

Estudo de Preparação de Trabalho de Uma Estrutura Soldada

**Trabalho prático de soldadura para a U.C. Processos
de Fabrico II.**

André Duarte Ferreira
Luís Filipe Linhares
Pedro Veiga Gustavo
Vasco Daniel Branco

Porto, 20 de Dezembro de 2013

Índice

Introdução.....	3
Sequência de montagem.....	4
Escolha dos processos de soldadura e materiais de adição.....	11
Escolha dos processos de soldadura.....	11
Escolha dos materiais de adição.....	12
Preparação das juntas.....	14
Temperaturas de pré-aquecimento.....	18
Carbono equivalente.....	19
Porcentagem de carbono equivalente para aço SA 106 Gr. A.....	19
Porcentagem de carbono equivalente para aço SA 105.....	19
Espessura combinada.....	20
Potencial de hidrogénio do processo.....	20
Energia térmica do arco.....	21
Temperatura de pré-aquecimento.....	22
Procedimento de soldadura (WPS).....	24
Conclusões.....	25
Anexos.....	26
Anexo A: WPS.....	26
Anexo B: Ficha técnica dos materiais de adição e fluxo.....	32

Introdução

O objetivo principal deste projeto centra-se em projetar um procedimento de soldadura de uma estrutura soldada, que neste caso será um reservatório vertical.

Vai ser abordada sequência de montagem, a escolha dos processos de soldadura e materiais de adição, a preparação das juntas, a determinação da necessidade ou não de pré-aquecimento, e o preenchimento dos documentos relativos aos procedimentos de soldadura, WPS, necessários.

Relativamente à sequência de montagem, vai utilizar-se o *software* comercial *Solidworks* para a melhor visualização da peça e da montagem.

Os processos de soldadura a utilizar em cada junta serão escolhidos de entre o grupo:

- Soldadura por arco elétrico:
 - Manual com elétrodo revestido (SMAW);
 - Arco submerso (SAW);
 - TIG (GTAW);
 - MIG/ MAG (GMAW), MIG com fio fluxado (FCAW).
- Soldadura por resistência;
- Brasagem.

A escolha dos materiais de adição será feita tendo em conta a sua composição química e o do material a soldar, e serão escolhidos a partir de um catálogo comercial.

Também a preparação das juntas será feita tendo em conta normas existentes relativas às espessuras dos materiais a ligar, da forma das peças e do tipo de ligação.

O cálculo das temperaturas de pré-aquecimento será influenciado por parâmetros como, o tipo junta, as características do material base, o processo de soldadura e o pH do material de adição.

Os procedimentos de soldadura serão realizados com base em todo o estudo realizado e ainda a consulta de documentos relativos, por exemplo, ao agrupamento dos materiais de adição e metal base.

Sequência de montagem

A sequência de montagem é de grande importância visto que dela pode depender o processo de soldadura a usar, a qualificação do soldador necessário e por conseguinte os custos de soldadura. Tentando reduzir os custos de soldadura sem prejudicar a qualidade da peça final, e tendo em mente o modo de fixação da peça enquanto está a ser soldada, procurou-se gerar uma sequência que permitisse uma maior utilização da soldadura ao baixo.

As imagens que se seguem estão orientadas segundo a posição real de soldadura.

As peças topo e base do corpo do reservatório (**peça 3 e 4**) são fornecidas já conformadas e não tem qualquer tipo de cordão de soldadura. As mangas para ligação ao exterior (**peças 5**) são porções de tubo extrudido e também não tem cordão de soldadura. Os bocais (**peças 6**) são obtidos por maquinagem de um bloco de metal e a base de fixação ao chão (**peça 8**) é obtida numa máquina de corte por plasma a partir de uma chapa pelo que também não tem qualquer cordão. Contudo, as virolas do corpo do reservatório (**peças 1 e 2**) e da base de fixação (**peça 7**) deverão ser obtidas a partir da conformação de uma chapa plana numa calandra. Assim sendo, o primeiro passo deverá ser calandrar duas chapas para obter as virolas do corpo do reservatório.

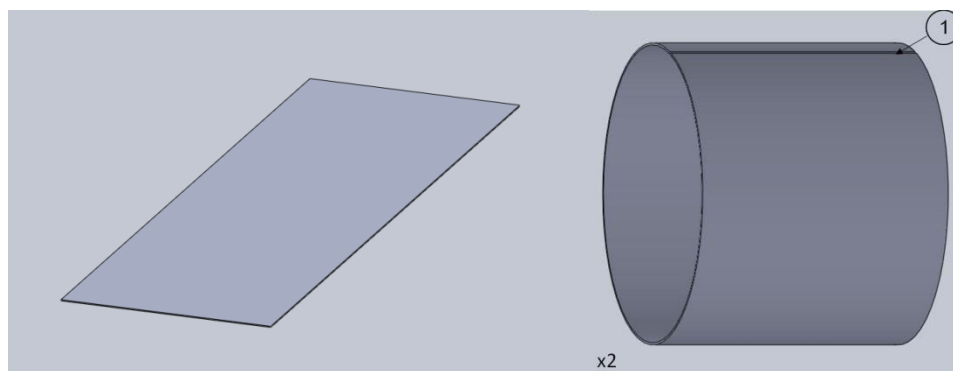


Figura 1 - Montagem da junta 1

Uma vez calandradas é necessário executar uma soldadura longitudinal (**junta 1**) de forma a unir as duas extremidades da chapa calandrada.

Um procedimento idêntico deverá ser aplicado à execução da base de fixação (**junta 2**).

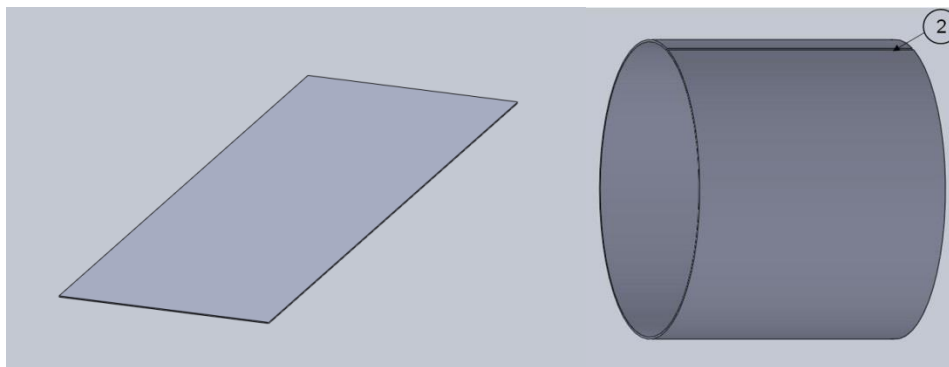


Figura 2 - Montagem da junta 2

Segue-se a junção das mangas aos bocais (**junta 3**). Este processo deverá ser feito em duplicado porque existem duas ligações do corpo do reservatório ao exterior. Note-se que este procedimento pode ser executado em simultaneidade com os anteriores porque as peças não são dependentes.

