mediante croquis las distintas configuraciones de instalación de los tubos de hormigón.

7.1 Apertura de zanjas

La zanja se excava en sentido ascendente de la pendiente, para dar salida a las aguas por el punto bajo. Se recomienda que esté abierta como máximo ocho días.

El ancho de la zanja debe ser tal que como mínimo haya un espacio de 0,30 m a cada lado del tubo, medido entre la intersección del talud con la solera y la proyección de éste sobre el riñón del tubo.

El material de excavación es conveniente que esté apilado suficientemente alejado del borde de la zanja, para evitar desprendimientos que puedan poner en peligro a los trabajadores.

7.2 Preparación de la base de apoyo

La base de apoyo se puede preparar con material granular o con hormigón, en función del tipo de junta y de las características del terreno.

- En terrenos de gran resistencia, puede disponerse de una cama granular con un espesor comprendido entre 15 y 30 cm, en función del diámetro del tubo.

- En terrenos de tipo granular, puede usarse como cama el propio fondo de la zanja bien escarificado o el terreno de la excavación debidamente seleccionado.
- En terrenos normales, puede adoptarse cama granular y de hormigón. Para la ejecución de la cama de hormigón se extiende una solera de hormigón pobre de 0,10 a 0,15 m de espesor, según el diámetro del tubo, sobre ésta se sitúan los tubos calzados y posteriormente se extiende hormigón en masa hasta alcanzar el ángulo de la cama de apoyo, que normalmente es de 120°.

7.3 Ensamblaje de tubos y ejecución de juntas

Antes de enchufar los tubos, las boquillas deben estar bien limpias. La tubería debe quedar perfectamente alineada según su eje, tanto en sentido horizontal como vertical.

En las juntas soldadas en alineación recta de los tubos, el solape de las boquillas no será inferior a 40 mm.

En alineaciones curvas, se podrá formar un ángulo en la junta, que depende del diámetro del tubo, y de la holgura entre los elementos que forman la misma.

Esta holgura será, como mínimo, la necesaria para permitir un enchufe normal de los tubos, y, como máximo, la que permita una correcta soldadura sin necesidad de añadir elementos suplementarios para el cierre de la junta.

Para los tubos con junta soldada, la soldadura debe hacerse por personal homologado. El cliente será el responsable de controlar la homologación del personal que ejecuta las soldaduras.

En tubos de diámetro inferior a 800 mm, la soldadura se puede efectuar por la parte exterior de la junta.

En tubos de diámetro igual o superior a 800 mm, la soldadura se efectúa por la parte interior o por la exterior, pero nunca por ambas. Se sueldan las uniones alternativamente, con varios tubos colocados por delante. Todas las uniones se inspeccionan utilizando líquidos penetrantes u otros métodos de ensayos no destructivos.

En los tubos con junta de goma, es necesario limpiar el alojamiento de la goma y la boquilla hembra, se debe ajustar bien la goma en el alojamiento igualando las tensiones en todo el perímetro. Se lubricará la goma y su alojamiento con jabón líquido neutro.

A petición del usuario el fabricante proporcionará los valores de desviación angular admisibles según el diámetro y diseño de juntas.

7.4 Instalación en terrenos agresivos

Es necesario analizar las características del terreno donde se va a instalar la tubería, determinando la

cantidad de sustancias agresivas, como pueden ser:

- Contenido en sulfatos.
- pH.
- Contenido en cloruros.
- Resistividad del terreno.

En el caso de que la cantidad de estas sustancias sea superior a los valores mínimos indicados por la Instrucción Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado y Pretensado, Anejo 3, es necesario tomar medidas de protección del hormigón o las armaduras. Las medidas de protección extra principales serían las siguientes:

- En situaciones de agresividad moderada, sería suficiente con el empleo de cementos resistentes a los sulfatos y/o de hormigones de alta resistencia.
- En situaciones de agresividad más severas, la protección con pintura en el exterior de la tubería puede ser una opción, siempre y cuando se haya desechado opciones más económicas.
- En casos de extrema agresividad o de que los controles indiquen que se están produciendo fenómenos de corrosión, se deberá instalar un sistema de protección catódica (para ello debe haber continuidad eléctrica entre las armaduras de los diferentes tubos y se debe hacer una toma en el tubo donde se produzca la conexión eléctrica). Esta protección puede ser por ánodos de sacrificio o con corriente impresa, siendo más recomendable para la tubería de hormigón postesado, y salvo estudio detallado, los ánodos de sacrificio.

NOTA: La protección catódica por ser una protección activa puede ser contraproducente si el mantenimiento de la instalación es deficiente. La instalación debe ser ejecutada por especialistas y debe de existir un plan de mantenimiento que describa los controles necesarios para evitar daños secundarios.

