

TUBOS DE AÇO **INOXIDÁVEL**



TUBOS DE AÇO INOXIDÁVEL

• NORMAS DE FABRICAÇÃO •

Os padrões dos tubos distribuído pela INOXPLASMA estão de acordo com as normas A.S.T.M. (American Society For Testing and Materials Standard), AISI (American Iron and Steel Institute) e ANSI (American National Standard Institute).



ASTM A-213

SÃO TUBOS MIXTOS, FERRÍTICOS E AUSTENÍTICOS SEM COSTURA (MATERIAL IMPORTADO).

ASTM A-249

TUBOS DE AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS COM COSTURA PARA CALDEIRAS, SOBRE AQUECEDORES, TROCADORES DE CALOR E CONDENSADORES.

Esta especificação abrange os tubos produzidos com diferentes qualidades de aços inoxidáveis austeníticos, com espessuras de parede nominal, aplicáveis a equipamnetos segundo o código ASME SA-249 de caldeiras e recipientes de pressão, seção II.

Os tubos serão produzidos a partir de bobinas, que serão cortadas a fitas e posteriormente conformadas e soldadas por um sistema automático TIG, sem metal de adição.

No momento da solda, o aço esta protegido interna e externamente por gases inertes adequados, a diferentes qualidades do metal base.

No processo de fabricação, só o cordão de solda é trabalhado mecanicamente a frio, para igualar sua resistência a corrosão com a do metal base.

A espessura da parede, deve ter uma tolerância de $\pm 10\%$ da espessura nominal especificada.

A totalidade dos tubos serão controlados de acordo com a norma ASTM E-426 (Electromagnetic Eddy Current, testing of seamless and welded tubular produtcts, austenitic stiaalees steel and similar alloys).

Este ensaio tem por objetivo rejeitar tubos com falhas não dectáveis por outros métodos de inspeção tais como teste hidrostático e inspeção visual.

Os demais ensaios, são realizados conforme a norma ASTM A-450/76 a.

ASTM A-269

TUBOS COM COSTURA DE AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS PARA SERVIÇO GERAL

Esta especificação abrange os tubos produzidos em diferentes qualidades de aços inoxidáveis austeníticos utilizados em ambientes corrosivos e serviços de baixa e alta temperatura.

A fabricação parte das fitas de larguras pré-determinadas, conformadas por meio de rolos para a forma tubular e soldados automaticamente por sistema TIG (Tungsten Inerte Gás), protegidos, interna e externamente, com gases inertes com ou sem metal de adição.

O lado externo do cordão de solda, é laminado a frio e calibrado.

O tubo é tratado térmicamente em operações automáticas ou semi-automáticas, com resfriamentos rápidos.

Seguidamente, os tubos são decapados e passivados em banhos químicos especiais, que asseguram a

deposição da camada de óxido de cromo, que protegerá o tubo contra a corrosão. Sob pedido, os tubos podem ser esmerilhados no lado exteno do cordão da solda. Os tubos Fabricados sob esta norma são controlados pela norma ASTM A- 450 (General requirements for carbon, ferritic alloy and austenitic alloy steel tubes) e posteriormente revisados por métodos de corrente parasitas. Conforme acordo, os tubos poderão ser testados hidrostáticamente,segundo ASTM ou especificações do cliente, que devem ser esclarecidas no ato do pedido.

ASTM A-270

TUBOS COM E SEM COSTURA AUSTENÍTICOS PARA USO SANITÁRIO (TUBOS LATICÍNIOS).

Fabricado de acordo com as normas A 312 e DIN 11.850, são calibrados podendo ser dobrados, mandrilados e enrolados; com os melhores resultados graças à excelente ductibilidade obtida com o recozimento.

Podem ser encontrados com os seguintes acabamentos:

- Decapado – interno e externo
- Polido esmerilhado externo – decapado interno
- Decapado externo – polido esmerilhado interno.
- Polido esmerilhado – interno e externo

ASTM A-312

TUBOS DE AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS DESTINADOS A CONDUÇÃO.

Os tubos sob esta especificação, são destinados a condução de líquidos corrosivos e serviço a alta e baixa temperatura.

As dimensões referidas a diâmetros nominais e a espessuras de parede deverão estar de acordo com a norma ANSI B 36.19.

Os tubos são produzidos a partir de fitas em máquinas formadoras automáticas e soldadas longitudinalmente, utilizando sistema TIG com proteção de gases inertes e sem metais de adição. Os tubos são trabalhados a frio e calibrados automaticamente.

Depois do tratamento térmico os tubos são decapados e passivados para melhorar sua resistência a corrosão.

A norma de aplicação para o controle de tubos fabricados pela ASTM A –312, será a ASTM A-530-76, de acordo com a referida especificação, as tolerâncias na espessura da parede será até 12,5% abaixo da espessura nominal marcada pela correspondente lista schedule.

ASTM A-358

Tubos de aço austenítico do cromo-níquel soldado c/ deposição de material metálico para aplicação em serviços a altas temperaturas e em ambientes corrosivos. A norma é usualmente recomendada nas seguintes dimensões:

- Diâmetros entre 8” e 48”.
- Espessuras acima de 2,77mm

ASTM A-409

Tubos de aço inoxidável austenítico soldado c/ adição de metal ou sem costura para uso geral em meios corrosivos e variados para altas e baixas temperaturas.

A norma usualmente recomenda as seguintes dimensões de fabricação:

- Diâmetros entre 14” e 30”.
- Espessuras de 3,96 mm a 7,92 mm.