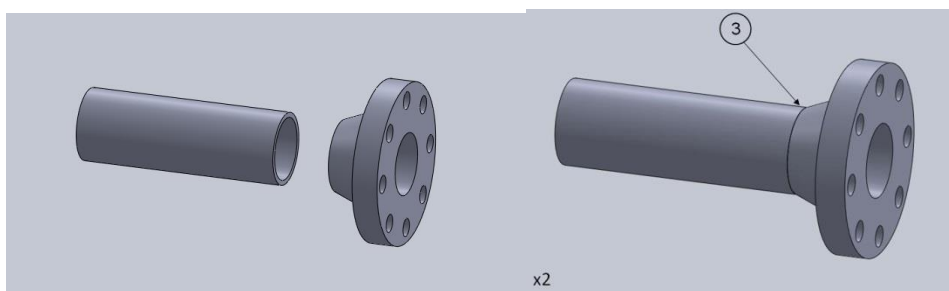


Figura 3 - Montagem da junta 3

A soldadura da manga superior à virola (**junta 4**) deverá ser o passo seguinte porque segundo o desenho, a tubuladura é penetrante no reservatório e implica a execução de um cordão de solda no exterior e no interior da virola. Ora, se não se executar nesta altura, após o fecho do corpo do reservatório será impossível aceder ao local da soldadura. Note-se, contudo, que a fixação desta peça pode impedir o rolamento das virolas na máquina de arco submerso pelo que o posicionamento das mesmas na máquina deve ser cauteloso.

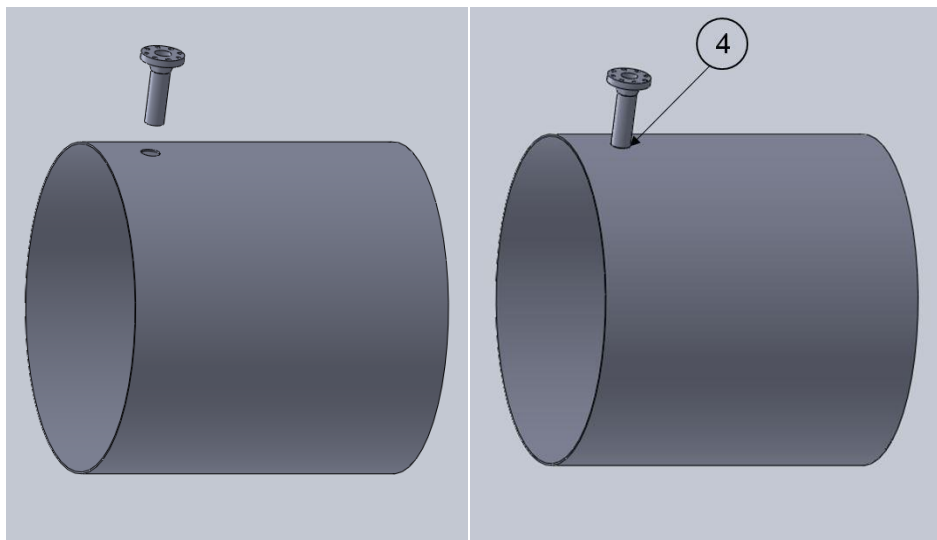


Figura 4 - Montagem da junta 4

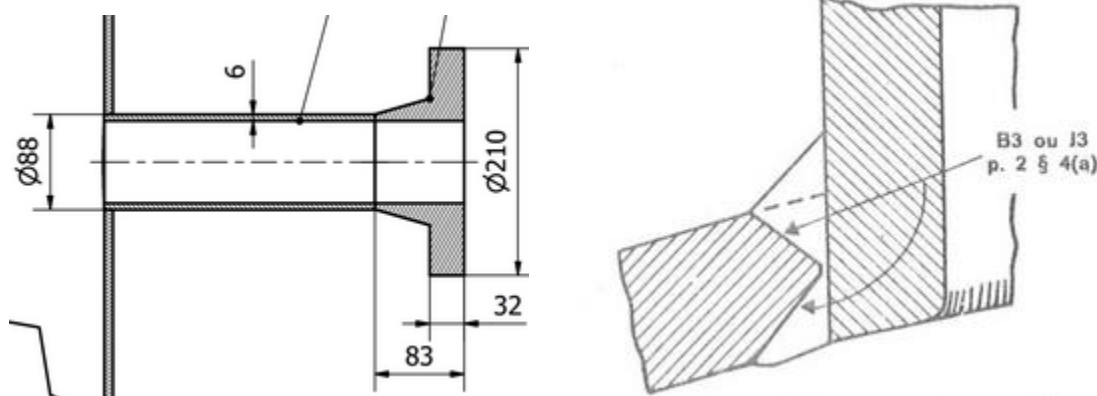


Figura 5 - Tubuladura penetrante

Segue-se a união das duas virolas do corpo do reservatório (**junta 5**). Para a execução da soldadura das virolas deverá usar-se um processo automatizado por Arco submerso já que existem máquinas específicas para executar este tipo de ligação como se ilustra na figura.

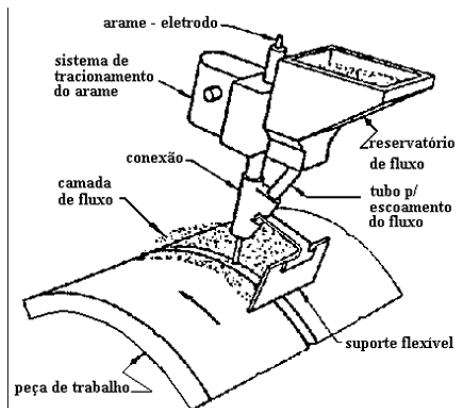


Figura 6 – Imagem representativa do processo SAW

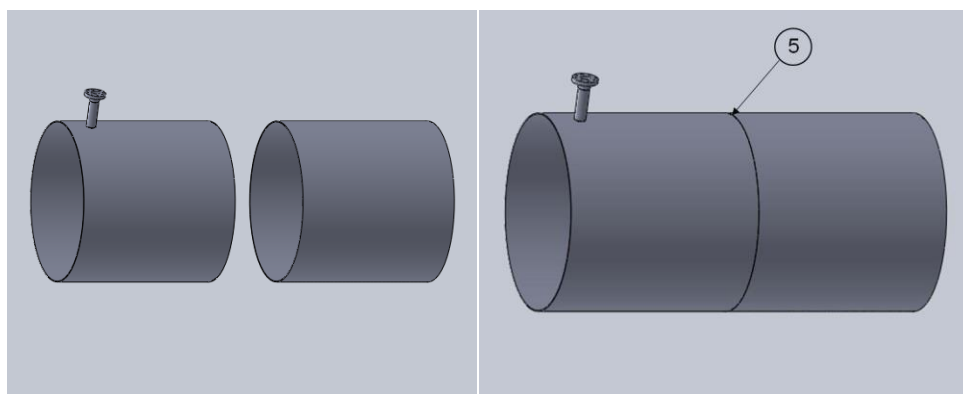


Figura 7 - Montagem da junta 5

A ligação do topo do reservatório deve ser executada seguidamente (**junta 6**) e deverá seguir o mesmo procedimento.