8. MEMORIA DE CÁLCULO

De acuerdo con los requerimientos del cliente, el cálculo de los tubos puede realizarse según la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado y Pretensado, el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, o según la Norma ANSI/AWWA correspondiente, teniendo en cuenta en todos los casos, al menos, las siguientes acciones:

- Peso propio.
- Carga de fluido.
- Cargas verticales del relleno.
- Cargas concentradas.
- Empuje lateral.
- Presión máxima de trabajo.

9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Hasta la fecha, según indica el fabricante, se han colocado 1.031.860 m de tubería de hormigón postesado con camisa de chapa, 831.545 m con junta elástica y 200.315 m con junta soldada, y 433.491 m de tubería de hormigón armado con

camisa de chapa, 171.257 m con junta elástica y 262.234 m con junta soldada, en obras repartidas por toda España. Además, se realizó una encuesta por correo con resultado satisfactorio.

El fabricante suministra como referencia las siguientes obras:

Obra	Cliente	Tipo tubo	Dmax/min (mm)	Longitud (m)	Pmax/min	Año
Riegos del Río Adaja, Arévalo (Ávila)	Aguas del Duero	HA con camisa de chapa, junta soldada	2000/2000	22 071	12/4	2003
Abastecimiento a Lleida y núcleos urbanos Z.R. de Pinyana. 1ª y 2ª Fase	ACUAEBRO	HP con camisa de chapa, junta elástica	1200/1.000	16 980	12,5/2,5	2002/08
Reutilización efluente EDAR del Baix Llobregat. Tramo 2 y 3 (Barcelona)	Ministerio de Medio Ambiente	HP con camisa de chapa, junta soldada y elástica	1600/1.200	8439	6	2004/05
Acometidas de servicios nueva área terminal Aeropuerto de Barcelona	AENA	HA con camisa de chapa, junta soldada	2500	3898	1	2004/06
Impulsión Embalse de la Loteta (Zaragoza)	Confederación Hidrográfica del Ebro	HP con camisa de chapa, junta elástica	1800	5040	5/6	2005
Red de Riegos sectores XII-XVI Zona regable del Genil Cabra (Córdoba)	Ministerio de Agricultura	HP con camisa de chapa, junta elástica	1800/700	24 886	17,5/10	2007
Red de Riego de Moguer, Lucena de Puerto y Montemayor "El Fresno" (Huelva)	Ministerio de Agricultura y Junta de Andalucía	HP con camisa de chapa, junta elástica	1100/900	21 630	10	2008
Modernización y consolidación regadíos de la Comunidad de Regantes de Balazote Fase 1 y 2 (Albacete)	Seiasa de la Meseta Sur	HP con camisa de chapa, junta elástica	1200/1000	14 616	10/6	2008
Sifones en el Canal de Payuelos (León)	Aguas del Duero	HA con camisa de chapa, junta soldada	2600	2816	5	2011
Mejora del Regadío Canal del Páramo León	ITACYL	HP con camisa de chapa, junta elástica	1800	1662	10/6	2012
Impulsión del embalse Sauvella Riegos del Puntal (Huesca)	SEIASA	HP con camisa de chapa, junta elástica	1200	1120	6	2014
Com. Reg. Paramo Bajo sector VI y III León	SEIASA	HA con camisa de chapa, junta elástica	2200	6210	2	2014
Com. Reg. Paramo Bajo sector IV León	SEIASA/ITACYL	HA con camisa de chapa, junta elástica	2000	7015	4	2015
Com. Regantes del Fresno Huelva	SEIASA	HP con camisa de chapa, junta elástica	800/600	11 000	10/7,5	2015

HP: Hormigón Postesado; HA: Hormigón Armado

11. EVALUACIÓN DE APTITUD DE EMPLEO

El Sistema, tal y como se describe en este Documento, es apto para el fin al que se destina.

11.1 Cumplimiento de la normativa nacional

La ejecución del Sistema de tubos de hormigón deberá realizarse según la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado y Pretensado, el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, o según la Norma ANSI/AWWA correspondiente.

Durante la fabricación de los tubos, manipulación, transporte e instalación en obra, se seguirán las disposiciones de la normativa vigente de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Los componentes del Sistema, según declara el fabricante de este, no contienen ni liberan sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación nacional y europea.

11.2 Limitaciones de la evaluación

La presente evaluación técnica cubre únicamente las aplicaciones del sistema recogidas en este documento.

11.3 Gestión de residuos

En general, se seguirán las especificaciones del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, así como las

reglamentaciones autonómicas y locales que sean de aplicación.