PROPRIEDADES MECÂNICAS								
AISI	304/304H	304L	310	310S	316	316L	316TI	321
Dureza Vickers, aprox.	155	155	180	180	155	150	155	155
Limite de escoamento 0,2% min.								
A 20°C, Kg / mm ²	21	18	24	24	21	20	23	21
A 100°C, Kg /mm ²	17	14	-	-	18	17	20	19
A 200°C, Kg /mm ²	14	12	17	17	16	15	17	17
A 300°C, Kg /mm ²	12	11	16	16	14.5	13	15	15
A 400°C, Kg /mm ²	11	10	15	15	13	12	14	14
A 500°C, Kg /mm ²	10	9	14	14	12	11	13	13
A 600°C, Kg /mm ²	9	8	13	13	11	10	12	12
A 700°C, Kg /mm ²	-	-	12	12	-	-	-	-
Limite de escoamento 1,0% min.								
A 20°C, Kg / mm ²	24	22	27	27	25	24	27	25
A 100° C, Kg /mm ²	19	17	-	-	21	20	22	23
A 200°C, Kg /mm ²	17	15	20	20	19	18	20	21
A 300°C, Kg /mm ²	15	14	19	19	17.5	16	18	19
A 400°C, Kg /mm ²	14	13	18	18	16	15	17	18
A 500°C, Kg /mm ²	13	12	17	17	15	14	16	17
A 600°C, Kg /mm ²	12	11	16	16	14	13	15	16
A 700°C, Kg /mm ²	-	-	15	15	-	-	-	-
Resistência a tração a 20°C, Kg /mm ²	55-70	50-70	55-75	55-75	55-70	50-65	55-75	50-75
Alongamento a 20°C, min. %								
11.3 V A	35	40	25	25	35	35	35	35
5.65 VA (A 5 %)	45	50	35	35	45	45	40	40

Para tubos extrudados com espessuras de parede maior de 10mm, o limite de escoamento a 0,2% e a 1,0% pode ser inferior em dois KG/mm² aos valores indicados na temperatura de 20°C e 100°C e em 1 Kg/mm² na temperatura de 200 – 600°C.

PROPRIEDADES FÍSICAS								
AISI	304/304H	304L	310	310S	316	316L	316TI	321/321H
Densidade, g/cm	7.9	7.9	7.8	7.8	8.0	8.0	8.0	7.9
Temperatura de escamação no ar, °C	875	875	1150	1150	875	875	875	875
Calor específico Kcal/Kg °C								
Valores médios para 50-100°C	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
250-300°C	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
450-500°C	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
600-700°C	0.15	-	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Condutibilidade térmica, Kcal/m-h-°C								
A 20°C	13	13	12	12	13	13	14	13
A 100°C	14	14	13	13	14	13	14	14
A 300°C	16	16	15	15	16	16	146	16
A 500°C	18	18	17	17	18	18	18	18
A 700°C	20	-	19	19	20	20	21	20
Expansão térmica 10-6x								
Valores médios para 20-100°C	16.8	16.8	15.2	15.2	16.0	16.0	16.0	16.8
- 200°C	17.1	17.1	16.1	16.1	17.0	17.0	17.0	17.1
- 300°C	17.5	17.5	16.8	16.8	17.5	17.5	17.5	17.5
- 400°C	17.9	17.9	17.5	17.5	17.8	17.8	17.8	17.9
- 500°C	18.3	-	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.3
- 600°C	18.7	-	18.4	18.4	18.2	18.2	18.2	18.7
- 700°C	19.0	-	18.8	18.8	18.5	18.5	18.5	19.0

• TOLERÂNCIAS •

1- A tabela, mostra as tolerância normais para tubo sem costura e com costura.

2- A ovalização para tubos com e sem costura está inteiramente incluída nos campos de tolerância indicado para diâmetros externos.

Tipo	Tolerância no D.E.	Espessura ²
Tubos extrudados	± 1.0% min. ± 0.50mm(D2)	± 12.5%* (P2)
Outros tubos	± 0.75% min. ± 0.30mm(D3)	± 10% (P3)

* Válido somente para espessura de parede de no mínimo 4mm e onde a relação da espessura de parede ao diâmetro externo é no mínimo 1:10. Para outras dimensões a tolerância é de + - 15% (P1).

D.E.mm	Tolerância no D.E. Tubos com costura Longitudinal e helicoidal ± 0.5% mas. Min	Tubos Manufaturados	Espessura ²
>90 – 508 ¹	± 0.75% (D3)	± 1% (D2)	± 5% ± 7.5% ³ (P4)

1- Para tubos manufaturados as tolerâncias mencionadas são válidas para D.E. = 1200mm.

2- A espessura de parede não deve ser medida na costura, exceto em casos de tubos onde a costura é laminada. Na costura as tolerâncias para menos são mantidas, porém não as tolerâncias para mais. Em casos onde a tolerância deve incluir a costura, uma das classes ISSO da tabela abaixo pode ser escolhida mediante acordo.

3- Para espessura de parede > 3mm a tolerância é de + - 10%.

CLASSES DE TOLERÂNCIAS CONFORME ISSO

Diâmetro externo:

D2: ± 1%, mas no mínimo ± 0.50mm.

D3: ± 0.75%, mas no mínimo ± 0.30mm

D4: ± 0.50%, mas no mínimo ± 0.10mm

Espessura de parede:

P2: ± 12.5%

P3: ± 10%

P4: ± 7.5%

TUBOS MANUFATURADOS COM DIMENSÕES SCHEDULE

Diâmetro Nominal (mm)	Diâmetros Externo nas pontas (mm)	Espessura de parede
101.6 – 114.3	± 1.58	-10%
127 – 219.1	+ 2.38 - 1.79	-12.5%
254 – 457.2	+ 0.96	(Na ANSI B16.9 as tolerâncias para mais não são limitadas).
≥ 508	+ 6.35 - 4.76	-15%

ACABAMENTOS

1- Os tubos sem costura são fornecidos, lavados a quente e a frio com tratamento térmico, a saber:

- a - Recozidos decapados.
- b - Recozidos brilhante (para dimensões pequenas).
- c - Com retífica fina externa e internamente decapado.
- d - Com retífica fina externa e polidos eletroliticamente interno.