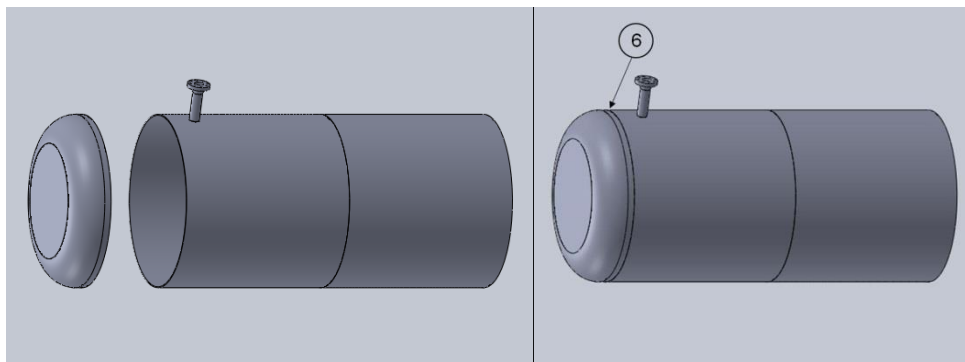


Figura 8 - Montagem da junta 6

A junção das peças 7 e 8 (**junta 7**) pode ser executada logo que está concluída a (**junta 2**), ou seja, assim que é feita a soldadura longitudinal da virola da base do reservatório. A espessura da peça tubular é de apenas 6mm e a do anel de fixação é de 20mm. Devido à diferença de espessuras, neste passo há que ter em atenção a possibilidade de empeno da peça tubular. Assim, sendo, a soldadura deverá ser balanceada

e não continua de forma a garantir a perpendicularidade do eixo da peça tubular em relação à base.

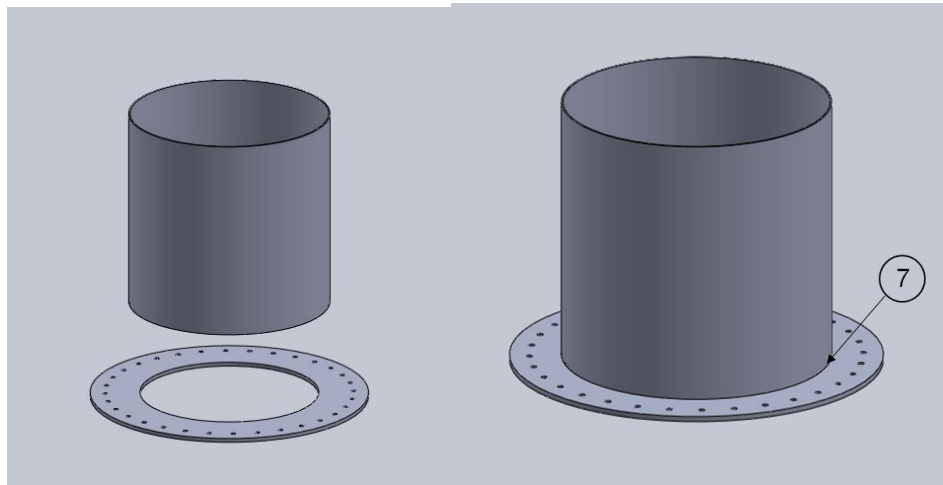


Figura 9 - Montagem da junta 7

Simultaneamente pode ser feita a soldadura da tubuladura inferior à base do corpo do reservatório (**junta 8**).

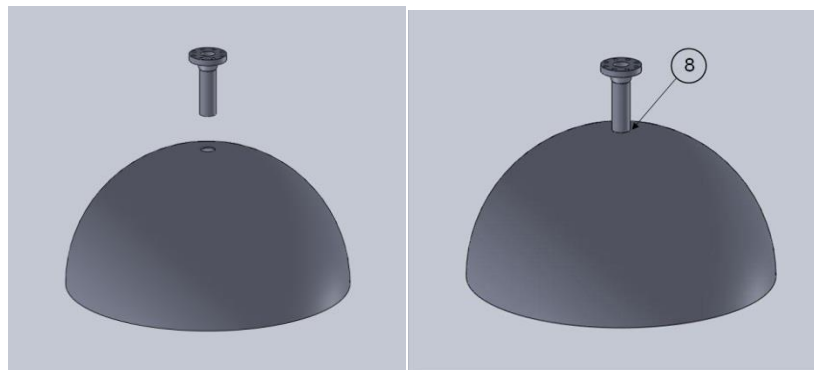


Figura 10 - Montagem da junta 8

Contrariamente à tubuladura superior, a tubuladura da base é não penetrante.

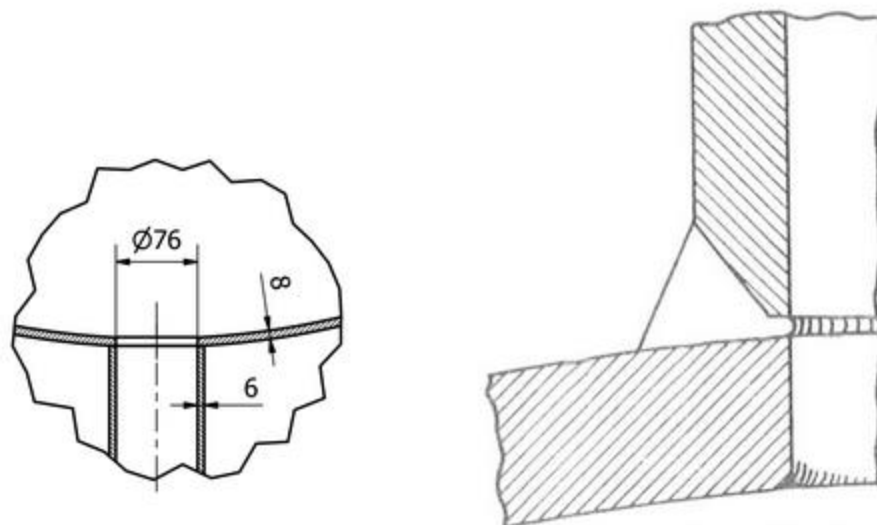


Figura 11 – Imagem ilustrativa do resultado da união da junta 8

Agora há que fazer a junção das duas montagens anteriores (**junta 9**). Esta junta deve requerer cuidados especiais pois não pode interferir (fragilizar) nas propriedades mecânicas do metal da base do corpo do reservatório. Note-se a importância da execução prévia da soldadura da tubuladura visto que após a soldadura da peça tubular calandrada à base do corpo do reservatório seria muito difícil o acesso à soldadura da tubuladura. Neste passo é crucial garantir paralelismo entre o plano do anel da base e da superfície de corte da base do corpo do reservatório pelo que se deverá assegurar com uma estrutura de fixação adequada a rigidez necessária para que não ocorram deformações durante o ciclo térmico. Note-se que o mais pequeno desvio fará com que na montagem final o reservatório fique inclinado.

