

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO DE TUBERÍA DE ACERO LISA S/EN 10025 S275 JR  $\varnothing$  1422 mm, tubos 8,13,5 y 16 m y 10,0 mm “PROYECTO DE NUEVA CONDUCCIÓN DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL POSTRASVASE JÚCAR-VINALOPÓ, 1ª FASE (TRAMO EMBALSE DE TOSCAR-AGOST) DESGLOSADO TRAMO 0 (ALICANTE)”, A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO SUJETO A REGULACIÓN ARMONIZADA (SARA).**

**TSA000066869**

**1- INTRODUCCIÓN.**

El objeto de este pliego es definir las prescripciones técnicas que regirán el suministro de tubería de acero lisa S/EN 10025 S275 JR, de 1422 mm de diámetro exterior, formado por tubos de 8,13,5 y 16 m. de longitud y 10,0 mm de espesor, con soldadura helicoidal según norma de fabricación EN 10224 y extremos abocardado. Revestida interiormente con pintura Epoxi alimentario según AWWA C-210/2007 de 400 micras y exteriormente con polietileno extruido de 3 mm. Según DIN 30670/91, para la obra **“PROYECTO DE NUEVA CONDUCCIÓN DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL POSTRASVASE JÚCAR-VINALOPÓ, 1ª FASE (TRAMO EMBALSE DE TOSCAR-AGOST) DESGLOSADO TRAMO 0 (ALICANTE)”**

No podrán comenzar el suministro objeto del presente pliego, hasta tener la correspondiente indicación expresa por parte de un representante de TRAGSA

El alcance del pliego se muestra en el siguiente cuadro de unidades:

Nº Uds.	Descripción
241,00	ML; Tubería de chapa de acero lisa S/EN 10025 S275 JR, de 1422 mm de diámetro exterior, formado por tubos de 8 m de longitud y 10,0 mm de espesor, con soldadura helicoidal según norma de fabricación EN 10224 y extremos abocardado cilíndricos. Revestida interiormente con pintura Epoxi alimentario según AWWA C-210/2007 de 400 micras y exteriormente con polietileno extruido de 3 mm. según DIN 30670/91, materiales a pie de obra.
195,00	ML; Tubería de chapa de acero lisa S/EN 10025 S275 JR, de 1422 mm de diámetro exterior, formado por tubos de 13,5 m de longitud y 10,0 mm de espesor, con soldadura helicoidal según norma de fabricación EN 10224 y extremos abocardado esféricos. Revestida interiormente con pintura Epoxi alimentario según AWWA C-210/2007 de 400 micras y exteriormente con polietileno extruido de 3 mm. según DIN 30670/91, según la traza diseñada en el proyecto, materiales a pie de obra.
2.461,00	ML; Tubería de chapa de acero lisa S/EN 10025 S275 JR, de 1422 mm de diámetro exterior, formado por tubos de 16 m de longitud y 10,0 mm de espesor, con soldadura helicoidal según norma de fabricación EN 10224 y extremos abocardado esféricos. Revestida interiormente con pintura Epoxi alimentario según AWWA C-210/2007 de 400 micras y exteriormente con polietileno extruido de 3 mm. según DIN 30670/91, según la traza diseñada en el proyecto, materiales a pie de obra.

El fabricante deberá especificar el precio de los metros lineales (m.l.) de tubería sobre camión a pie de obra (IVA no incluido). La tubería siempre se medirá a efectos de valoración en términos de longitud útil.

El presente pliego también aportará información sobre las inspecciones y ensayos a realizar para el control de los materiales.

El número de unidades es indicativo y susceptible de variación en el transcurso de la obra.

## 2. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES

La tubería tendrá las características particulares que a continuación se detallan:

**Tubería de DN 1400 mm de A<sup>3</sup>C<sup>3</sup>, soldada Helicoidalmente con doble cordón (interior y exterior), según EN-10224, por el procedimiento de ARCO SUMERGIDO (SAW).**

Cumplimiento de las normas específicas:

AWWA Manual M11 1985 y 1999

Normativa API 1987, 1997, 2002, 2004

Guía Técnica sobre Tuberías, CEDEX 2003

Pr EN 1295-3:2001 proyecto de norma europea, y cuantas modificaciones y actualizaciones de las normas anteriores no contenidas en esta relación.

Límite elástico del acero a utilizar: 235 Mpa y 275 Mpa dependiendo del tramo (ver anejo correspondiente a cálculos mecánicos).

Largos de los tubos: variables dependiendo de las necesidades de la obra de entre 8, 13,5 y 16,0m

**Extremos: Abocardado**

**Revestimiento interior: epoxi 300 micras apto para agua potable según AWWA C-210-97**

**Revestimiento exterior: PE 3,0 mm según DIN 30670:1991**

**Espesor del tubo: 10,0mm.**

Todas las tuberías de acero del proyecto atenderán a las características y normas que a continuación se detallan.