2 – Os tubos com costura são fabricados de fitas ou chapas de aço em cinco acabamentos principais:

- a - Com costura longitudinal, calibrados, recozidos e decapados.
- b - Com costura longitudinal, estirados a frio, recozidos e decapados.
- c - Com costura helicoidal decapados.
- d - Com costura longitudinal e emendas transversais, decapados (manufaturados).
- e - Com costura longitudinal, costura laminada recozidos e decapados.

Os tubos com costura longitudinal também podem ser fornecidos com retífica fina esterna e polimento eletrolítico interno.

• RESISTÊNCIA A CORROSÃO •

ÁCIDOS - CORROSÃO GERAL

A boa resistência à corrosão dos aços inoxidáveis é explicada pela formação de uma película de proteção superficial de óxido de cromo. Outros elementos de liga, tais como molibidênio, silício, cobre e níquel, também podem ter efeitos favoráveis na resistência à corrosão. O efeito deste elemento de liga, varia em diversas atmosferas corrosivas sendo esta a razão pela qual a atmosfera deve ser sempre considerada na escolha do tipo mais adequado de aço.

ÁCIDOS NÃO OXIDANTES - H_2SO_4 – H_3PO_4 E ÁCIDOS ORGÂNICOS.

Um aumento do teor de molibidênio eleva a resistência a corrosão nestes ambientes. Em ácido sulfúrico, por exemplo, a adição de cobre, produz ainda uma melhora à resistência a corrosão.

Teste de corrosão a uma mistura de 82% de ácido acético, 8% de ácido fórmico e 10% de água à 180°C daria:

AISI 316	0,69 mm por ano
AISI 317	0,51 mm por ano

ÁCIDOS OXIDANTES

Os austeníticos 18/8 AISI 304 são normalmente usado em atmosferas oxidantes. A redução do teor de carbono dá uma alta resistência, juntamente com a elevação do teor de cromo.

CORROSÃO INTERGRANULAR

Quando um aço inoxidável é submetido durante a um tempo determinado a uma temperatura entre 450 a 750°C, conhecida como temperatura de sensitização, é susceptível a precipitar carbonetos de cromo em contorno de grão, com que, a porcentagem de Cr livre que podia unir-se com o oxigênio para formar a capa de óxido de cromo diminui e conseqüentemente não precipita a citada capa protetora e o aço se torna sem defesa na zona afetada e sujeito a ser corroído nas bordas intergranulares.

Existem 3 formas de prevenir este tipo de corrosão , a saber:

1. Tratar termicamente o aço inoxidável depois de soldado a uma temperatura de austenitização por volta de 1050°C, resfriando-o rapidamente.
2. Ligar o aço com elementos com maior afinidade pelo C do que o Cr; estes elementos são o Nb (Inióbio) e o Ti (Titânio).
3. Reduzir o teor de C a limites inferiores ao de solubilidade com o Cr. Este limite oscila ao redor de 0,03%. Desta forma nascem os aços inoxidáveis conhecidos como ELC (Extra Low Carbon) e que correspondem às ligas AISI 304 L; 316 L E 317 L.

CORROSÃO ALVEOLAR

Existe um ataque localizado conhecido como corrosão alveolar, causada pela presença de soluções e de sais halógenos.

Este ataque, também conhecido com o nome de *pitting*, se produz pela localização de íons halógenos em zona onde a capa passivadora ou protetora tenha sido vulnerada. Ai se forma um par eletroquímico entre a superfície intacta do metal (cátodo) e a superfície pontual onde se alojou o halógeno (ânodo).

Se lembrarmos que a intensidade de corrente é inversamente proporcional à superfície anódica, e ao ser esta pontual, a intensidade é muito elevada e a corrosão avança em um tempo muito rápido, destruindo o metal por perfuração.

Estudos realizados tem permitido determinar a existência de um “potential pitting” sobre o qual começa a desenvolver-se o tipo de corrosão aplicada.

A fim de aumentar o potencial *pitting*, foram utilizadas ligas com o maior conteúdo de molibidênio como o AISI 317 e o ALLOY B6, com que se pode assegurar que quanto maior a quantidade de Mo na liga esta é menos sujeita a corroer-se alveolarmente.

CORROSÃO SOB TENSÃO

É a mais desagradável de todos os tipos de corrosão. Ocorre em todas as ligas. Porém, por sorte, há muito poucos agentes específicos que causam esta corrosão para cada tipo de liga.

São desconhecidas as causas exatas que provocam a corrosão sob tensão, porém, em todos os casos se têm estabelecido a presença destes 3 parâmetros:

- Tensões de tração no metal.
- Temperatura do metal superior aos 70°C.
- Presença de cloreto na solução circundante.

Esta corrosão se revela em forma de fissuras transcristalinas no material, que se propagam em forma arborescente.

A forma de evitar esta corrosão é tratando termicamente as peças ou equipamentos de aços inoxidáveis austeníticos, ou, utilizando novas ligas existentes no mercado e que se caracterizam por possuir uma dupla matriz metalográfica austenoferrítica. É o caso da liga conhecida como ASTM-A-669, que resultou uma boa solução aos problemas descritos.

CORROSÃO EM FRESTAS

É uma forma específica de ataque local. Se apresenta nos pequenos espaços livres entre as paredes dos materiais em contato, de onde o líquido flui com dificuldade e, conseqüentemente decresce a concentração de oxigênio. Isto faz que a capa passiva não se regenere adequadamente, e que o metal fique exposto aos ataques corrosivos do meio que o banha.

A corrosão em frestas pode ocorrer em juntas, flanges etc., se pode encontrar também debaixo de areias ou impurezas depositadas sobre a superfície do aço, e também, em pontos de contato entre o aço e materiais não metálicos, como madeira, plástico, borracha etc.

Para evitar este tipo de corrosão, se aconselha utilizar aços com maior teor de MO, tais como o AISI 317.

CORROSÃO POR EROSÃO

Este tipo de ataque tem lugar quando o material esta exposto a corrosão e abrasão simultaneamente.