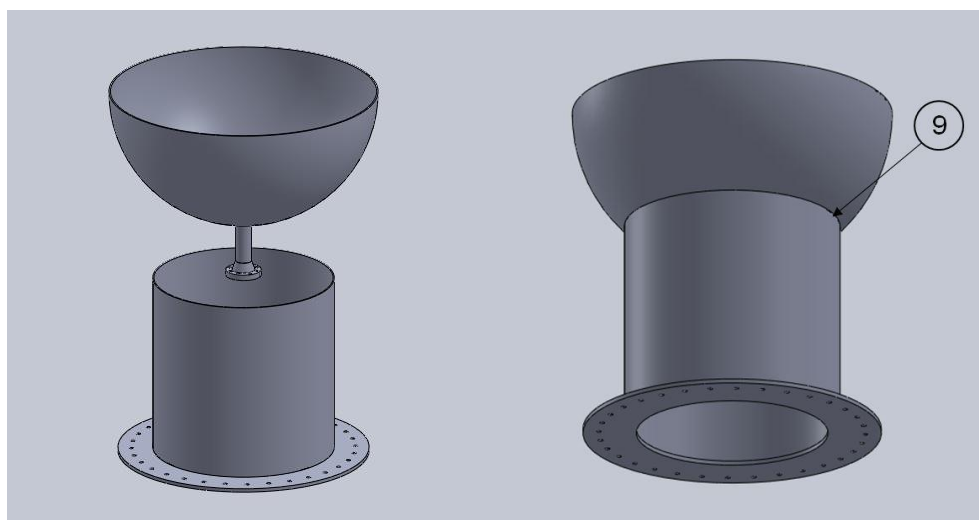


Figura 12 - Montagem da junta 9

Segue-se a junção do desta montagem à montagem do meio corpo superior do reservatório (**junta 10**). Este passo conclui a montagem do reservatório. Note-se que a soldadura do topo do reservatório foi executada antes para se conseguir garantir o equilíbrio das peças na máquina, isto é, assume-se que a espessura das duas montagens seja próxima.

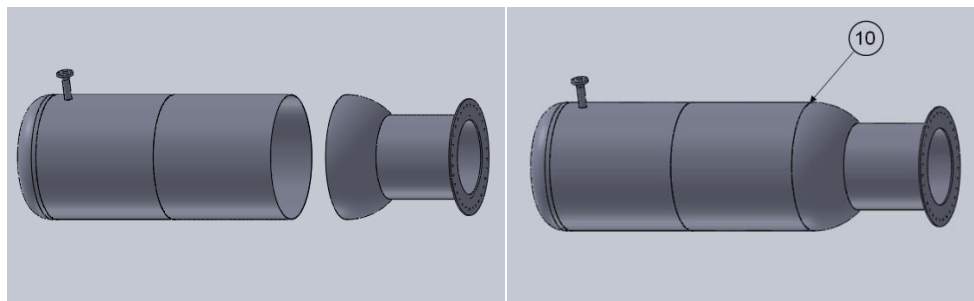


Figura 13 - Montagem da junta 10

Note-se que o reservatório foi todo montado na horizontal. Ainda que a sua altura seja apenas de 4,5 metros, a sua montagem nesta posição facilita a sua movimentação no estaleiro bem com o acesso dos equipamentos e operários às juntas soldadas evitando assim a necessidade de recorrer a andaimes.

O aspeto final da montagem uma vez colocada na vertical deverá ser o seguinte.

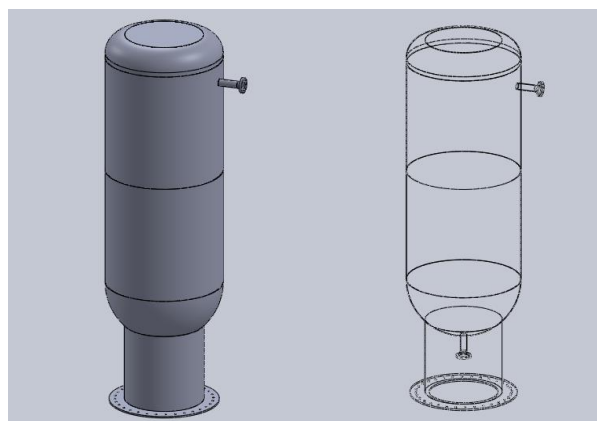


Figura 14 - Reservatório montado.

Escolha dos processos de soldadura e materiais de adição

Escolha dos processos de soldadura

O processo de soldadura a escolher para cada junta exige que tenhamos em atenção alguns fatores que irão ser cruciais na obtenção de uma peça com as características desejadas.

De seguida são apresentados alguns cuidados a ter na escolha dos processos de soldadura:

Composição química do metal base

No presente trabalho os processos de soldadura a escolher deverão ser compatíveis com aços ao carbono, mais especificamente com a composição presente nas tabelas seguintes.

Tabela 1 - SA 516 Gr. 70 - segundo o ASME (aço de placas) (elementos: 1,2,3,4,7,8)

%C	%Si	%Mn	%P	%S
≤ 0.27	0.13-0.45	0.79-1.30	≤ 0.035	≤ 0.040

Tabela 2 - SA 106 Gr. A - segundo o ASME (aço de extrusão a frio para tubos) (elemento: 5)

%C	%Si	%Mn	%P	%S
≤ 0.25	≥ 0.10	0.27-0.93	≤ 0.048	≤ 0.058

Tabela 3 - SA 105 - segundo o ASME (aço para flanges) (elemento: 6)

%C	%Si	%Mn	%P	%S
≤ 0.35	≤ 0.35	0.6-1.05	≤ 0.040	≤ 0.050

Assim, para este caso fica já posto de parte o MIG.

Número de juntas a soldar

O número de juntas a soldar, dez, ainda que não elevado, irá requerer já a utilização de mais do que um processo de soldadura. Assim, há que tentar reduzir ao mínimo o número de diferentes processos de soldadura a usar para minimizar os custos.

Comprimento dos cordões de solda

Os maiores comprimentos do cordão de solda encontrar-se-ão nas juntas 5, 6 e 7, pelo que nessas juntas o processo de arco submerso, terá um apelo especial, se puder

ser escolhido, uma vez que permite grandes fatores de marcha e com elevada qualidade e eficiência térmica / energética.

Acessibilidade do soldador às juntas

Quanto menos acessível, mais habilidoso terá que ser o soldador, e maiores os riscos de a soldadura não ser executada com tão boa qualidade como em lugares facilmente acessíveis. Chama-se, para este caso, a atenção para as juntas 3 e 8 que irão requerer o soldador dentro do reservatório a executar uma soldadura ao teto. Ainda assim, as dimensões do reservatório permitem que o soldador tenha a pistola do processo MAG dentro da mesma, pelo que não será necessário recorrer à soldadura por elétrodo revestido, que não tem qualidade tão elevada e tem um fator de marcha menor.