11.4 Mantenimiento y condiciones de servicio

De acuerdo con los ensayos de durabilidad realizados y las visitas a obra, se considera que el Sistema tiene un comportamiento satisfactorio conforme a las exigencias relativas a durabilidad; siempre que la tubería, instalada conforme a lo descrito en el presente documento, esté sometida a un adecuado uso y mantenimiento, conforme a lo establecido en la normativa de aplicación y a las instrucciones dadas por el fabricante.

12. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS⁽⁸⁾

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos⁽⁹⁾ fueron las siguientes:

- El fabricante proporcionará la solución o soluciones propuestas por él para la protección de las juntas soldadas, determinando materiales a emplear y metodología a seguir.
- Se debe prestar especial atención a la junta de los moldes, para evitar la pérdida de lechada y posible aparición de coqueras, y al control de la ovalización de los tubos, para que esté dentro de los límites establecidos por el propio fabricante, ya que es condición indispensable del buen comportamiento de la junta elástica.
- No deben utilizarse cables en el transporte de los tubos, ya que pueden originar lesiones o desperfectos en los mismos.

⁽⁸⁾ La Comisión de Expertos en conformidad con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- b) Derechos de comercialización del producto o sistema.
- c) Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

⁽⁹⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los Sigüientes Organismos y Entidades:

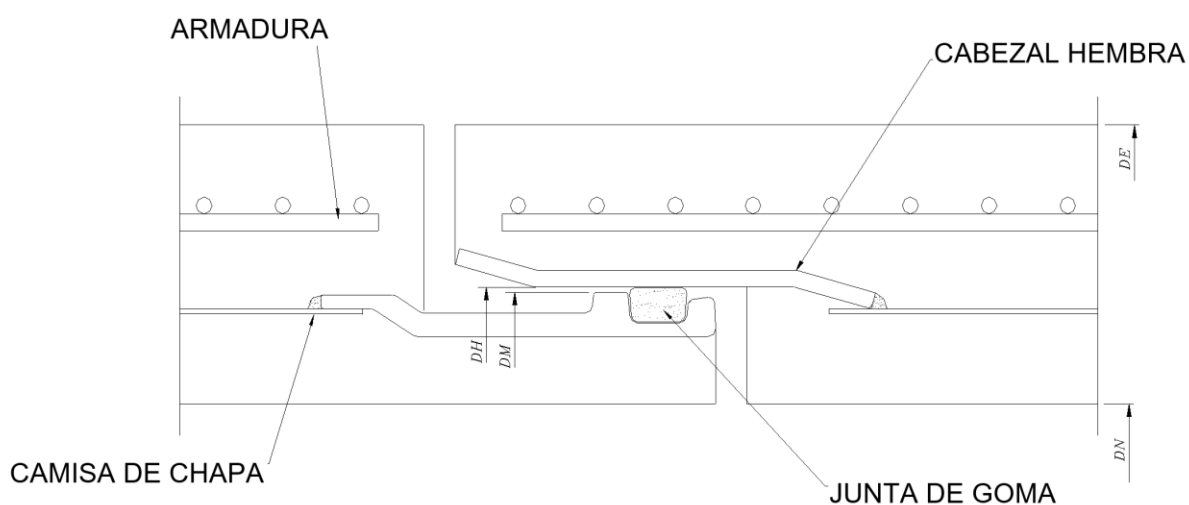
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. (CSCAE).
- Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC S.A.).
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Escuela Técnica Superior de Edificación. UPM.
- E.T.S. de Ingeniería Civil – UPM.
- ETSAM – UPM.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército (INTA).
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS. DIR. INGENIERÍA.
- FCC Construcción, S.A.
- SGS TECNOS, S.A.
- DRAGADOS.
- FERROVIAL.
- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

- Los tubos para cada obra concreta se consideran como una parte de la misma, por lo que en lo que al proyecto se refiere, deberán quedar definidos los aspectos relativos a las uniones con los puntos singulares, ya que el DIT únicamente contempla la fabricación, transporte y montaje del tubo.
- El análisis de las características del terreno al que se refiere el punto 7.4, debe hacerse teniendo en cuenta la posible variación de la agresividad de los terrenos circundantes a la tubería a lo largo del tiempo. En servicio, sería conveniente incorporar en el plan de mantenimiento una inspección cada cierto tiempo realizada desde dentro de la tubería con algún dispositivo que pudiese detectar signos de deterioro.