A perda de espessura no material será maior, do que se agir somente em uma delas. Isto é devido que a capa passiva é continuamente reduzida, ficando a capa subjacente do aço ativa e exposta ao meio agressivo.

Este tipo de corrosão ocorre em dispositivo onde circulem soluções, por exemplo: válvulas bombas, hélices, agitadores etc. O efeito da corrosão-erosão será mais forte se as soluções conterem partículas de areia, lodo ou bolhas de gás e se a velocidade do fluido é elevada.

Esta corrosão pode ser evitada ou controlada reduzindo a turbulência e/ou a velocidade do fluxo, ou utilizando aços com maior dureza superficial. Geralmente, aços do tipo AISI 316LN ou 304LN.

CORROSÃO GALVÂNICA

Esta corrosão tem lugar quando entram em contato 2 metais com diferente potencial eletrolítico. Tanto a formação dos pares galvânicos, como o aumento ou diminuição da corrosão vão depender da corrosão dos elementos na escala eletrolítica de potencias de óxi-redução “potenciais redox”.

O efeito galvânico só aparece quando a diferença de potencial entre os metais excede de 0.03V.

Os aços comuns de 18/8 ou 18/8Mo por via geral não mostrarão um incremento a corrosão por contato com cobre ou ligas de cobre. Os diferentes aços podem contatar-se entre si, sem que aumente a corrosão do metal menos nobre. A condição para que isto não aconteça, é que os aços devem estar em estado passivo.

Para eliminar os riscos desse tipo de corrosão, a superfície de contato dos aços deve ser isolada. O efeito do ataque, pode também ser diminuído tendo em contato uma grande superfície do metal menos nobre e uma superfície pequena do metal mais nobre.

Este ataque, também conhecido com nome de *pitting*, se produz pela localização de íons alógenos em zonas onde a capa pacivadora ou protetora tenha sido vulnerada. Aí se forma um par eletroquímico entre a superfície intacta do metal (catodo) e a superfície puntual onde se alojou o alógeno (ánodo).

Se lembrarmos que a intensidade de corrente é inversamente proporcional a superfície anódica, e a ser este puntual, a intensidade é muito elevada e a corrosão avança em um tempo muito rápido, destruindo o metal por perfuração.

Estudos realizados têm permitido determinar a existência de um “potential pitting” sobre o qual começa a desenvolver-se o tipo de corrosão aplicada.

A fim de aumentar o potencial *pitting*, foram utilizadas ligas com maior conteúdo de molibdênio como o AISI 317E o Alloy B6 com o que se pode assegurar que quanto maior a quantidade de Mo na liga esta é menos sujeita a corroer-se alveolarmente.

Diam. em (mm)	ESPESSURA DA PAREDE EM (mm)											
	0.75	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
	QUILOS POR METRO											
6	0.10	0.12	0.15	0.17								
8	0.13	0.17	0.21	0.24	0.30							
10	0.17	0.22	0.27	0.31	0.39	0.46	0.52					
13	0.23	0.30	0.36	0.42	0.54	0.65	0.74	0.89				
16	0.28	0.37	0.45	0.54	0.70	0.83	0.96	1.18	1.35	1.48		
19	0.34	0.44	0.55	0.65	0.84	1.02	1.18	1.48	1.72	1.92		
20	0.36	0.47	0.58	0.68	0.89	1.08	1.26	1.58	1.85	2.07	2.37	
22	0.39	0.52	0.64	0.76	0.98	1.20	1.40	1.77	2.09	2.36	2.76	
25	0.45	0.59	0.73	0.87	1.13	1.38	1.62	2.07	2.46	2.80	3.35	3.69
28	0.50	0.66	0.82	0.98	1.28	1.57	1.85	2.36	2.73	3.25	3.94	4.43
30	0.54	0.72	0.89	1.05	1.38	1.70	2.00	2.57	3.08	3.55	4.34	4.93
32		0.77	0.95	1.13	1.48	1.81	2.14	2.76	3.32	3.84	4.72	5.41
35			1.04	1.24	1.62	2.00	2.36	3.05	3.69	4.28	5.31	6.15
38			1.13	1.35	1.77	2.18	2.58	3.35	4.06	4.72	5.90	6.89
40	0.73	0.96	1.19	1.42	1.87	2.31	2.74	3.55	4.32	5.03	6.31	7.40
42			1.25	1.49	1.97	2.43	2.88	3.74	4.55	5.31	6.69	7.87
45			1.35	1.61	2.12	2.61	3.10	4.03	4.92	5.76	7.28	8.61
48			1.44	1.72	2.26	2.80	3.32	4.33	5.29	6.20	7.87	9.35
51			1.53	1.83	2.41	2.98	3.54	4.63	5.66	6.64	8.46	10.1
57			1.71	2.05	2.71	3.35	3.99	5.22	6.40	7.53	9.64	11.6
60			1.81	2.16	2.86	3.55	4.22	5.52	6.78	7.99	10.26	12.33
64			1.93	2.31	3.05	3.78	4.50	5.90	7.26	8.56	11.0	13.6
70			2.11	2.53	3.35	4.15	4.95	6.49	8.00	9.45	12.2	14.6
76			2.30	2.75	3.64	4.52	5.39	7.09	8.73	10.3	14.4	16.2
80			2.43	2.90	3.85	4.78	5.70	7.50	9.25	10.9	14.2	17.3
89			2.72	3.25	4.30	5.32	6.35	8.35	10.3	12.3	15.9	19.4
102					4.95	6.12	7.31	9.64	11.9	14.2	18.5	22.6
114						6.86	8.19	10.8	13.4	15.9	20.9	25.6
127						7.66	9.15	12.1	15.0	17.9	23.4	28.8
140						8.48	10.1	13.4	11.6	19.8	26.0	32.1
152							11.0	14.6	18.1	21.6	30.0	34.9
180							13.1	17.4	21.6	25.7	33.9	41.9
204								19.7	24.5	29.2	38.6	47.7