As restantes juntas são relativamente fáceis, em comparação, e bem acessíveis pelo exterior.

Características do metal base, e propriedades a obter após soldadura.

O reservatório possui espessuras baixas, em geral rondando os 8mm. Também isso é tido em conta. O arco submerso permite-nos ligar juntas com até 10mm num só passe e com penetração total. Portanto, sempre que possível, e requerida essa penetração, será o processo a usar. Nas zonas onde é necessário fazer multipasse, tais como as juntas 3 e 4, usar o elétrodo revestido será evitado, a menos que se veja que é estritamente necessário, porque o tempo perdido a martelar e escovar a superfície do cordão em cada passe, para remover a escória, reduz em muito o fator de marcha.

Sendo assim, os processos que cumprem melhor a maioria destas características são, soldadura por arco elétrico:

- Arco submerso (SAW);
- MAG (GMAW).

Tabela 4 - Processos de soldadura escolhidos para as respetivas juntas

Processo\Junta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SAW	✓	✓			✓	✓				✓
GMAW (MAG)			✓	✓			✓	✓	✓	✓

Escolha dos materiais de adição

Visto os 3 materiais bases serem muito semelhantes, o fator decisivo sobre a escolha do material de adição vai recair sobre o processo de soldadura.

Tabela 5 - Fios e fluxos escolhidos

	GMAW	SAW
Fio	<i>OK Autrod 12.51</i>	<i>OK Autrod 12.32</i>
Fluxo		<i>OK Flux 10.50</i>

Preparação das juntas

JUNTA 1a / 1b / 2 / 5 / 6

Esta junta pretende fazer a ligação entre as peças 1 e 2 (Junta 5), 1 e 3 (Junta 6), ligação longitudinal da peça 1 (Junta 1a), ligação longitudinal da peça 2 (Junta 1b) e ligação longitudinal da peça 7 (2)

Requisitos:

- Necessária penetração total;
- Processo de soldadura a usar: Arco Submerso (SAW).

O processo de soldadura de Arco Submerso atinge uma penetração total até uma espessura de 10 mm, e visto que a espessura das peças a soldar é de 8 mm (6 mm no caso da junta 2), não é necessário qualquer chanfro, ou seja, empregar-se-á uma soldadura **topo a topo, ao baixo para as juntas 1a, 1b e 2, e circular ao baixo para as juntas 5 e 6, sendo que todas elas têm uma preparação de junta de bordos retos**. Sendo que no caso das Juntas 5 e 6 temos acesso pelos dois lados da junta, nos casos das Juntas 10 (última junta a soldar), 1a, 1b e 2 só temos acesso a um dos lados.

Representação:

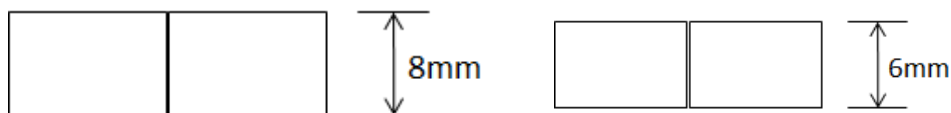


Figura 15 – Esquema junta 1a, 1b, 2, 5, 6

JUNTA 3

A junta em questão ligará as peças 5 e 6.

Requisitos:

- Necessária penetração total;
- Processo de soldadura a usar: MAG (GMAW).

O processo de soldadura que se usará nesta junta (MAG) garante uma penetração total para espessuras até 3-4mm, contudo, a espessura das peças a soldar é de 6mm. Como tal, por forma a garantir a penetração em causa é preciso recorrer a um chanfro, sendo que de uma forma geral, as preparações de juntas de peças tubulares são feitas em V ou meio V. Portanto, nesta junta, a soldadura será feita **topo a topo, circulares ao baixo, com uma preparação em V**. As medidas a seguir apresentadas para a preparação da junta foram retiradas da tabela 18 (Figura 18), e têm em atenção o facto de só termos acesso a um lado das peças a soldar.

Representação:

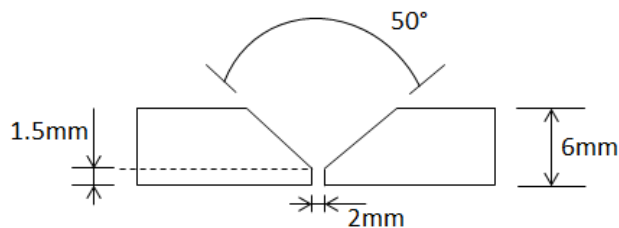


Figura 16 – Esquema junta 3

JUNTA 4

A ligação do elemento 1 com o elemento 5 formarão a Junta 4.

Requisitos:

- Necessária penetração total;
- Processo de soldadura a usar: MAG (GMAW);
- A manga de $\varnothing 88$ (peça 5) entra completamente no corpo 1.

A necessidade de haver um chanfro nesta preparação é justificada da mesma forma que a preparação da Junta 3. Contudo, neste caso o chanfro é criado na parede do corpo 1 e a soldadura é feita **em Canto, ao Baixo, com acesso nos dois lados da peça, numa preparação em K, usando os parâmetros B3.**

Representação e Parâmetros B3 (preparação e valores retirados das tabelas dadas no enunciado, pág. 5, Fig. 2.3b, esquerda):

- $g2 \leq 3\text{mm}$
- $S2 \in [0,3]\text{mm}$
- $\alpha = 50^\circ$

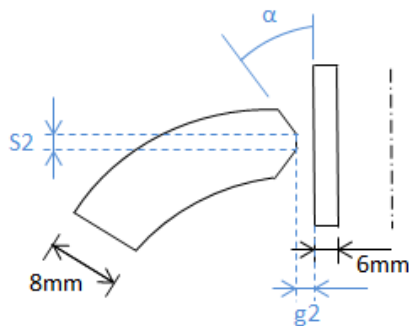


Figura 17 – Esquema junta 4

JUNTA 7

A junta 7 irá ligar os elementos 7 e 8.

Requisitos:

- Não é necessário haver penetração total;
- Processo de soldadura a usar: MAG (GMAW)

Uma vez que não é necessária uma penetração total, a soldadura destas peças é assegurada por uma ligação de **Canto Simples, Horizontal ao Baixo, não havendo necessidade de criar qualquer chanfro.**

Representação:

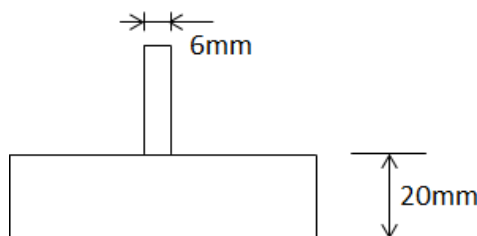


Figura 18 – Esquema junta 7

JUNTA 8

A Junta 8 ligará a manga de 22 ao corpo 4.