13. FIGURAS

TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA (TIPOLOGÍA)

1. TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO Y JUNTA ELÁSTICA



2. TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO Y JUNTA SOLDADA

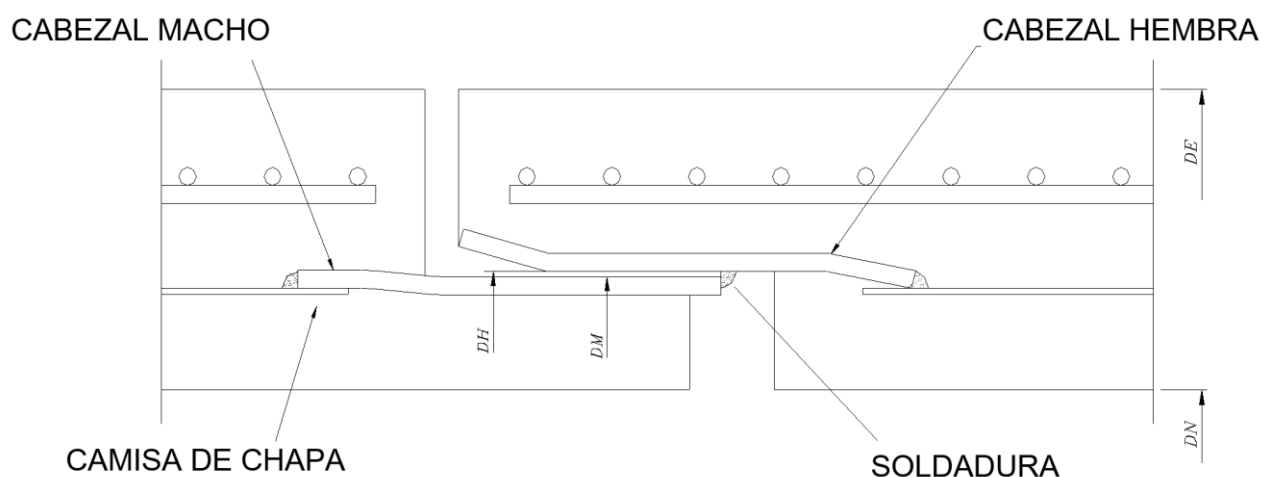


Figura 1. Secciones tipo del tubo de hormigón armado con camisa de chapa con junta elástica y con junta soldada.

3. TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA Y ARMADURA ARROLLADA A LA CAMISA

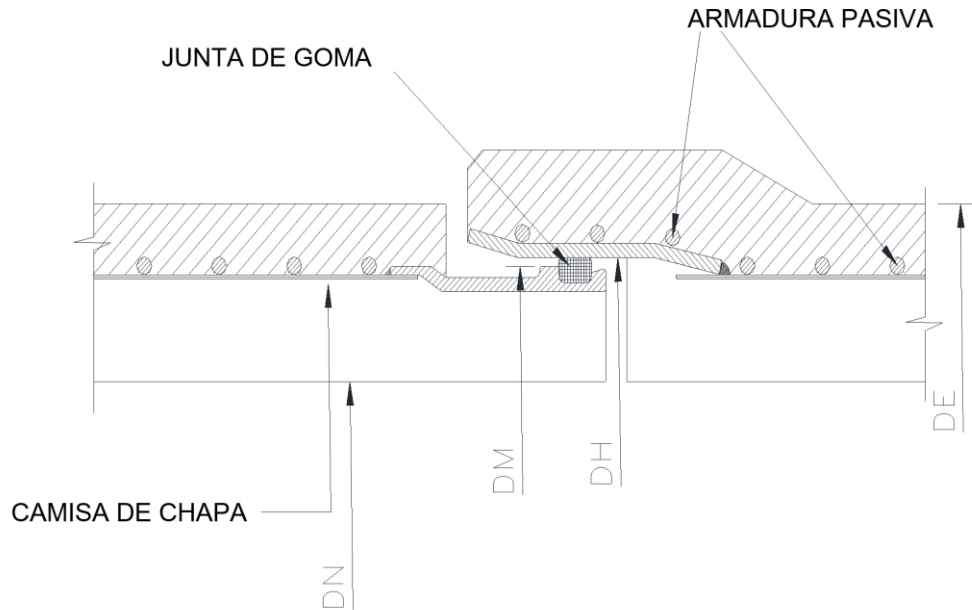
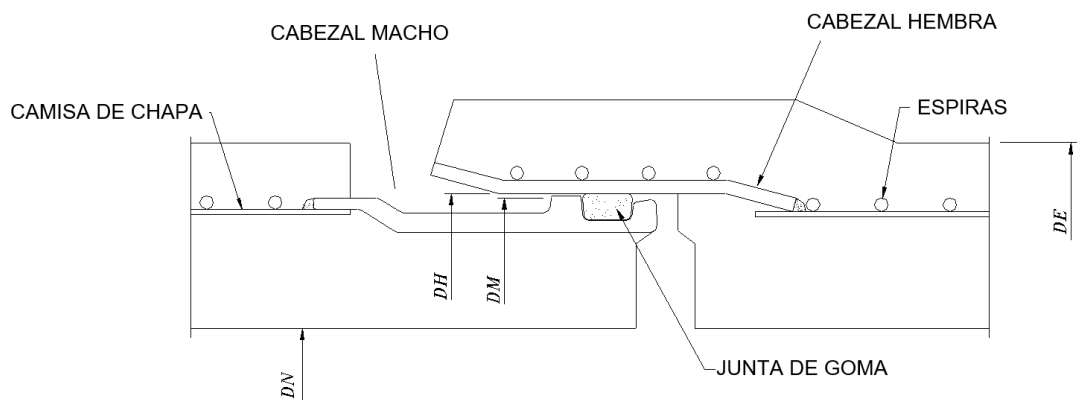