ESPESSURA DA PAREDES E PESO POR METRO													
POL.	(mm)	5 - S		10 - S		20 - S		40 - S		80 - S		160 - S	
		PAR.	PESO	PAR.	PESO	PAR.	PESO	PAR.	PESO	PAR.	PESO	PAR.	PESO
1/8"	10.20	-	-	1.24	0.280	1.50	0.320	1.73	0.370	2.41	0.460	-	-
1/4"	13.72	-	-	1.65	0.500	2.00	0.580	2.24	0.630	3.02	0.810	-	-
3/8"	17.15	-	-	1.65	0.640	2.00	0.750	2.31	0.860	3.20	1.120	-	-
1/2"	21.34	1.65	0.813	2.11	1.020	2.50	1.160	2.77	1.290	3.73	1.640	4.75	1.94
3/4"	26.67	1.65	1.030	2.11	1.300	2.50	1.490	2.87	1.710	3.91	2.220	5.54	2.88
1"	33.40	1.65	1.310	2.77	2.120	3.00	2.250	3.38	2.540	4.55	3.290	6.35	4.24
1 1/4"	44.16	1.65	1.670	2.77	2.730	3.00	2.890	3.56	3.440	4.85	4.540	6.35	5.60
1 1/2"	48.26	1.65	1.930	2.77	3.160	3.00	3.350	3.65	4.110	5.08	5.480	7.14	7.24
2"	60.33	1.65	2.420	2.77	3.980	3.50	4.900	3.91	5.530	5.54	7.580	8.71	11.08
2 1/2"	73.03	2.11	3.750	3.05	5.330	3.50	6.000	5.16	8.750	7.01	11.570	9.53	14.92
3"	88.90	2.11	4.510	3.05	6.450	4.00	8.370	5.49	11.450	7.62	15.480	11.13	21.31
3 1/2"	101.60	2.11	5.170	3.05	7.400	4.00	8.620	5.74	13.760	8.08	18.900	12.70	27.81
4"	114.30	2.11	5.830	3.05	8.350	4.00	10.900	6.02	16.300	8.56	22.620	13.49	33.51
5"	141.30	2.77	9.450	3.40	11.600	5.00	16.800	6.55	22.090	9.53	31.380	15.88	49.11
6"	168.28	2.77	11.300	3.40	13.800	5.00	20.310	7.11	28.650	10.97	43.160	18.24	67.41
8"	219.08	2.77	14.800	3.76	19.900	6.50	34.100	8.18	42.970	12.70	64.570	23.02	111.31
10"	273.05	3.40	22.600	4.19	27.800	6.50	42.700	9.27	60.300	12.70	81.500	28.57	172.21
12"	323.85	3.96	31.400	4.57	36.000	6.50	5.900	9.27	71.900	12.70	97.400	33.34	238.81
14"	355.60	3.96	34.400	4.78	41.300	-	-	-	-	-	-	-	-
16"	406.40	4.20	41.500	4.78	47.300	-	-	-	-	-	-	-	-
18"	457.20	4.20	46.800	4.78	53.200	-	-	-	-	-	-	-	-
20"	508.00	4.78	59.300	5.54	68.600	-	-	-	-	-	-	-	-
24"	609.60	5.54	82.500	6.35	94.500	-	-	-	-	-	-	-	-

DIMENSÕES E PESOS DOS TUBOS COM COSTURA CONFORME NORMA ANSI B36.10

BITOLA				IDENTIFICAÇÃO		BITOLA				IDENTIFICAÇÃO			
DIAM. NOM. POL.	DIAM. EXT. (mm)	ESPESSURA DA PAREDE (mm)	PESO DO TUBO LISA Kg/m	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STRONG (XXS)	SCHEDULE Nº	DIAM. NOM. POL.	DIAM. EXT. (mm)	ESPESSURA DA PAREDE (mm)	PESO DO TUBO LISA Kg/m	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STRONG (XXS)	SCHEDULE Nº		
4	114.30	2.11	5.83	STD	40	10	273.05	3.96	26.26	STD			
		2.77	7.60					4.77	31.56				
		3.18	8.69					5.16	34.03				
		3.58	9.76					5.56	36.65			20	
		3.96	10.77					6.35	41.74				
		4.37	11.83					7.09	46.43			30	
		4.78	12.88					7.80	50.95				
		5.16	13.87					8.74	56.89				
		5.56	14.89					9.27	60.23				
		6.02	16.06					11.13	71.78				
		6.35	16.89					12.70	81.45				
		7.14	18.84					14.27	90.99			XS	
		7.92	20.77					15.09	95.87			80	
		8.56	22.29					15.88	100.56				
		11.13	28.27					18.26	114.62			100	
		13.49	33.49					20.62	128.24			XS	
		17.12	40.98					21.44	132.86			120	
5	141.30	2.11	7.23	STD	40	12	323.84	4.37	34.39	STD			
		3.18	10.80					4.78	37.53				
		3.96	13.41					5.16	40.47			20	
		4.78	16.06					5.56	43.61				
		5.56	16.60					6.35	49.67			30	
		6.55	21.75					7.14	55.68				
		7.14	23.58					7.92	61.75				
		7.42	26.04					8.38	65.13				
		8.74	28.52					8.74	67.82				
		9.52	30.92					9.52	73.75			40	
		12.70	40.24					10.31	79.64			STD	
		15.88	49.04					11.13	85.69				
		19.05	57.36					12.70	97.34			60	
								14.27	108.85				
								15.88	120.42			XS	80
								17.47	131.88				
								19.05	143.03				
		21.44	159.69	100									
		25.40	186.73	120									
		28.57	207.83	140									
		33.32	238.48	160									
		2.11	8.63					4.78	41.26				
		2.77	11.29					5.16	44.51				
		3.18	12.92					5.33	46.02				