Requisitos:

- Necessária penetração total;
- Processo de soldadura a usar: MAG (GMAW);
- A manga de $\phi 22$ apenas encosta no corpo 4.

É preciso novamente recorrer a um chanfro devido aos mesmos motivos explicados para a Junta 3 e 4. No entanto, uma vez que a manga apenas encontra no corpo 4, o chanfro é feito na própria manga em vez de ser no corpo 4. Então, a soldadura é feita **topo a topo, horizontal ao baixo, com acesso a apenas um dos lados das peças, com uma preparação em meio V.**

Representação (preparação retirada das tabelas dadas no enunciado, pág. 4, Fig. 1.1a esquerda):

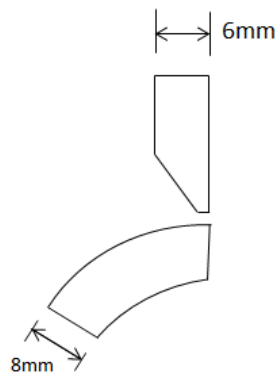


Figura 19 – Esquema junta 8

JUNTA 9

A próxima junta a ser analisada pretende ligar as peças 7 e 4.

Requisitos:

- Não é necessário haver penetração total;
- Processo de soldadura a usar: MAG (GMAW).

Os parâmetros para esta junta são muito semelhantes aos da Junta 7, contudo, as formas das extremidades das peças a soldar irão formar um perfil de junta natural, sem que para isso seja preciso criar um chanfro em qualquer dos elementos. A soldadura é então **topo a topo, horizontal ao baixo, sem necessidade de criar um chanfro.**

Representação:

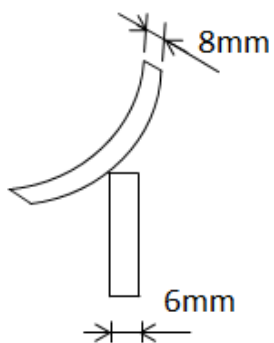


Figura 20 – Esquema junta 9

JUNTA 10

Por fim, a estrutura ficará completa através da ligação dos elementos 4 e 2 a partir da Junta 10.

Requisitos:

- Necessária penetração total;
- Processo de soldadura a usar: MAG (GMAW) + Arco Submerso (SAW).

A junta em causa à partida seria feita só com recurso ao processo de Arco Submerso, uma vez que a espessura para uma penetração total usando este processo é de 10mm e a espessura das peças que queremos soldar têm um valor de 8mm (como no caso das Juntas 5 e 6).

Contudo, a espessura de penetração total é atingida partindo do pressuposto que temos acesso aos dois lados da preparação, o que na verdade não acontece nesta preparação. Como se trata da ultima junta a soldar, só temos acesso a um dos lados, então, para contornar a situação, a solução é usar a soldadura MAG, com a respetiva preparação, numa primeira fase por forma a garantir a ligação das duas extremidades, e então, depois disso, usar o processo de Arco Submerso para preencher o resto da junta e assim concluir a soldadura. A soldadura em causa é então **topo a topo, circular ao baixo, com uma preparação em V**. A representação apresentada em baixo baseia-se na análise do documento de preparação de juntas, para o processo MAG (GMAW), página 12, tabela 18, figura 18, contudo, o ângulo que se tem em conta não será de 50°, mas sim de 70°, uma vez que é o mais usado para preparações que envolvam o processo MAG juntamente com Arco Submerso.

Representação:

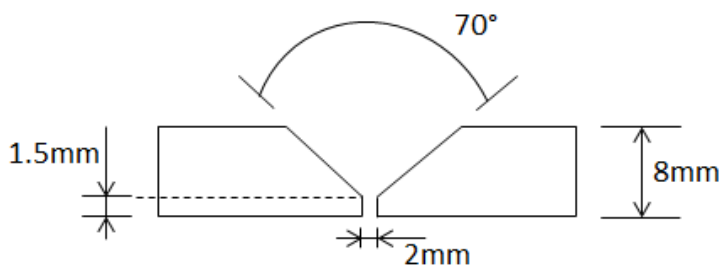


Figura 21 – Esquema junta 10

Temperaturas de pré-aquecimento

Neste ponto vamos avaliar se os materiais que vamos soldar vão ter que ser submetidos a pré aquecimento ou não. Deste modo, vamos então calcular alguns parâmetros que são imprescindíveis para esta avaliação, tais como a percentagem de carbono

equivalente dos materiais, a espessura combinada, o potencial de hidrogénio do processo e a energia térmica do arco elétrico.

Carbono equivalente

Percentagem de carbono equivalente para aço SA 516 Gr. 70

Composição química:

%C ≤ 0,27	%Si = 0,13 – 0,45	%Mn = 0,79 - 1,30	%P ≤ 0,035	%S ≤ 0,040
-----------	-------------------	-------------------	------------	------------

$$\%CE = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15}$$
$$\%CE = 0,27 + \frac{1,3}{6} + 0 + 0 = 0,49\%$$

Percentagem de carbono equivalente para aço SA 106 Gr. A

Composição química:

%C ≤ 0,25	%Si ≥ 0,10	%Mn = 0,27- 0,93	%P ≤ 0,048	%S ≤ 0,058
-----------	------------	------------------	------------	------------

$$\%CE = 0,25 + \frac{0,93}{6} + 0 + 0 = 0,41\%$$

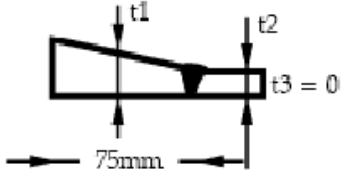
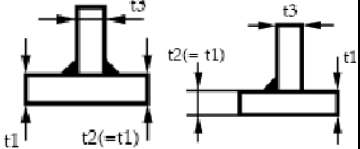
Percentagem de carbono equivalente para aço SA 105

Composição química:

%C ≤ 0,35	%Si ≤ 0,35	%Mn = 0,6 – 1,05	%P ≤ 0,040	%S ≤ 0,050
-----------	------------	------------------	------------	------------

$$\%CE = 0,35 + \frac{1,05}{6} + 0 + 0 = 0,53\%$$

Espessura combinada

Tipo de junta	Junta	Espessura combinada (mm)
Topo a topo 	1, 2	8
	3	$t_2 = 6, t_1 = 19,9$ $E_C = 12,95$
	5, 6, 10	8
De canto 	4	$t_1 = 8, t_3 = 6$ $E_C = (8+6)/2=7$
	7	$t_3 = 6, t_1 = 20$ $E_C = (6+20)/2=13$
	8, 9	$E_C = (8+6)/2=7$

Potencial de hidrogénio do processo

Conforme o processo que vamos utilizar para soldar as peças vamos ter um potencial de hidrogénio diferente, ou seja, vamos ter mais ou menos teor de H₂ no material depositado.