### GENERALIDADES. NORMATIVA Y CAMPO DE APLICACIÓN

El acero empleado en su fabricación debe ser del tipo no aleado y completamente calmado, según lo indicado en la norma UNE 36004:1989, pudiendo ser sometido a tratamiento térmico. En cualquier caso las características mecánicas han de ser, como mínimo, las indicadas más adelante en el presente pliego.

En general, los tubos pueden ser de los siguientes tipos:

Tubos sin soldadura

Obtenidos por extrusión de un producto macizo (lingote, palanquilla o barra) y posterior laminado o estirado, en caliente o en frío. También pueden obtenerse por colada centrifugada. En general, el diámetro exterior de estos tubos es inferior a 200 mm.

Tubos soldados

Son los obtenidos por conformación, de un producto plano laminado en caliente o en frío, hasta conseguir una sección circular y posterior soldado de sus bordes. Según el procedimiento de soldadura empleado los tubos pueden ser:

Soldados a tope por presión

Soldados por inducción o resistencia eléctrica

Soldados por arco sumergido.

La soldadura, en el caso de los tubos soldados a tope por presión, es siempre longitudinal, mientras que en los soldados por inducción o arco sumergido puede utilizarse también la soldadura helicoidal.

El acero de estos tubos debe tener una aptitud garantizada al soldeo, según lo indicado en la norma UNE-EN 10025:1994. Se recomienda, además, que las bobinas de chapa laminada empleadas en la obtención de los tubos soldados estén constituidas por una única pieza, no debiendo admitirse que estén formadas por trozos soldados, excepto en los tubos con soldadura helicoidal por arco sumergido en los que si son aceptables las soldaduras de empalmes de bobinas, siempre que dichas soldaduras hayan sido realizadas por el mismo proceso y sometidas a iguales controles que las del propio tubo.

#### **NORMATIVA DE REFERENCIA**

Respecto a la normativa de aplicación, la normativa que hace referencia a los tubos de acero es la siguiente:

UNE-EN 10216. Tubos de acero sin soldadura para usos a presión.

UNE-EN 10217. Tubos de acero soldados para usos a presión.

UNE-EN 10220:2004. Tubos lisos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas por unidad de longitud

UNE-EN 10224:2003. Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para el consumo humano. Condiciones técnicas de suministro

UNE-EN 10240:1998. Recubrimientos De protección internos y/o externos para tubos de acero. Aplicaciones para recubrimientos galvanizados en caliente aplicados en plantas automáticas.

Otros tipos de normas:

Normas ISO 4200:1992 o ISO 559:1991

Norma API 5L: 2000

Norma AWWA C200-97

Normas DIN 1615:1984, 1626:1984, 1628:1998, 2448:1981, 2413:1993, 2458:1981 o 2460:1992

Para las piezas especiales puede seguirse lo especificado por la norma AWWA C208-96. En lo que se refiere a la normalización del material, en la mayoría de los casos, se recomienda que el acero a emplear esté conforme con algunas de las normas especificadas más adelante en este pliego.

El procedimiento de soldadura de los tubos está regulado por alguna de las siguientes normas:

Normas UNE 14011:1957, UNE 14040:1972, UNE 14606:1975, UNE

14607:1979, UNE 14610:1979, UNE 14612:1980 y UNE 14613:1979

Normas UNE-EN 287-1:1992 y UNE-EN 288:1993 (partes 1, 2 y 3)

Otras normas, tales como ASME IX:2001(parte C) o API 5L:2000

### **3. DEFINICIONES**

Todos los elementos de la tubería llevarán como mínimo las marcas distintivas siguientes, realizadas por cualquier procedimiento que asegure su duración permanente:

- Marca de fábrica
- Diámetro nominal
- Presión normalizada en kg/cm<sup>2</sup>
- Marca de identificación de orden, edad o serie, que permita identificar la pieza.
- Espesor nominal (e)

Estas indicaciones deben ser ejecutadas mediante pintura o eventualmente por otros procedimientos que garanticen su fácil lectura y durabilidad, realizándose en un extremo del tubo a una distancia inferior a 0,30 metros de su final.

#### DIÁMETROS NOMINALES

En los tubos de acero el diámetro nominal (DN) se refiere al diámetro exterior (OD). Para un mismo diámetro nominal (DN) los tubos admiten ser fabricados en distintas gamas de espesores, de modo que para una misma capacidad hidráulica, la resistencia mecánica del tubo sea variable. Dichas variaciones de espesor se obtienen por aumento o disminución del diámetro interior (ID), manteniendo constante el valor del diámetro exterior (OD=DN).

#### OVALACIÓN

Se calcula, en tanto por ciento, mediante la siguiente expresión (UNE-EN 10224:2003; D<sub>max</sub> y D<sub>min</sub> son los diámetros exteriores mayor y menor de la sección del tubo).

$$100 \cdot \frac{D_{max} - D_{min}}{DN}$$

Ovalización (%)=

#### PRESIÓN NOMINAL (PN)

El concepto de presión nominal en los tubos de acero solo se emplea en el caso de que se unan con bridas, en cuyo caso, el valor de PN corresponde a la máxima DP que el tubo puede resistir.