BITOLA				IDENTIFICAÇÃO		BITOLA				IDENTIFICAÇÃO					
DIAM. NOM. POL.	DIAM. EXT. (mm)	ESPESSURA DA PAREDE (mm)	PESO DO TUBO PONTA LISA Kg/m	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STROG (XXS)	SCHEDULE Nº	DIAM. NOM. POL.	DIAM. EXT. (mm)	ESPESSURA DA PAREDE (mm)	PESO DO TUBO PONTA LISA Kg/m	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STROG (XXS)	SCHEDULE Nº				
6	168.27	3.58	14.52	STD	40	14	355.60	5.56	47.96	STD	10				
		3.96	16.04					6.35	54.62						
		4.37	17.63					7.14	61.62						
		4.78	19.22					7.92	67.87			20			
		5.16	20.71					8.74	74.65						
		5.56	22.99					9.52	81.20			30			
		6.35	25.33					10.31	87.70						
		7.11	28.23					11.13	94.40			40			
		7.92	31.31					11.91	100.86						
		8.74	34.34					12.70	107.27						
		9.52	37.24	14.27	120.02			XS							
		10.97	42.51	15.19	126.55										
		12.70	48.67	15.88	132.85										
		14.27	54.15	17.47	145.54			60							
		15.87	59.59	19.05	157.92										
		18.26	67.48	20.62	170.18			80							
		21.95	79.10	23.82	194.70										
		8	219.07	3.18	16.89			XXS	160	16	406.40	4.78	47.06	STD	10
				3.96	21.00							5.16	50.96		
				4.78	25.21							5.56	54.92		
5.16	27.17			6.35	62.57										
5.56	29.25			7.14	70.19	20									
6.35	33.27			7.92	77.78										
7.04	36.75			8.74	85.59	30									
7.92	41.22			9.52	93.12										
8.18	42.48			10.31	100.62	40									
8.74	45.26			11.13	108.33										
9.52	49.16			11.91	115.75	60									
10.31	53.03			12.70	123.16										
11.13	56.99			12.27	137.88	XS	40								
12.70	64.56			15.88	152.71										
14.27	72.02			16.66	159.96										
15.09	75.81			17.48	167.41										
15.88	79.46			19.05	181.76	60									
18.26	90.47			20.62	195.98										
20.62	100.83			21.44	203.28										
22.22	107.76			26.19	245.25	80									
23.01	111.74	30.96	286.34												
				XXS	160			36.53	332.78		100				
						40.49	364.93	120							
									140						
								160							

DIMENSÕES E PESOS DOS TUBOS COM COSTURA CONFORME NORMA ANSI B36.10

BITOLA				IDENTIFICAÇÃO		BITOLA				IDENTIFICAÇÃO			
DIAM. NOM.	DIAM. EXT.	ESPESSURA DA PAREDE	PESO DO TUBO LISA	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STRONG (XXS)	SCHEDULE Nº	DIAM. NOM.	DIAM. EXT.	ESPESSURA DA PAREDE	PESO DO TUBO LISA	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STRONG (XXS)	SCHEDULE Nº		
POL.	(mm)	(mm)	Kg/m			POL.	(mm)	(mm)	Kg/m				
18	457.20	4.78	53.21	STD	10	26	660.40	6.35	102.30	STD	10		
		5.59	61.89					7.14	114.84				
		6.35	70.52					7.92	127.37				
		7.14	79.13					8.74	140.26				
		7.92	87.70					9.52	152.71				
		8.74	96.53					10.31	165.14				
		9.52	105.04					11.13	177.92				
		10.31	113.52					11.91	190.29				
		11.13	122.24					12.70	202.62				
		11.91	130.66					14.27	227.19				
		12.70	139.05					15.88	252.04				
		14.27	155.75					17.48	276.75				
		15.88	172.52					19.05	300.95				
		17.48	189.29					23.83	373.59				
		19.05	205.60					STD	20				
		20.62	221.80										
		23.83	254.33										
		29.36	209.44										
		34.92	363.28										
		39.67	408.04										
45.24	459.05												
20	508.00	5.56	68.85	STD	10	28	711.20			6.35	110.25	STD	10
		6.35	78.46							7.14	123.79		
		7.14	88.06							7.92	137.28		
		7.92	97.61							8.74	151.20		
		8.74	107.45							9.52	164.63		
		9.52	116.96							10.31	178.04		
		10.31	126.42							11.13	191.85		
		11.13	136.17							11.91	205.19		
		11.91	145.57							12.70	218.51		
		12.70	154.95							14.27	245.06		
		14.27	173.60							15.88	271.90		
		15.09	183.19							17.48	298.61		
		15.88	192.44							19.05	324.79		
		17.48	211.15					XS	30				
		19.05	229.43										
		20.62	247.60										
		26.19	310.80										
		28.57	337.45										
		32.54	381.08										
		38.10	441.00										
44.45	507.54												
50.01	564.20												

BITOLA				IDENTIFICAÇÃO		BITOLA				IDENTIFICAÇÃO	
DIAM. NOM.	DIAM. EXT.	ESPESSURA DA PAREDE	PESO DO TUBO PONTA LISA Kg/m	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STRONG (XXS)	SCHEDULE Nº	DIAM. NOM.	DIAM. EXT.	ESPESSURA DA PAREDE	PESO DO TUBO PONTA LISA Kg/m	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STRONG (XXS)	SCHEDULE Nº
22	558.80	5.56	75.80	STD	20	30	762.00	6.35	118.19	5L, 5LX	10
		6.35	86.41					7.14	132.71		
		7.14	96.99					7.92	147.21		
		7.92	107.54					8.74	162.12		
		8.74	118.39					9.52	176.55		
		9.52	128.88					10.31	190.94		
		10.31	139.32					11.13	205.78		
		11.13	150.08					11.91	220.10		
		11.91	160.48					12.70	234.40		
		12.70	182.32					14.27	262.91		
		14.27	191.46	15.88	291.77						
		15.88	212.31	17.48	320.49						
		17.48	233.02	19.05	350.62						
		19.05	253.27								
		20.62	273.42								
		22.22	293.75								
		28.57	373.21								
		31.75	412.19								
		34.92	450.69								
		41.27	529.17								
47.62	599.66										
53.97	671.15										
24	609.60	6.35	94.35	STD	20	32	812.80	6.35	126.14	STD	10
		7.14	104.43					7.14	141.64		
		7.92	117.45					7.92	157.12		
		8.74	129.32					8.74	173.05		
		9.52	140.80					9.52	188.47		
		10.31	152.24					10.31	203.84		
		11.13	164.01					11.13	219.69		
		11.91	175.38					11.91	235.01		
		12.70	186.73					12.70	250.30		
		14.27	209.33					14.70	280.79		
		15.88	232.17	15.88	311.63						
		17.48	254.88	17.48	342.36						
		19.05	277.11	19.05	372.46						
		20.62	299.22								
		23.83	343.77								
		24.61	354.66								
		26.97	387.13								
		39.96	441.31								
38.89	546.63										
46.02	638.93										
52.37	718.88										
59.54	833.47										

