

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Engenharia Mecânica

Monografia de Especialização em Soldagem

Elaboração de uma EPS para fabricação de uma viga soldada conforme
a norma AWS D1.1/2010

Autor: Hebert Augusto Viera Ferreira
Junho/2016

Hebert Augusto Vieira Ferreira

Elaboração de uma EPS para fabricação de uma viga soldada conforme a norma AWS D1.1/2010

Monografia apresentada ao curso de pós-graduação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Soldagem.

Orientador: Alexandre Queiroz Bracarense

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2016

Hebert Augusto Vieira Ferreira

Elaboração de uma EPS para fabricação de uma viga soldada conforme
a norma AWS D1.1/2010

Monografia apresentada ao curso de pós-graduação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Soldagem.

Alexandre Queiroz Bracarense (Orientador) – UFMG

Ariel Rodriguez Arias – UFMG

Belo Horizonte, 15 de julho de 2016.

AGRADECIMENTOS

A Deus...

A minha família que me apoiou e soube lidar com minha ausência durante toda a jornada do curso

Aos colegas de curso pelos momentos de aprendizado constante e pela amizade solidificada, ao longo deste trabalho que, certamente, se eternizará.

Aos professores, que dentro de suas áreas, contribuíram para o meu desenvolvimento, a dedicação e empenho que demonstraram no decorrer de suas atividades.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para que este trabalho consiga atingir os objetivos propostos.

RESUMO

A qualificação de um procedimento de soldagem é de suma importância para as empresas que trabalham com fabricações e montagens industriais, a falha de um equipamento e ou de uma estrutura metálica, pode resultar em perdas de materiais, vida e outras. Neste trabalho foi elaborada uma especificação de um procedimento de soldagem para fabricação de uma viga soldada utilizando como referência a norma AWS D1.1/2010. Está viga faz parte da estrutura de um booster de água, de uma grande mineradora brasileira, baseado no projeto de fabricação da mesma foi realizado os levantamentos dos dados como por exemplo: espessuras, geometria da junta, material e outros, a partir de então foram realizadas consultas em diversas literaturas, principalmente na norma AWS. De posse de todas as informações foi elaborada a EPS constando todas as variáveis essenciais requeridas pela norma e boas práticas para que a solda realizada atenda os padrões de qualidade exigidos pelas normas e garanta que a solda apresente boa qualidade.

Palavras chaves: EPS, Soldagem, Norma, AWS, Viga

ABSTRACT

The qualification of a welding procedure is of paramount importance for companies working with fabrications and industrial assemblies, failure of equipment and or a metal structure may result in loss of materials, life and others. This work developed a specification of a welding procedure for the manufacture of a welded beam using as reference standard AWS D1.1 / 2010. This beam is part of the structure of a booster of water, a large Brazilian mining based on the manufacturing design of the same was carried out withdrawals of data such as for example thickness, the joint geometry, material and others from then were consultations in various literatures, especially in the AWS standard. Possession of all the information was drawn EPS since all the essential variables required by the standard and best practices so that the welding performed meets the quality standards required by the rules and ensure that the solder present good quality.

Key Words: WPS, Welding, Standard, AWS, Beam.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Soldagem com arame tubular.....	5
Figura 2 – Equipamento de soldagem.....	5
Figura 3 – Transferência Globular.....	6
Figura 4 – Transferência curto-circuito.....	7
Figura 5 – Transferência Aerossol.....	8
Figura 6 – Transferência arco pulsado.....	9
Figura 7 – Retirada de amostras do CP.....	26
Figura 8 – Tabulação posição de soldagem.....	28
Figura 9 – Posição da chapa.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pré-qualificação do MB.....	14
Tabela 2 – Variável essencial.....	16
Tabela 3 – Grupo de Materiais.....	19
Tabela 4 – Grupos Qualificados.....	19
Tabela 5 – Temperatura de pré-aquecimento.....	20
Tabela 6 – Composição química aço A36.....	21
Tabela 7 – Requisitos mecânicos A36.....	21
Tabela 8 – Composição química A572 Gr 50.....	22
Tabela 9 – Requisitos mecânicos A572 Gr 50.....	22
Tabela 10 – Compatibilidade de consumível.....	23
Tabela 11 – Composição química E71T1.....	23
Tabela 12 – Requisitos mecânicos E71T1.....	24
Tabela 13 – Usabilidade E7171.....	24
Tabela 14 – Espessura Qualificada.....	25
Tabela 15 – Posição de Soldagem.....	28