#### CLASIFICACIÓN

Los tubos de acero se clasifican por el diámetro nominal (DN), por el espesor nominal (e) y por el tipo de acero empleado (por el valor de su límite elástico).

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Según la norma de referencia que se esté empleando, la composición química de la colada en los aceros usados en la fabricación de los tubos debe cumplir con lo especificado en la siguiente Tabla (UNE-EN 10224) o en la Tabla 18 (API 5L:2000).

Composición química de la colada de acero. (UNE-EN 10224)

Tipo Acero	C % Max.	Si % Max.	Mn % Max.	P % Max.	S % Max.
L235	0,16	0,35	1,20	0,030	0,025
L275	0,20	0,40	1,40	0,030	0,025
L355	0,22	0,55	1,60	0,030	0,025

En general, no se debe añadir ningún otro componente al acero, excepto elementos empleados para la desoxidación (tales como aluminio añadido a la colada). El niobio, vanadio y titanio pueden añadirse según lo indicado en UNE 36004:1989 y UNE-EN 10025:199

Por cada reducción de 0,01% de C, el contenido de Mn se puede incrementar un 0,05% hasta un máximo de 1,60%

Para producto terminado, las tolerancias sobre los valores de esta tabla son las siguientes: C, + 0,03%; Si, + 0,05%; Mn, + 0,10%; P, + 0,005%; S, + 0,005%

#### Composición química de la colada de acero (API 5L:2000)

Tipo Acero	C % Max.	Mn % Max.	P % Max.	S % Max.
A25	0,21	0,60	0,030	0,030
A	0,22	0,90	0,030	0,030
B	0,26	1,20	0,030	0,030
X42	0,26	1,30	0,030	0,030
X46, X52, X56	0,26	1,40	0,030	0,030
X60	0,26	1,40	0,030	0,030
X65	0,26	1,45	0,030	0,030
X70	0,26	1,65	0,030	0,030

#### Características mecánicas del acero (UNE-EN 10224)

Tabla 19. Características mecánicas del acero (prEN 10224: 1998)

Tipo de acero	Resistencia mínima a la tracción $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	Limite elástico mínimo $Le_{min}$ (N/mm <sup>2</sup> ) (e, mm)		Alargamiento $m$ en la rotura $A_m$ Longitudinal
		$e \leq 16$	$16 < e < 40$	
L 235	360 a 500	235	225	25
L 275	430 a 570	275	265	21
L 355	500 a 650	355	345	21

Características mecánicas del acero (API 5L: 2000)

Norma	Tipo de acero	Resistencia mín. a la tracción $R_m$ ( $N/mm^2$ )	Límite elástico mínimo $Le_{min}$ ( $N/mm^2$ )	Alargamiento en la rotura ( $A_{min}$ %)
API 5L:2000	A25	310	172	Ver norma API 5L:2000
	A	331	207	
	B	414	241	
	X 42	414	290	
	X 46	434	317	
	X 52	455	359	
	X 56	490	386	
	X 60	517	414	
	X 65	531	448	
	X 70	565	483	

Tabla de equivalencias entre la distinta nomenclatura de acero

API 5L:2000	pr EN 10224:1998	UNE EN 10025:1994	DIN 17100:1980	UNE 36080:1992
A25		S 185	ST 33	A 310
A				
B	L235	S 235	ST 37	AE 235
			ST 42	
X42	L 275		ST 44	
X 46		S 275		AE 275
X 52	L 355	S 355	ST 52	AE 355
X 56				
X 60				
X 65				
X 70				

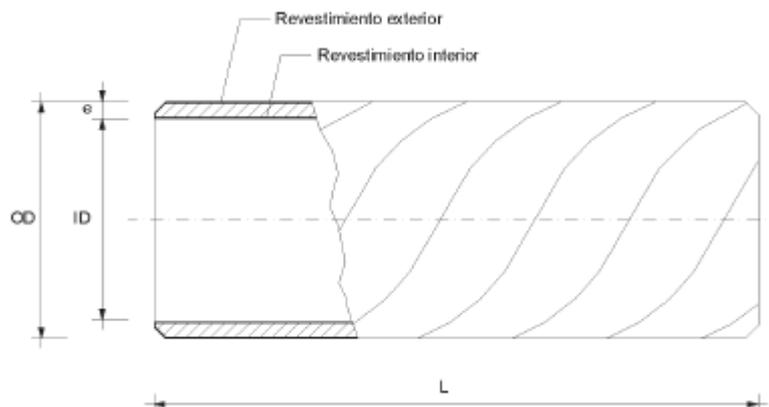
Otros datos de interés serían:

Densidad: 7.850 kg/m<sup>3</sup>

Módulo de elasticidad: 2,1 x 10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup>

**DIMENSIONES**

Las dimensiones normalizadas en los tubos de acero (básicamente diámetros y espesores) son variables según la norma de producto que se esté utilizando. A continuación se adjuntan los valores previstos en UNE-EN 10224, en API 5L: 2000 o en normas DIN.