BITOLA				IDENTIFICAÇÃO		BITOLA				IDENTIFICAÇÃO	
DIAM. NOM.	DIAM. EXT.	ESPESSURA DA PAREDE	PESO DO TUBO PONTA LISA Kg/m	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STRONG (XXS)	SCHEDULE Nº	DIAM. NOM. POL.	DIAM. EXT. (mm)	ESPESSURA DA PAREDE (mm)	PESO DO TUBO PONTA LISA Kg/m	STANDARD (STD) X-STRONG (XS) XX-STRONG (XXS)	SCHEDULE Nº
34	863.60	6.35	134.08	STD	10	40	1016.00	7.92	196.79	XS	
		7.14	150.57					8.74	216.79		
		7.92	167.03					9.52	236.15		
		8.74	183.99					10.31	255.46		
		9.52	200.39					11.13	275.37		
		10.31	216.76					11.91	294.64		
		11.13	233.62					12.70	313.86		
		11.91	249.91					14.27	352.22		
		12.70	266.19					15.88	391.09		
		14.27	298.64					17.48	429.82		
		15.88	331.50					19.05	467.81		
		17.48	364.22								
		19.05	396.30								
36	914.40	6.35	142.03	STD	10	42	1066.80	8.74	227.72	XS	
		7.14	159.51					9.52	248.03		
		7.92	176.95					10.31	268.36		
		8.74	194.93					11.13	289.30		
		9.52	212.31					11.91	309.55		
		10.31	229.66					12.70	329.76		
		11.13	247.53					14.27	370.10		
		11.91	264.82					15.88	410.96		
		12.70	282.08					17.48	461.68		
		14.27	316.50					19.05	491.65		
		15.88	351.36								
		17.48	386.09								
		19.05	420.14								
38	965.20	7.92	186.86			44	1117.60	8.74	238.66		
		8.74	205.86					9.52	259.98		
		9.52	224.23					10.31	281.28		
		10.31	242.56					11.13	303.22		
		11.13	261.43					11.91	324.44		
		11.91	279.73					12.70	347.65		
		12.70	297.97					14.27	387.95		
		14.27	334.37					15.88	430.82		
		15.88	371.23					17.48	473.56		
		17.48	407.95					19.05	515.49		
19.05	443.97										

• TUBOS MECÂNICOS •

A INOXPLASMA possui uma linha completa de tubos mecânicos manufaturados pelo processo de “trepanação e configuração” .

TABELA DE PESOS E MEDIDAS

DIMENSÕES	Kg/m	DIMENSÕES	Kg/m	DIMENSÕES	Kg/m	DIMENSÕES	Kg/m
32X20	3.9	71X36	23.1	118X63	61.4	170X118	98.8
36X20	5.5	71X45	16.6	118X80	46.4	170X140	64.0
36X25	4.1	71X56	11.7	118X90	35.9		
40X20	7.4	80X20	29.6	125X71	65.3	80X125	110.7
40X25	6.0	80X50	24.0	125X90	46.4	180X150	68.5
40X28	5.0	80X63	15.0	125X100	34.7		
45X20	10.0	90X50	34.5	132X71	76.3	190X132	123.3
45X28	7.7	90X63	25.5	132X90	57.5	190X160	73.1
45X32	6.2	90X71	18.9	132X106	38.2		
50X25	11.6	100X56	42.3	140X80	81.2	200X140	134.9
50X32	9.1	100X71	30.6	140X100	59.0	200X160	98.2
50X36	7.4	100X80	22.2	140X112	43.3		
56X28	14.5	106X56	49.9	150X80	104.1		
56X36	11.3	106X71	38.2	150X106	74.4		
56X40	9.5	106X80	29.8	150X125	47.5		
63X32	18.2	112X63	52.9	160X90	113.4		
63X40	14.6	112X80	37.9	160X112	86.2		
63X50	9.1	112X90	27.4	160X132	56.2		

• TUBOS CENTRIFUGADOS •

A INOXPLASMA comercializa tubos de aço inoxidável fundidos pelo processo de centrifugação. Estes tubos possuem um comprimento máximo de até 4.0m, dependendo do diâmetro e espessura da parede.

São produzidos normalmente nos tipos 304 – 304L – 310 – 316 – 316L – 321- 410 - 420 – ALLOY, podendo eventualmente serem fabricados conforme solicitação, dentro da quantidade mínima para fornada.

São entregues com acabamento de fundição; com sobre metal ou usinado.

Os diâmetros externos vão de 75mm a 465mm e suas paredes de 7.5mm até 60mm, dependendo do comprimento.

As tolerâncias de diâmetro e parede estão dentro da norma ASTM A-362.

- De 75 a 150mm + - 2,0 no diâmetro + - 2.5 na espessura.
- De 151 a 300mm + - 2,5 no diâmetro + - 3.8 na espessura.
- De 301 para maior + - 4,0 no diâmetro + - 5.1 na espessura.

CARACTERÍSTICAS DO TUBO

- a) Uniformidade de composição
- b) Uniformidade das propriedades físicas em todas as direções.
- c) Possibilidade de várias especificações quanto a composição química.
- d) entrega rápida reduzindo estocagem.
- e) Qualidade uniforme do produto.