LISTA DE ABREVEATURAS E SÍMBOLOS

AWS – American Welding Society

FCAW – Flux-cored arc welding

END – Ensaio não destrutivo

EPS – Especificação do procedimento de soldagem

RQPS – Registro de qualificação de procedimento de soldagem

CP – Corpo de prova

EVS – Ensaio Visual de Solda

LP – Ensaio de Líquido penetrante

RAD – Radiografia

SUMÁRIO

1	Introdução	1
2	Objetivo.....	3
3	Revisão Bibliografia	4
3.1	Soldagem	4
3.2	Processo de soldagem FCAW	4
3.3	Modo de transferência.....	5
3.3.1	Modo de transferência globular.....	6
3.3.2	Modo de transferência curto-circuito.....	6
3.3.3	Modo de transferência aerossol.....	8
3.3.4	Modo de transferência arco pulsado.....	9
3.4	Metal de Base.....	10
3.5	Consumível de soldagem	10
3.6	EPS - Especificação do procedimento de soldagem	10
3.7	RQPS – Registro de qualificação do procedimento de soldagem	10
3.8	Qualificação de Soldador	10
3.9	Variável essencial.....	11
3.10	Soldabilidade.....	11
3.11	Temperatura de pré-aquecimento.....	11
3.12	Temperatura de interpasse.....	12
3.13	Ensaio Destrutivos	12
3.14	END – Ensaio não destrutivos	12
3.15	Inspeções	10
4	Desenvolvimento	13
4.1	Levantamento de dados	13
4.2	Processo de soldagem	14
4.3	Variáveis essenciais	14
4.4	Identificação do grupo de material	18
4.5	Soldabilidade	19
4.6	Temperatura de pré-aquecimento e interpasse	20
4.7	Consumível.....	21
4.8	Espessura Qualificada	24
4.9	Corpo de prova	25

4.9.1 Ensaios	25
4.9.2 Dimensões do CP	25
4.9.3 Quantidade de corpo de prova	26
4.10 Posição de Soldagem	26
4.10.1 Posição do CP.....	27
4.11 Elaboração e preenchimento do formulário da EPS	28
5 Conclusões.....	30
6 Anexos.....	31
7 Referência.....	33

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste na elaboração de uma EPS para fabricação de uma viga soldada conforme a norma AWS D1.1/2010, levando em consideração as variáveis essenciais pré-estabelecidas pela norma.

1.1 Justificativa

Para execução de solda com qualidade, o soldador precisa seguir parâmetros pré-definidos, estes, são relatados na EPS como por exemplo a tensão, a corrente, consumível de soldagem e todas as variáveis essenciais para que a solda seja realizada e suas propriedades mecânicas e químicas sejam parecidas com a os resultados pretendidos.

Para fabricação da Viga soldada é fundamental a elaboração de uma EPS, a viga é um elemento estrutural e as soldas destas devem ser executadas com qualidade, devido a sua importância. A Viga a ser fabricada neste trabalho, faz parte de um booster de água, onde são montados as bombas de água para abastecer uma mineração, a falha de uma viga, pode gerar acidentes materiais e até mesmo perda de vidas, portanto é fundamental que a fabricação da viga seja realizada utilizando uma EPS qualificada, garantindo assim que as soldas atendam as especificações projetadas.

Existem várias especificações e códigos que estabelecem regras para soldagem para as diversas aplicações, por exemplo:

- AWS D1.1, Structural Welding Code (Estruturas Soldadas de Aço Carbono e de Baixa liga),
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Vasos de Pressão),
- API STD 1104, Standard for Welding Pipelines and Related Facilities (Tubulações e dutos na área de petróleo), e
- Outros.

Para execução deste trabalho a norma adotada foi a AWS D1.1, porque a Viga é um elemento estrutural e a norma que abrange a fabricação de estruturas é a AWS. Para

fabricação de outros equipamentos, devem ser consultadas outras normas, uma vez, cada norma tem as suas particularidades.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo estudar e simular a elaboração de uma EPS para fabricação de uma viga soldada considerando a norma AWS D1.1/2010, levando-se em consideração:

- Metais de base (ASTM A-36 x ASTM-A572 Gr 50)
- Espessuras do metal de base
- Processo de soldagem (FCAW)
- Geometria da junta (Junta em V – Penetração total)

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Soldagem

Comumente, a soldagem é considerada como um método de união entre duas peças, porém, muitos processos de soldagem ou variações destes são usados para deposição de materiais sobre a superfície, visando à recuperação de peças, revestimentos, cortes ou para recobrimento de peças.

Algumas definições de soldagem são:

- Processo de junção de metais por fusão;
- Operação que visa obter a união de duas ou mais peças, assegurando, na junta soldada, a continuidade de propriedades físicas, químicas e metalúrgicas;
- Operação que visa obter a coalescência localizada produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem aplicação de pressão de metal de adição;
- Processo de união de materiais baseado no estabelecimento, na região de contato entre os materiais sendo unidos, de forças de ligação química de natureza similar às atuantes no interior dos próprios metais.

3.2 Processo de soldagem – FCAW – FLUX CORED ARC WELDING (Arame Tubular)

É um processo de soldagem a arco que produz a coalescência de metais pelo aquecimento destes com um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo metálico tubular, contínuo, consumível, e o metal de base. A proteção do arco é feita por um fluxo de soldagem contido dentro do eletrodo, que pode ou não ser suplementada por uma proteção gasosa adicional fornecida por uma fonte externa.