Assim sendo vamos ter quatro níveis de hidrogénio:

- Escala A: Metal depositado contém H₂ > 15ml/100g
- Escala B: Metal depositado contém H₂ <15ml/100g
- Escala C: Metal depositado contém H₂ <10ml/100g
- Escala D: Metal depositado contém H₂ <5ml/100g

Para o processo GMAW vamos então utilizar a escala C, e para o SAW a escala B.

Energia térmica do arco

Como a velocidade de arrefecimento na zona de soldadura diminui com o aumento da entrega térmica, quanto mais energia térmica tiver o arco, menor será a temperatura de pré-aquecimento.

Desta maneira apresentamos de seguida o cálculo do valor da energia térmica no arco:

$$E \left[\frac{kJ}{mm} \right] = \eta * \frac{\text{Tensão do arco [V]} * \text{Intensidade [A]}}{\text{Velocidade de soldadura} \left[\frac{mm}{s} \right]} * 10^{-3}$$

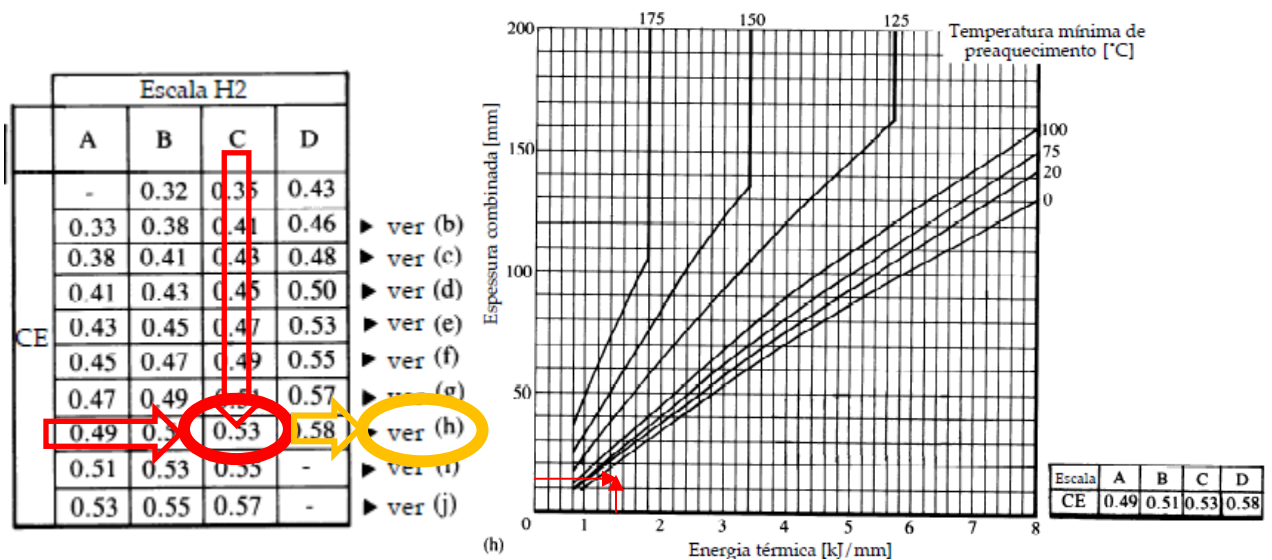
	SAW	GMAW
Tensão (V)	36	26
Corrente (A)	750	250
Velocidade de soldadura (mm/s)	7,5	4,17
Energia térmica (kJ/mm)	3,6	1,25

	SAW	GMAW
Energia	100%	80%

Temperatura de pré-aquecimento

Temperatura de pré aquecimento para junta 3:

Carbono equivalente	0,53%
Escala de H₂	C
Espessura combinada	12,95 mm
Energia	1,25 kJ/mm



Para calcularmos a temperatura de pré-aquecimento da junta 3 fomos no gráfico do lado esquerdo cruzar a informação referente à escala de H₂ com a quantidade de carbono equivalente. Após o cruzamento tivemos que consultar a tabela h (à direita), que a partir dos dados de Energia térmica e espessura combinada da junta 3, podemos concluir que esta junta não precisara de ser submetida a pré-aquecimento.

Sabendo já o processo de obtenção, ou não, de temperatura de pré aquecimento, na tabela seguinte é apresentada a conclusão sobre esta temperatura para cada uma das juntas.

Junta	Pré-aquecimento
1	Não
2	Não
3	Não
4	Não
5	Não
6	Não
7	Não
8	Não
9	Não
10	Não

Procedimento de soldadura (WPS)

Ver anexo A

Conclusões

Começou-se por definir a sequência em que as partes do reservatório iriam ser soldadas, tendo-se tido em conta a maximização da acessibilidade e os processos de soldadura possíveis a usar.


Analisando as propriedades do material, bem como a sequência de montagem, e com o objetivo de minimizar os custos maximizando a qualidade da construção, atribuíram-se os processos de soldadura a usar para cada junta.




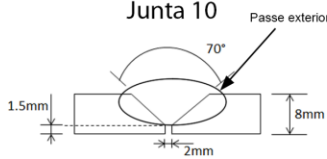
Depois fez-se uma análise às preparações necessárias para as juntas, a qual sujeitou-se ao processo de soldadura escolhido e acessibilidade do local, bem como espessuras do material base, entre outros.

De seguida estudou-se a necessidade de pré aquecimento visto que se numa operação de soldadura a velocidade de arrefecimento for demasiado rápida podem-se gerar na ZAC estruturas temperadas e daí resultar fissuração conjuntamente com outros fatores. Após o estudo concluiu-se que não era necessário pré aquecimento.

Finalmente preencheu-se o WPS de acordo com todos os parâmetros escolhidos, e as normas a cumprir.

Anexo A: WPS

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	PROCEDIMENTO DE SOLDADURA WPS - Welding Procedure Specification Segundo o código: ASME IX <hr/> DEMec - Departamento de Engenharia Mecânica	REVISÕES: Data: Data:	Página:/.....						
	Título: Reservatório vertical Processo de soldadura: GMAW Tipo: Semi-Automático WPS Nº 1.(2,3,4)PQR Nº								
Características Eléctricas:									
Tipo de corrente: <input type="checkbox"/> AC <input checked="" type="checkbox"/> DC		Polaridade: <input checked="" type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> -							
Intensidade (gama): 60 - 200(Ampere)									
Dimensões e tipo do eléctrodo de Tungsténio:									
Tipo de transferência de metal (GMAW): Curto-circuito									
Velocidade do fio eléctrodo (gama): 3.2 - 13 m/min Outros:									
Técnicas operatórias:									
Passe: <input type="checkbox"/> Corrido <input type="checkbox"/> Balanceado		Dimensão do orifício do buse da tocha:							
Limpeza inicial e de entre passes (desengordurantes, escova, rebarbadora, picadora, etc):									
Retoma: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Método: Oscilação: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não							
Distância tubo de contacto/peça: (mm)		Eléctrodos: <input checked="" type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Múltiplos							
Velocidade de soldadura (gama):		Martelagem: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não							
Outros (gás, caudal, etc): Mistura Ar:CO ₂ (80/20) 15-18 l/min									
Passe(s)	Processo	Metal de adição		Corrente			Tensão (Volt)	Velocidade de soldadura	Outros
		Classe (AWS)	Ø	AC/DC	+/-	Ampere			
	GMAW	ER70S-6	0.8	DC	+	60 - 200	18 - 24	Manual	
Observações:				Testes:				Exec. por: Verif. por: Cliente: Inspeção:	