Figura 1. Secciones tipo del tubo de hormigón armado con camisa de chapa con junta elástica y con junta soldada (continuación).

TUBERÍA DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA (TIPOLOGÍA)

1. HORMIGÓN POSTESADO, CAMISA REVESTIDA Y JUNTA



2. HORMIGÓN POSTESADO, CAMISA REVESTIDA Y JUNTA SOLDADA

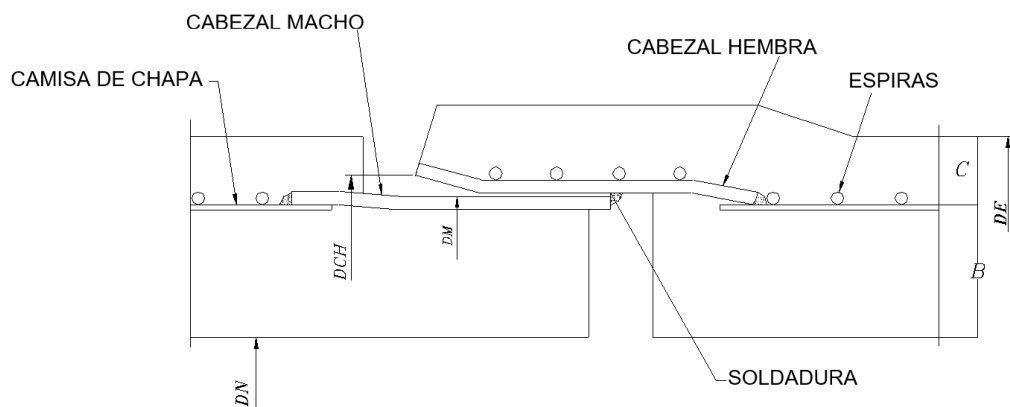
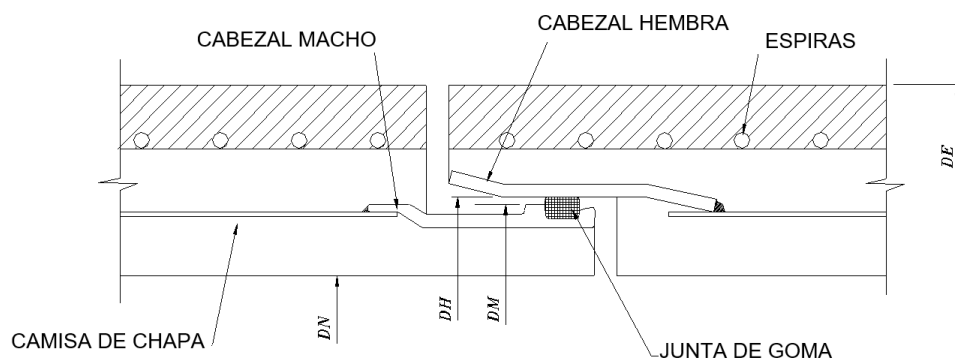


Figura 2. Tubería de hormigón postesado tipo DELTA.