En relación con las piezas especiales, sus dimensiones no estarán normalizadas, sino que se determinarán en función de las necesidades del proyecto. No obstante lo anterior, en UNE-EN 10224 se establecen unos valores para algunas tipologías específicas de piezas especiales que podrán emplearse.

DN	Espesor nominal, e (mm)																				
	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,4	7,1	7,9	8,7	9,5	10,3	11,1	11,9	12,7	14,3	15,9	17,5		
168,3	■	■	■	■	■	■	■	■													
219,1	■	■	■	■	■	■	■	■													
273,1	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
323,9		■	■	■	■	■	■	■	■	■											
355,6			■	■	■	■	■	■	■	■	■										
406,4				■	■	■	■	■	■	■	■	■									
457,0					■	■	■	■	■	■	■	■	■								
508,0						■	■	■	■	■	■	■	■	■							
559,0							■	■	■	■	■	■	■	■	■						
610,0								■	■	■	■	■	■	■	■	■					
660,0									■	■	■	■	■	■	■	■	■				
711,0										■	■	■	■	■	■	■	■	■			
762,0											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
813,0												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
864,0													■	■	■	■	■	■	■	■	■
914,0														■	■	■	■	■	■	■	■
1.016,0															■	■	■	■	■	■	■
1.067,0																■	■	■	■	■	■
1.118,0																	■	■	■	■	■
1.168,0																		■	■	■	■
1.219,0																			■	■	■
1.270,0																				■	■
1.321,0																					■
1.422,0																					
1.524,0																					
1.626,0																					
1.727,0																					
1.829,0																					
1.930,0																					
2.032,0																					

Diámetros y espesores nominales habituales para los tubos de acero (API 5L:2000)

DN			Espesor nominal, e (mm)																							
Serie 1	Serie 2	Serie 3	20	23	2,6	2,9	3,2	40	45	50	54	5,6	6,3	7,1	80	88	10,0	11,0	12,5	14,2	16,0	17,5	20,0	22,2	25,0	
26,9																										
		30,0																								
	31,8																									
33,7	32,0																									
		35,0																								
	38,0																									
42,4	40,0																									
		44,5																								
48,3																										
	51,0																									
		54,0																								
60,3	57,0																									
	63,5																									
	70,0																									
76,1		73,0																								
		82,5																								
88,9																										
	101,6																									
114,3		108,0																								
	127,0																									
139,7	133,0																									
		141,3																								
		152,4																								
168,3		159,0																								
		177,8																								
		193,7																								
219,1		244,5																								
273,0																										
323,9																										
355,6																										
406,4																										
457,0																										
508,0																										
		589,0																								
	610																									
	660																									
	711																									
	762																									
	813																									
	864																									
	914																									
	1.016																									
	1.067																									
	1.118																									
	1.168																									
	1.219																									
	1.321																									
	1.422																									
	1.524																									
	1.626																									
	1.727																									
	1.829																									
	1.930																									
	2.032																									
	2.134																									
	2.235																									
	2.337																									
	2.438																									
	2.540																									
	2.642																									
	2.743																									

Serie 1: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias están normalizadas  
 Serie 2: Diámetros para los que las piezas especiales necesarias no están normalizadas  
 Serie 3: Diámetros para aplicaciones especiales para los que existen muy pocas piezas especiales normalizadas

**Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero (UNE-EN 10224)**

DN	Espesor nominal, e (mm)															
	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	7,1	8,0	8,8	10,0	11,0	12,5	14,2	16,0	17,5
168,3																
219,1																
273,0																
323,9																
355,6																
406,4																
457,0																
508,0																
559,0																
610,0																
660,0																
711,0																
762,0																
813,0																
864,0																
914,0																
1.016,0																
1.220,0																
1.420,0																
1.620,0																
1.820,0																
2.020,0																

Diámetros y espesores nominales de los tubos de acero (DIN 2458)

Cuando la relación DN/e sea menor o igual que 100, la tolerancia en la ovalización deberá ser inferior al 2%, mientras que, caso contrario, deberá ser acordada entre fabricante y cliente (UNE-EN 10224).