RESULTADOS DOS TESTES – PROPRIEDADES MECÂNICAS

DIREÇÃO DA AMOSTRA	Spec. Nº	ALONGAMENTO PSI	TRAÇÃO PSI	% EL.	% R.A.	V-CHANFRO CHARPY DE IMPACTO ft-lbs.	
						R.T.*	-320°F
transversal perpendicular longitudinal	1	30.900	61.300	60.7	70.8	acima 120	acima 120
	2	32.100	62.100	73.0	76.8	acima 120	acima 120
	3	28.900	58.500	57.9	74.3	acima 120	-80.5
	4	30.100	58.200	67.9	75.7	acima 120	-95.5
	5	32.200	62.500	59.3	68.9	acima 120	-82.5
	6	31.500	62.300	65.7	72.6	acima 120	-78.0

*Acima de 120 indica amostras que não se consomem na capacidade máxima do teste de impacto.

TUBOS CAPILARES

São tubos de aço inox ou de metal (latão / cobre) com diâmetros externos, variando de 0,30mm (agulha hipodérmica) a 6.0mm, com paredes variando de 0.16mm, 0.25mm e 0.48mm.

São utilizados em laboratórios, instrumentação, para fabricação de colunas cromatográficas, indústria odontológicas, aparelhos cirúrgicos, enfim onde existe a necessidade de micro-condução.

TUBOS CALANDROS

Estes tubos são fabricados de chapa de aço inox, calandrados e soldados longitudinal e circunferencialmente pelo processo TIG e nas dimensões das normas ANSI – B36.19 ou ANSI – B36.10.

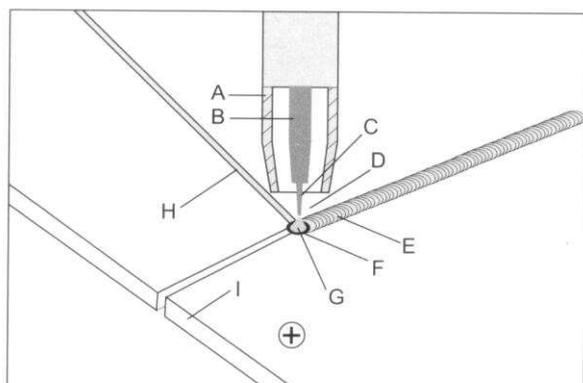
PROCESSO TIG

NO PROCESSO TIG, O ARCO SALTA ENTRE A PEÇA E UM ELÉCTRODO DE TUNGSTÊNIO NÃO CONSUMÍVEL.

Quando se solda aço inoxidável por este processo, o eléctrodo de tungstênio é constituído por uma liga de metal com tório. O argon é fornecido através do suporte do eléctrodo e o gás de protecção argon a 99,9%, protege da atmosfera a zona soldada, permitindo a formação de uma soldura isenta de óxido. O avanço do arame de enchimento é feito pelo lado, manual ou automaticamente.

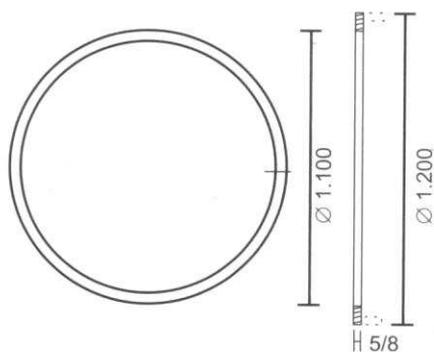
REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA SOLDADURA TIG

- Bolsa de gás.
- Suporte do eléctrodo.
- Eléctrodo de tungstênio não consumível.
- Gás de protecção.
- Soldura acabada.
- Metal em fusão.
- Arco.
- Arame de enchimento.
- Peças a soldar.

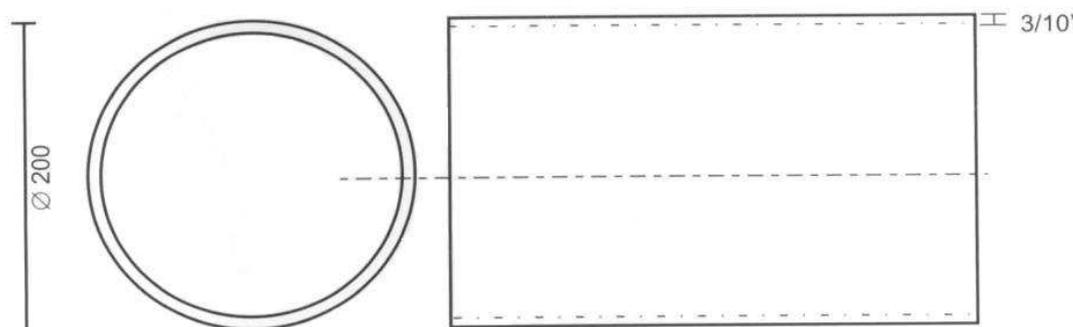


Os cordões de solda interno e externo são reduzidos ao mínimo. Os tubos são entregues (conforme solicitação e necessidade) decapados, sem recozimento, com extremidades faceadas, em medidas de fabricação acima de 4" D.E. em barras de 6.000mm de comprimento. Também podem ser fornecidos com comprimentos unitários de 1.0 e 2.0m ou com costuras circunferencial em barras de 6.0m ou mais gomados. Havendo necessidade de testes físicos ou químicos serão efetuados conforme as normas (ASTM A-269, ASTM A-409, ASTM A-358 ou outras sob consulta.

• BARRAS CHATAS E PERFIS CALANDRADOS •



Podemos confeccionar tanto o anel com 306º, como setores de diversos graus.



Confeccionamos tubos calandrados com comprimento máximo de 2.000mm, para peças maiores serão soldados em gomos.

OBS: Caso necessário fazemos RX parcial ou total da solda.