3. HORMIGÓN POSTESADO. CAMISA EMBEBIDA Y JUNTA ELÁSTICA



4. HORMIGÓN POSTESADO. CAMISA EMBEBIDA Y JUNTA SOLDADA

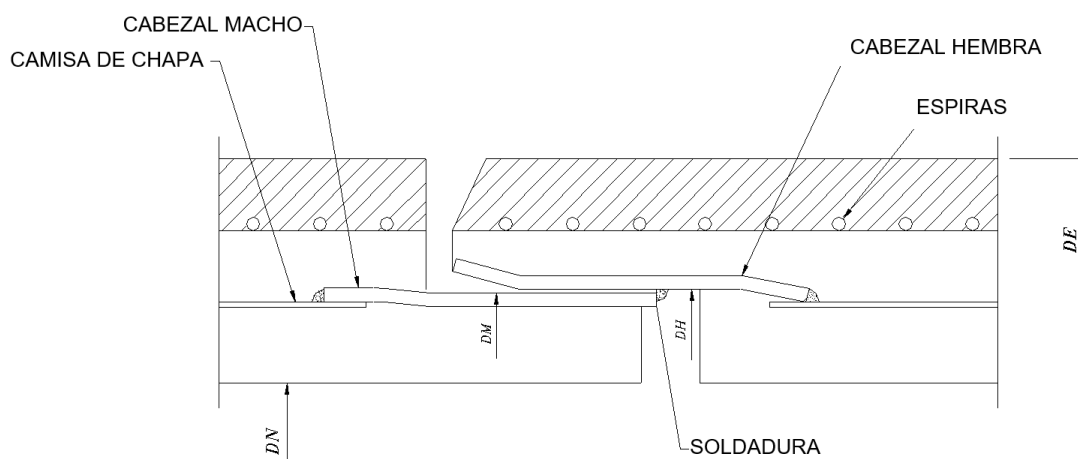


Figura 3. Tubería de hormigón postesado “de camisa embebida”.

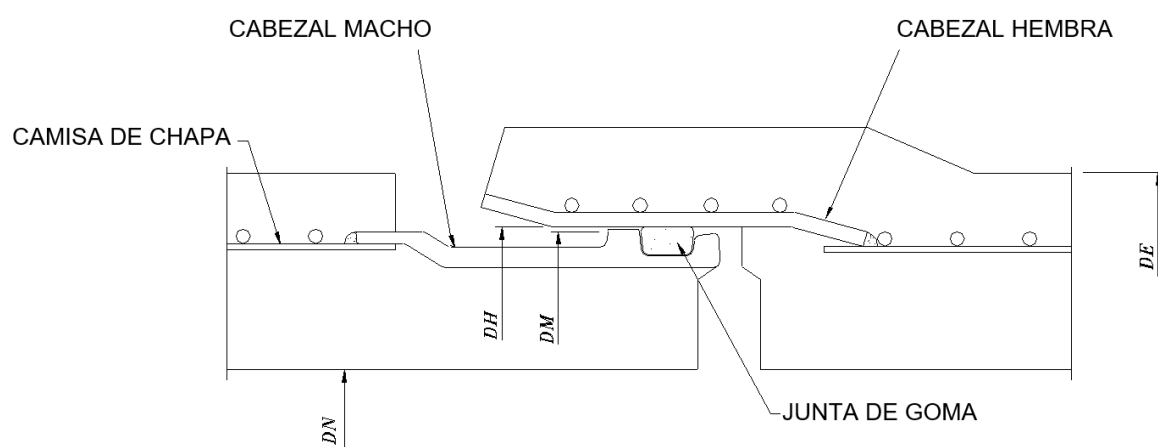


Figura 4. Junta elástica.

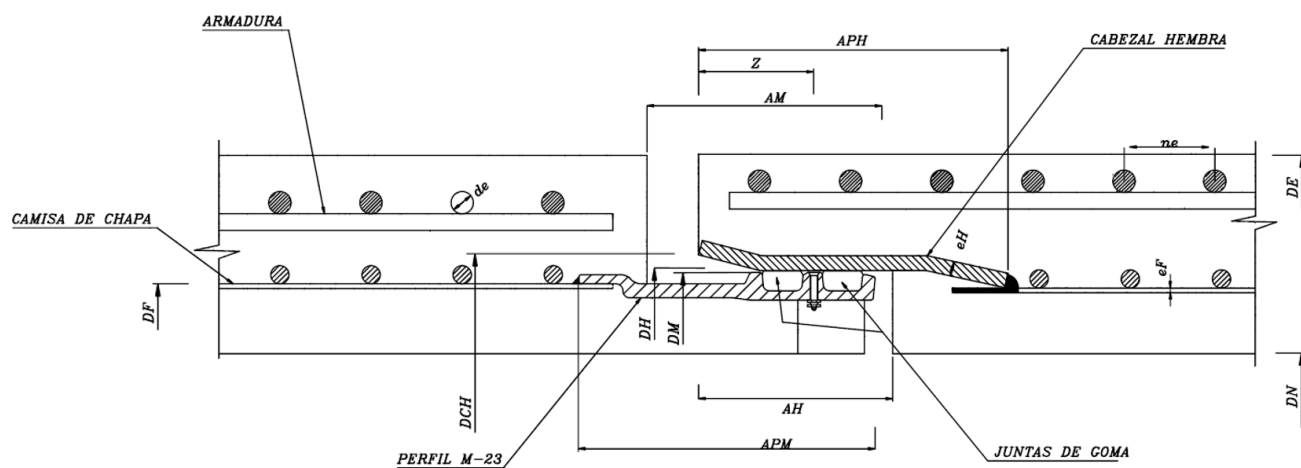


Figura 5. Junta elástica doble en tubería de hormigón armado con camisa de chapa.