Las tolerancias admitidas en los diámetros y en los espesores serán los recogidos en la siguiente tabla:

DN (mm)	Tolerancias sobre OD (mm)			Tolerancias en el espesor (%)					
	en fuste			Sin soldadura				Arco sumergido	Otra soldadura
	Sin soldar	Otra soldadura	Arco sumergido	e/OD ≤ 0,025	0,025 < e/OD ≤ 0,050	0,050 < e/OD ≤ 0,10	0,10 > e/OD		
< 219,1		+/- 1% OD con un mínimo de	+/- 0,75% OD con un máx. de	el mayor de +/- 12,5% ó 4 mm					
219,1 < DN < 2.032	+/- 1% OD con un mínimo de	+/- 0,5 mm	+/- 6 mm					+/- 7,5%	el mayor de +/- 10% ó +/- 0,3 mm
> 2.032	+/- 0,5 mm	+/- 0,75% OD	por acuerdo con el fabricante	+/- 20%	+/- 15%	+/- 12,5%	+/- 10%		

Respecto a las longitudes, éstas pueden ser de los siguientes tipos:

Longitudes aleatorias. Son aquellas comprendidas dentro de los intervalos de longitudes adoptados por la Dirección de Obra o que figuren en el correspondiente proyecto, según se indica en la siguiente tabla, y de

forma que la longitud media resultante del total de los tubos sea, como mínimo, la indicada en dicha tabla (UNE-EN 10224).

<i>Intervalo de longitudes (m)</i>	<i>Longitud media mínima del total de los tubos (m)</i>
3 a 8	6
4 a 12	8
5,5 a 14	11
6,5 a 16,5	13
7,5 a 18,0	14,5

Longitudes aproximadas. Aquellas cuyo valor es fijado por la Dirección de Obra o en el correspondiente proyecto, admitiéndose una desviación sobre ellas de 500 mm.

Longitudes fijas. Aquellas cuyo valor es fijado por la Dirección de Obra o por el proyecto. Si la longitud del tubo es menor de 6 metros, se admite una tolerancia de +10 mm, y de +15 mm en caso contrario.

Habitualmente las longitudes de los tubos son aleatorias, con unos valores mínimos y máximos de, respectivamente, 4,5 y 13,5 metros (éste último por limitaciones de transporte).

En cualquier caso, las longitudes se determinarán de mutuo acuerdo entre el fabricante y el cliente.

Salvo que se trate de tubos curvados, los tubos han de ser rectos, admitiéndose un defecto en su rectitud no mayor que el 0,20 % de su longitud. Cuando la relación  $e/OD$  sea menor de 100, la ovalización deberá ser menor del 2%; caso contrario, deberá acordarse entre fabricante y cliente (UNE-EN 10224).

#### UNIONES

Los tubos de acero pueden estar provistos con diferentes tipos de uniones, siendo las más habituales las siguientes:

Uniones rígidas:

Uniones soldadas. La preparación y soldeo de las uniones debe realizarse según lo indicado en las normas UNE-EN 288-1-2-3:1993, por soldadores cualificados de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 287-1:1992. Según como sea la soldadura, estas juntas pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:

A tope

Mediante manguito

Con embocadura (junta abocardada)

Uniones con bridas

Uniones flexibles: Uniones con enchufe y anillo elastomérico

Pueden, no obstante, emplearse otros tipos de uniones, tales como juntas con manguito o juntas de expansión y contracción.

En cada instalación se especificarán los tipos de juntas que sean de aplicación, en caso de no hacerlo se emplearán uniones soldadas a tope.

**En el presente Proyecto todas las uniones entre las tuberías de acero se efectuarán mediante soldadura a tope.**

## **REVESTIMIENTOS DE LA TUBERÍA**

Todos los tubos y piezas especiales de acero deben contar con un sistema de protección contra la corrosión tanto exterior como interior, que asegure la adecuada protección frente al medio en que se encuentre.

Estos sistemas de protección se clasifican en dos grupos:

Protección catódica

Protección mediante revestimientos

En cada instalación en particular, se indicará el sistema de protección que sea de aplicación. En cualquier caso, se aplicará siempre al menos una protección mediante revestimientos, debiendo disponerse además, cuando sean previsibles problemas de corrosión significativos (especialmente en el caso de grandes diámetros), sistemas de protección catódica. En cualquier caso, en general, para todo lo anterior, se seguirán las recomendaciones especificadas el "Manual de corrosión y protección de tuberías" de AEAS (2001).

Por tanto, todos los tubos y piezas especiales deben protegerse con revestimientos exterior e interiormente, los cuales han de recubrir uniformemente la totalidad de sus contornos, constituyendo superficies lisas y regulares, exentas de defectos tales como cavidades o burbujas. Han de estar bien adheridos al acero, no descascarillándose ni exfoliándose, y siendo de secado rápido.

Cualquiera que sean los revestimientos utilizados deben reunir, entre otras, las siguientes condiciones:

Protección del acero contra el medio corrosivo en que esté situado

Impermeabilidad al medio corrosivo

Buena adherencia a la superficie de la tubería a proteger

Resistencia a la abrasión, choques, variaciones de temperatura, etc.

Baja rugosidad, en el caso de protecciones interiores

Además, el revestimiento interior no debe contener ningún elemento que pueda ser soluble en el agua, ni otros que puedan darle sabor u olor o que puedan modificar sus características.

En el caso particular de los abastecimientos a poblaciones, será de aplicación lo especificado por la vigente RTSAP.