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	PROCEDIMENTO DE SOLDADURA WPS - Welding Procedure Specification Code: ASME IX <hr/> DEMec - Departamento de Engenharia Mecânica	REVISÕES: Data: Data:	Página:/.....
Título: Reservatório vertical			
Processo de soldadura: SAW Tipo: Automático WPS N° 5 PQR N°			
Preparação de juntas:			
Tipo de preparação: Cobrejunta: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Material da cobrejunta:			
Junta 1a / 1b / 5 / 6 	Junta 2 	Junta 10 	
Metal base: Especificação, tipo e grau: SA 516 Gr. 70 / SA 516 Gr. 70 P-n° ...1... Gr. n° ...2... / P-n° ...1... Gr. n° ...2... Gama de espessuras: Metal base: <input type="checkbox"/> Topo a topo <input type="checkbox"/> Canto Metal depositado: <input type="checkbox"/> Topo a topo <input type="checkbox"/> Canto Diâmetro dos tubos: Outros:		Metal de adição: F-n° A-n° 1 N° da especificação (SFA): A5.17 Classificação AWS: Classificação do fio/fluxo: F7A6 - EH12K Dimensões do material de adição: Marca do material de adição: Observações:	
Préaquecimento: Temperatura mínima de préaquecimento:(°C) Temperatura máxima de entre passes:(°C) Modo de aplicação do préaquecimento:		Tratamento térmico após soldadura: Intervalo de temperaturas:(°C) Tempo:(h) Velocidade de aquecimento:(°C/h) Velocidade de arrefecimento:(°C/h)	
Posição de soldadura:			
Topo a topo: <input type="checkbox"/> Canto: <input type="checkbox"/>		Progressão da soldadura: <input type="checkbox"/> Ascendente <input type="checkbox"/> Descendente	

Anexo B: Ficha técnica dos materiais de adição e fluxo

OK Autrod 12.51 GMAW
ER70S-6

Description

OK Autrod 12.51 is a copper-coated, Mn-Si-alloyed G3Si1/ER70S-6 solid wire for the GMAW of non-alloyed steels, as used in general construction, pressure vessel fabrication and shipbuilding. The wire has a carefully controlled wire chemistry and a unique surface technology providing superior weld-metal quality at high wire feed speeds and at high welding currents. The wire can be used with both Ar/CO₂ mixed gas and pure CO₂ shielding gas.

Welding current

DC(+)

Classifications

SFA/AWS A5.18	ER70S-6
EN 440	G3Si1

Wire composition

C	Si	Mn
0.1	0.9	1.5

Typical mech. properties all weld metal

Yield stress, MPa	470
Tensile strength, MPa	560
Elongation, %	26

Charpy V

Test temps, °C	Impact values, J
+20	130
-20	90
-30	70

Approvals

ABS	3SA, 3YSA	UDT	DIN 8559
BV	SA3YM	Ü	42.039/1
CL		VdTÜV	
DB	42.039.06		
DNV	III YMS		
DS	EN 440		
GL	3YS		
LR	3 3YS		
PRS	3YS		
RINA	SG 52 3		
RS	3YMS		
Sepros	UNA 485178		
SFS	EN 440		
SS	EN 440		

Welding parameters

Diameter, mm	Wire feed, m/min	Welding current, A	Arc voltage, V	Deposition rate kg weld metal/hour
0.6	5.5-13	30-100	15-20	0.7-1.7
0.8	3.2-13	60-200	18-24	0.8-3.0
0.9	3.0-12	70-250	18-26	0.9-3.6
1.0	2.7-15	80-300	18-32	1.0-5.6
1.2	2.5-15	120-380	18-34	1.3-8.0
1.4	2.3-12	150-420	22-36	1.6-8.7
1.6	2.3-12	225-550	28-38	2.1-11.4

OK Autrod 12.30 SAW S3

Description

OK Autrod 12.30 is a copper-coated, semi-killed, manganese-alloyed wire for the submerged arc welding of medium and high tensile strength structural steels.

It can be combined with the following fluxes: OK Flux 10.40, OK Flux 10.70, OK Flux 10.71, OK Flux 10.81 and OK Flux 10.83.

Classifications

EN 756 S3

Wire composition

C	Si	Mn
0.10	0.10	1.6

OK Autrod 12.32 SAW EH12K

Description

OK Autrod 12.32 is a manganese-alloyed, copper-coated wire for the submerged arc welding of medium and high strength structural steels. OK Autrod 12.32 should preferably be used together with non-alloying or slightly alloying fluxes, such as OK Flux 10.62, when high weld metal quality requirements must be met.

It can also be combined with OK Flux 10.40, OK Flux 10.61.

Classifications

SFA/AWS A5.17 EH12K
EN 756 S3Si

Wire composition

C	Si	Mn
0.12	0.3	1.7

OK Autrod 12.40 SAW EH14

Description

OK Autrod 12.40 is a copper-coated, manganese-alloyed, semi-killed wire for submerged arc and electroslag welding.

It can be combined with OK Flux 10.62 and OK Flux 10.50.

Classifications

SFA/AWS A5.17 EH14
EN 756 S4

Wire composition

C	Si	Mn
0.12	0.08	1.9

OK Flux 10.50

ESW

Type Basic

Description

A fused, non-alloying flux, specially designed for electroslag welding. As no alloying takes place from the flux, the required mechanical properties can be obtained using a suitable alloyed wire.

Density

≈1.5 kg/dm³

Basicity index

2.0

Flux consumption, kg flux/kg wire

Consumption flux: wire ≈1:20

Typical all weld metal composition, %

Wire	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
OK Autrod 12.20	0.10	0.15	1.2	-	-	-
OK Autrod 12.32	0.10	0.20	1.4	-	-	-
OK Autrod 12.40	0.10	0.20	1.6	-	-	-

Typical mech. properties all weld metal

Wire	Yield stress MPa	Tensile strength MPa	Charpy V °C	Charpy V J
OK Autrod 12.20	340	480	+20	50
OK Autrod 12.32	360	500	+20	50
OK Autrod 12.40	390	540	+20	50

Approvals

Wire	ABS	LR	DNV	BV	GL	RS	Ü	DB	VdTÜV
OK Autrod 12.20									x
OK Autrod 12.32									x
OK Autrod 12.40									x

Other approvals may be applicable. Please contact ESAB.