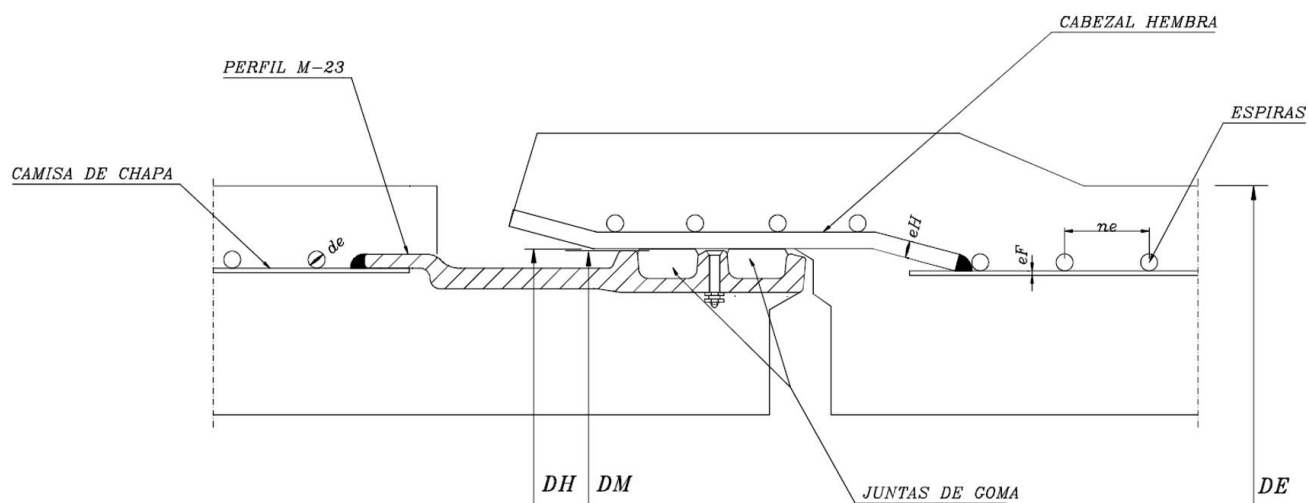


Figura 6. Junta elástica doble en tubería de hormigón postesado con camisa de chapa.