Previo a la aplicación de cualquier revestimiento las superficies de los tubos y piezas especiales, tanto interiores como exteriores, deben ser cuidadosamente limpiadas al objeto de eliminar contaminantes grasos, restos de barro, calamina, óxidos, perlitas de soldadura y/o elementos extraños en general. Dicha limpieza puede ser realizada por alguno de los procedimientos siguientes:

Limpieza por disolventes

Limpieza manual

Limpieza mecánica

La metodología a seguir en las operaciones de limpieza de las superficies puede ser, a título orientativo, la recogida en las normas SSPC-SP1 (Limpieza con disolventes), SSPCSP2 (Limpieza manual) o SSPC-SP3 (Limpieza mecánica).

Tras la limpieza de las superficies (de ser necesaria dicha operación), éstas se deben preparar por medio de proyección de abrasivos al objeto de conseguir el perfil de rugosidad y el grado de preparación requerido por la protección anticorrosiva a aplicar. Los posibles grados de preparación son los siguientes:

Grado Sa 2. Limpieza o chorreado intenso: Examinada sin aumentos, la superficie debe estar exenta de aceite, grasa y suciedad visibles, así como de la mayor parte de la cascarilla, óxido, capas de pintura y materias extrañas. Las posibles impurezas residuales deben estar firmemente adheridas.

Grado Sa 2 1/2. Limpieza o chorreado a fondo: Examinada sin aumentos, la superficie debe estar exenta de aceite, grasa y suciedad visibles, así como de cascarilla, óxido, capas de pintura y materias extrañas. Posibles trazas remanentes de contaminación deben presentarse sólo como ligeras manchas a modo de puntos o franjas.

Grado Sa 3. Limpieza o chorreado hasta dejar el acero visualmente limpio: Examinada sin aumentos, la superficie debe estar exenta de aceite, grasa y suciedad visibles, así como estar exenta de cascarilla, óxido, capas de pintura y materias extrañas. Debe tener un color metálico uniforme.

Los grados de preparación de las superficies Sa 2, Sa 2 1/2 y Sa 3 están definidos según lo indicado en la norma ISO 8501-1:1998 y equivalen a los descritos en la norma SS 055900:1998 y en las SSPC-SP6 (Chorreado Comercial), SSPC-SP10 (Chorreado a metal casi blanco) y SSPC-SP5 (Chorreado a metal blanco) respectivamente.

En general, el perfil de rugosidad medio Ra se recomienda tenga un valor de entre 15 y 18 micras y el grado de preparación sea el Sa 2 1/2 o Sa 3.

Preferentemente el abrasivo a emplear debe ser granalla metálica de acero, si bien alternativamente pueden ser utilizados otros abrasivos tales como corindón, aluminio electrofundido triturado, etc. Solo excepcionalmente, y siempre y cuando la DO lo admita expresamente, se recomienda el empleo de arena de cuarzo. El tipo y la granulometría del abrasivo debe ser el adecuado para obtener el perfil de rugosidad y el grado de preparación exigido. Es conveniente que el acero empleado como abrasivo sea del tipo SAE-J444, de acuerdo con lo indicado en las normas SSPC, volumen 1, capítulo 2.2.

No se debe realizar la limpieza por proyección cuando la humedad relativa del aire supere el 80%, ni cuando la temperatura sea menor de 10°C o cuando la temperatura del acero esté por debajo de 2 o 3°C sobre la de rocío. En general, no deberían de transcurrir más de unas cuatro horas entre el granallado y la aplicación de la primera capa del revestimiento, debiendo las superficies a revestir no presentar trazas de sombras o inicios de oxidación. Caso de observarse tales defectos, las superficies deben volver a ser granalladas, aplicándose, en este caso, de inmediato el revestimiento.

Una vez preparada la superficie hasta el grado requerido puede procederse a aplicar los revestimientos correspondientes, los cuales, en este caso, salvo situaciones excepcionales, se deben aplicar siempre en fábrica después de efectuadas las pruebas de presión interna del tubo.

Por tanto, habitualmente, los tubos de acero llegan a obra, con sus revestimientos definitivos, si bien, no obstante, y cuando así figure en el proyecto correspondiente o lo admita expresamente la DO, la tubería puede llegar protegida parcialmente o incluso, excepcionalmente, sin ninguna protección.

En obra, una vez realizadas las soldaduras, se deben proteger las uniones con el mismo tipo de revestimiento que tenga el tubo u otro compatible que apruebe la DO, confirmando que antes de aplicar el revestimiento el grado de preparación de las superficies es el exigido por la protección en cuestión; caso contrario, debe realizarse la preparación en obra hasta alcanzar el grado deseado.

El revestimiento a emplear en las tuberías del presente proyecto será seleccionado por la Dirección Facultativa de entre los propuestos en la siguiente tabla.