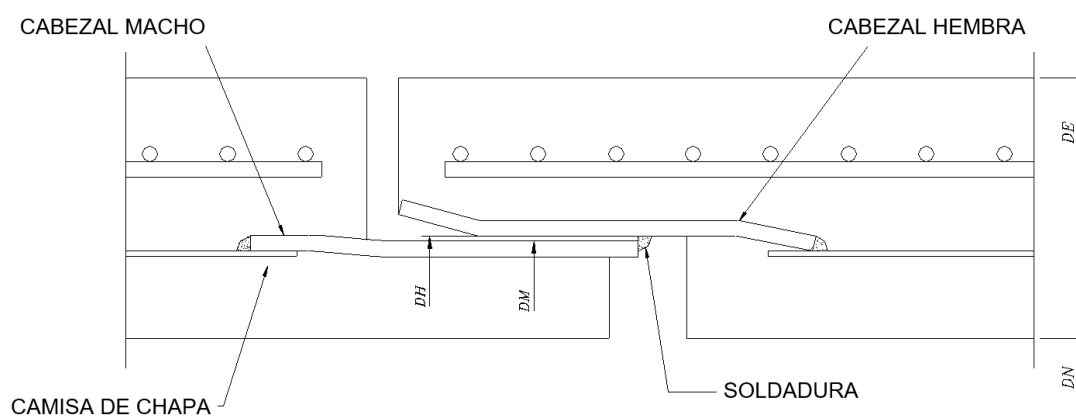


Figura 7. Junta soldada

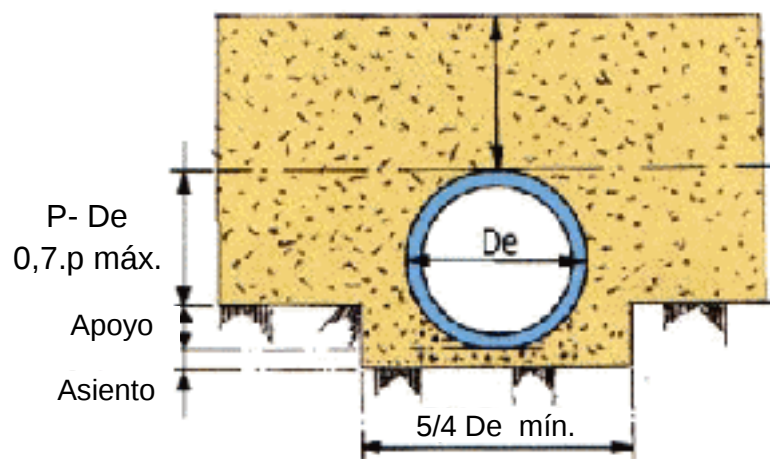
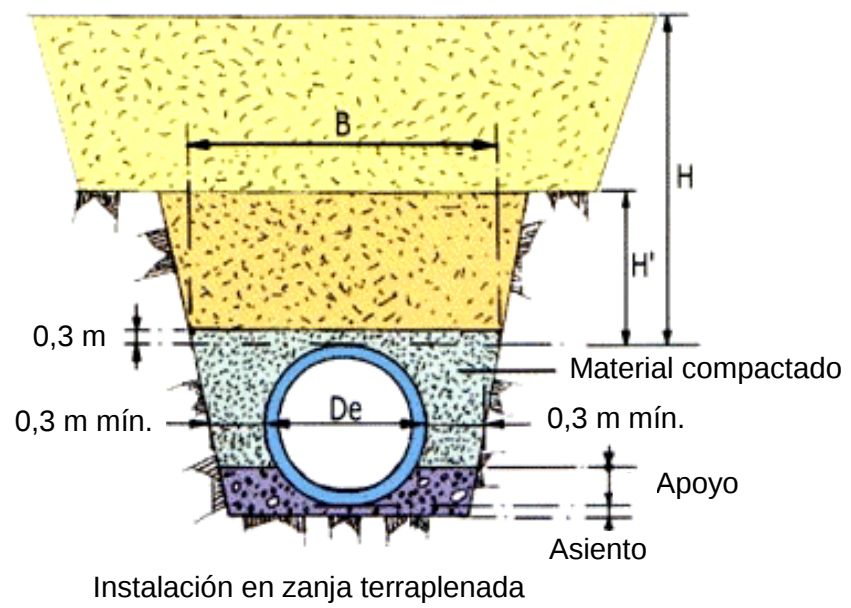
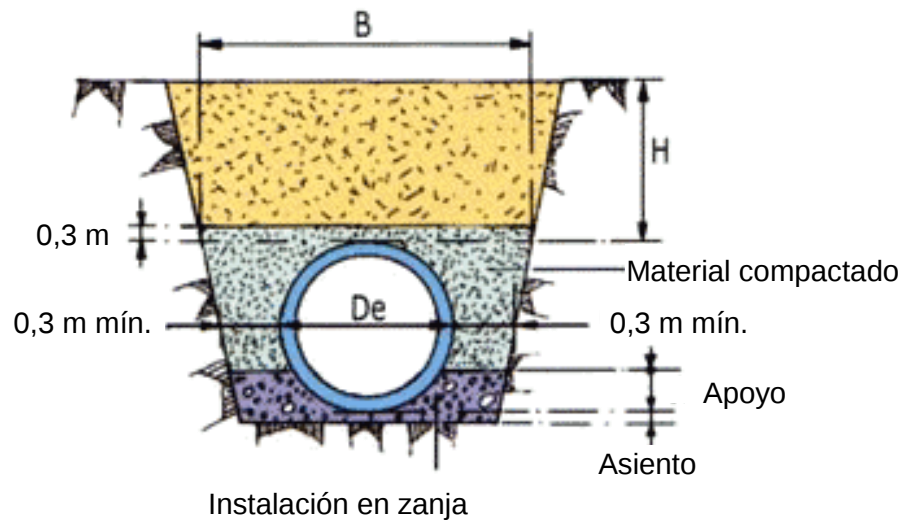


Figura 8. Instalación en obra



TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

- ANEJO 4 : Fotografías



Fotografía de las fábricas





Fotografía de transporte





Fotografía de acopio tubos



Tubería de hormigón armado
con camisa de chapa



Fotografía montaje en obra





Fotografía montaje en obra





Fotografía montaje en obra



Tubería de hormigón armado
con camisa de chapa



Fotografía montaje en obra





Fotografía montaje en obra





Fotografía piezas especiales



Tubería de hormigón armado
con camisa de chapa