Tipo de revestimiento		Grado de preparación requerido de la superficie	Normativa de aplicación	Aplicabilidad	Espesor mínimo $e_n$	Otras Características
Revestimientos metálicos	Metalización (cincado)	Sa 3	UNE-EN 22063:1994	Interior o exterior	120 micras	Riqueza en zinc: 1200 gr/m <sup>2</sup>
	Galvanizado		UNE 37501:1988 UNE 37508:1988	Interior o exterior		
Revestimientos a base de resinas epoxy	Epoxy líquido	Sa 2 1/2	AWWAC210-97 prEN10289:2001	Interior o exterior	200 micras	Res tracción: 2,7 N/mm <sup>2</sup>
	Epoxy en polvo	Sa 2 1/2	AWWAC213-96 prEN 10310:2001	Interior o exterior	380 micras (int) 300 micras (ext)	Res tracción: 20,6 N/mm <sup>2</sup>
	Epoxy reforzado con fibra de vidrio	Sa 2 1/2		Interior o exterior No apto para agua potable	300 micras	Res tracción: 3,7 N/mm <sup>2</sup>
	Epoxy sin disolvente	Sa 2 1/2		Interior o exterior	200 micras	Res tracción: 2,5 a 3,0 N/mm <sup>2</sup>
Revestimientos a base de materiales plásticos	Polietileno	Sa 2 1/2	DIN 30670:1991	Exterior	1,8 a 5 mm	
	Poliuretano	Sa 2 1/2	DIN 30671:1992 prEN 10290:2001	Exterior	800 micras	
	Cintas plásticas	Sa 2 DIN 30672:2000	AWWAC203-91 AWWAC209-90 AWWAC214-00	Exterior	1.150 micras	Res tracción: 3,7 N/m ancho
	Poliolefinas	AWWAC216-89	AWWAC215-88	Exterior		
			AWWAC217-90 MR0274:1995 RPO185:1996			
Revestimiento de mortero de cemento			AWWAC205-00	Interior o exterior	6 mm (DN≤250) 8 mm (250<DN≤600) 10 mm (600<DN≤900) 13 mm (DN>900)	

Cuando excepcionalmente los tubos lleguen a obra sin ninguna protección, los trabajos a efectuar in situ deben abarcar tanto la limpieza y la preparación de las superficies como la aplicación de los propios recubrimientos. Estos trabajos se pueden realizar bien en el parque de almacenamiento, o en paralelo con el montaje de los tubos, debiendo seguir, en cualquier caso, lo que indique la Dirección de Obra.

En cualquier caso, para la preparación de las superficies y la aplicación de los revestimientos mediante pintura se recomienda seguir lo especificado al respecto en la norma ISO 12944:1998.

#### IDENTIFICACIÓN

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial

Tipo de acero empleado

Diámetro nominal (DN)

Espesor nominal (e)

Marca de calidad, en su caso

Estas indicaciones deben ser ejecutadas mediante pintura o eventualmente por otros procedimientos que garanticen su fácil lectura y durabilidad, realizándose en un extremo del tubo a una distancia inferior a 0,30 metros de su final.

#### 4. CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS DEL ACERO.

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA
ENSAYO DEL MATERIAL (*)		
Ensayo de tracción del acero	UNE 7472:1.992	1 cada 100 tubos
Ensayo de resistencia	UNE 7475-1:1.992	
ENSAYO DE CONTROL DE LOS TUBOS (*)		
Prueba de estanqueidad hidráulica		Todos los tubos
ENSAYOS DE CONTROL DE LA SOLDADURA HELICOIDAL (*)		
Ensayo de tracción	UNE 14606:1.975	1 cada 100 tubos
Ensayo de doblado	UNE 910:1.996	
Ensayos en línea por fluoroscopia o ultrasonidos	API5L-2000UNE-EN 1714:1998	100% de las soldaduras
ENSAYOS DE CONTROL DE LOS REVESTIMIENTOS (*)		
Ensayo de medida del espesor	SSPC-PA2	100% de los tubos
Ensayo de adherencia	ASTM D4541-96	
Ensayo de porosidad	UNE-EN 545:1.995 (APDO 7.3)	
(*) Todos los ensayos serán aportados por el fabricante		

Los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería podrán ser controlados por Tragsa durante el periodo de su fabricación para lo cual aquella nombrará un representante que podrá asistir durante este periodo a las pruebas preceptivas a que deben ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose además dimensiones y pesos.

Independientemente de dichas pruebas, Tragsa se reserva el derecho de realizar en fábrica por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisas para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación.

El fabricante avisará al Jefe de Obra con quince días de antelación, como mínimo, del comienzo de la fabricación, en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

Del resultado de los ensayos se levantará Acta firmada por el representante de Tragsa y el contratista.

El Jefe de Obra, en caso de no asistir por si o por delegación a las pruebas obligatorias en fábrica podrá exigir al contratista certificado de garantía de que se efectuaron, en forma satisfactoria, dichos ensayos.

Para los tubos de acero helicoidado serán obligatorias las siguientes pruebas:

- Ensayo a tracción sobre testigos del material
- Prueba de soldadura sobre testigos de materiales
- Prueba de estanquidad

- Prueba a presión hidráulica interior

En primer lugar se realizarán las pruebas mecánicas, y si los resultados son satisfactorios, se comprobarán el aspecto general de los tubos y las dimensiones, espesores y rectitud de los mismos, procediendo seguidamente a la realización de las pruebas de tipo hidráulico.

Para las pruebas de estanquidad los tubos se colocarán en una máquina hidráulica, asegurando la estanquidad en sus extremos mediante dispositivos adecuados. Se dispondrá de un manómetro debidamente contrastado y una llave de purga.

Al comenzar la prueba se mantendrá abierta la llave de purga, iniciándose la inyección de agua y comprobando que ha sido expulsada la totalidad del aire y que, por consiguiente, el tubo está lleno de agua. Una vez conseguida la expulsión del aire se cierra la llave de purga y se eleva regular y lentamente la presión hasta que el manómetro indique que se ha alcanzado la presión máxima de prueba.

La presión máxima de prueba de estanquidad será la normalizada, esta presión se mantiene durante 30 segundos. Durante el tiempo de la prueba no se producirá ninguna pérdida ni exudación visible de las superficies exteriores de los tubos.

En la prueba de presión hidráulica interior, el tubo será sometido a presión utilizando en los extremos y para su cierre, dispositivos herméticos evitando cualquier esfuerzo axial, así como flexión longitudinal.

Se someterá a una presión creciente de forma gradual con incremento no superior a 2 kilogramos por centímetro cuadrado y segundo hasta llegar a la rotura del tubo.

La tensión de rotura  $\sigma_r$ , en caso de tubos de material homogéneo, vendrá dada en kilogramos por centímetro cuadrado por la fórmula:

$$\sigma_r = \frac{P_r \cdot D}{2e}$$

En la cual:

$P_r$  = Presión hidráulica interior de rotura en kg/cm<sup>2</sup>

$D$  = Diámetro interior del tubo en cm.

$e$  = espesor del tubo en cm.

Para realizar estas pruebas, la Inspección elegirá tres tubos de cada lote, uno para ensayo y dos para posible contraensayo.

Las pruebas se harán siempre en presencia de un representante de la fábrica y otro de la Inspección. Finalizadas las mismas, se levantará un acta, firmando todos los representantes.

El acero empleado en la fabricación de los tubos y piezas especiales será dulce y perfectamente soldable.

Los tubos de acero estarán soldados helicoidalmente con doble cordón de soldadura; la soldadura es del tipo S.A.W. y se realiza tanto interior como exteriormente mediante un equipo automático, previo corte, preparación de bordes y conformación helicoidal del tubo.

Posteriormente se corta el tubo en la longitud deseada y se procede a la reparación de zonas defectuosas si las hubiera, mediante un esmerilado, corte y/o soldeo manual tipo S.M.A.W.

## **5. TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN**

Los tubos se manipularán de forma que no sufran golpes o rozaduras.

Se recomienda el empleo de eslingas de cinta ancha, resistentes, recubiertas de caucho. Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

Los tubos se transportarán sobre unas 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.

Los tubos se descargarán cerca del lugar donde deban ser colocados en la zanja y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar en que hayan de instalarse. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera.

No se permite el anidamiento de los tubos en ninguna de las fases de la vida del tubo, desde su fabricación hasta su entrega.

Los cabezales con destino al taller de piezas especiales deberán ir protegidos convenientemente con film de plástico o sistema equivalente para impedir que el tratamiento de imprimación no sufra daños durante su manipulación, transporte y descarga.

### **DOCUMENTACIÓN QUE SE DEBERÁ PRESENTAR POR LA MEJOR OFERTA ANTES DE LA FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO Y A REQUERIMIENTO DE TRAGSA**

- Documentación acreditativa del cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en este pliego:
  - CERTIFICADO 3.1 de la tubería suministrada según la norma UNE-EN 10204:2006.
  - Certificado de producto emitido por entidad acreditada según la norma UNE-EN 10224:2003.
  - Certificado de cumplimiento de la norma AWWA C210-07 para el revestimiento interior, así como la ficha de producto de sistema bicomponente de Epoxi, así como la ficha de producto, y certificado de cumplimiento de la norma del aplicador.
  - Certificado de cumplimiento de la norma DIN30670 para el aplicador así como la ficha de productos.

- Certificado de cumplimiento del RD 847/2011 para el revestimiento interior.
- Certificado de cumplimiento del Reglamento (UE) nº10/2011 para el revestimiento interior.
- En su caso, Certificados equivalentes y declaración suscrita por el representante legal de la empresa acreditando las equivalencias de las normas internacionales que disponga el fabricante respecto a las normas descritas en el pliego y exigidas en España.

Toda la documentación técnica (o las partes esenciales de la misma) se entregará traducida al castellano.

Los licitadores **incluirán un cd ó dvd** conteniendo toda la información aportada en ficheros pdf, ordenados de manera que su impresión se genere una copia idéntica a la oferta presentada en papel. La oferta deberá incluir un índice detallado con toda la documentación aportada.