É um processo semelhante ao processo MIG/MAG, diferindo deste pelo fato de possuir um Arame no formato tubular, que possui no seu interior um fluxo composto por materiais inorgânicos e metálicos que possuem várias funções, entre as quais a melhoria das características do arco elétrico, a transferência do metal de solda a proteção do banho de fusão e em alguns casos a adição de elementos de liga, além de atuar como formador de escória.

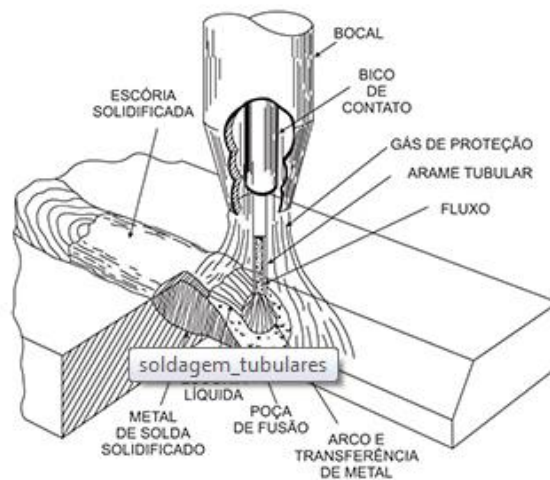


Figura 1 – Soldagem com arame tubular - Fonte: Apostila ESAB

Os equipamentos utilizados no processo de soldagem FCAW são:

- Fonte de energia (tensão constante),
- Fonte de gás de proteção
- Alimentador de arame
- Pistola

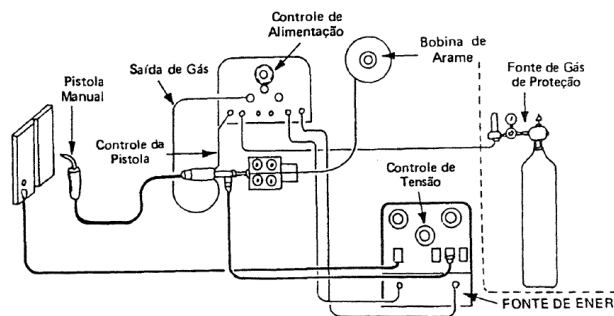


Figura 2 – Equipamentos de Soldagem - Fonte: Apostila FBTS

3.3 Modo de transferência

Na soldagem com arame tubular, a variação do gás de proteção, fonte de energia, tipo de arames tem efeitos significativos, que podem produzir basicamente três diferentes modos de transferências através do arco: aerossol, globular e curto circuito. A transferência globular e a aerossol requerem correntes relativamente altas, enquanto a transferência por curto-circuito usa normalmente correntes medias e baixas.

Os arames tubulares metálicos comportam-se de forma similar aos arames sólidos relativamente aos modos de transferências, os rufílicos apresentam, em função da corrente, os modos de transferências por aerossol e globular (pode ser chamado de “falso aerossol”) para baixas correntes, enquanto os arames básicos operam normalmente com transferência globular a corrente elevadas e curto-circuito para correntes baixas.

3.3.1 Modo de transferência globular

A transferência globular se caracteriza pela transferência de gotas com diâmetro maior que o diâmetro do eletrodo utilizado, a variação da corrente influencia, aumentando a corrente acima de 200 A, dependendo do diâmetro do arame, haverá uma transição para o modo de transferência globular, onde os curtos-circuitos não acontecem de uma forma regular.

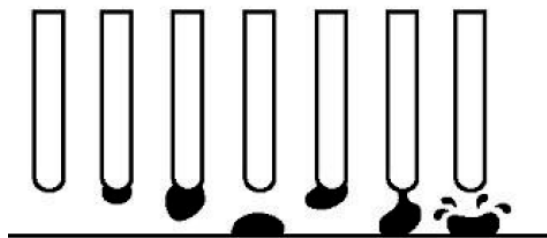


Figura 3 – Transferência globular -Fonte: Apostila ESAB

A variação da corrente influencia o diâmetro médio das gotas transferidas, o qual diminui à medida que a corrente aumenta, as gotas do metal em fusão ficam na ponta do eletrodo até atingirem o tamanho suficiente para serem lançadas na poça de fusão, no entanto, quando isso acontece, o arco apresenta pequena instabilidade e a força eletromagnética, conhecida como força do arco, provoca o lançamento da gota na direção contrária à da ação do arco, formando respingos. Para diminuir a formação de respingos, deve-se manter o arco o mais curto possível, de modo a parecer que a ponta do eletrodo está mergulhada na poça de fusão.

3.2.2 Modo de transferência curto circuito

Quando utilizamos fontes de tensão constante, o modo de transferência por curto-circuito ocorrerá apenas para correntes inferior a 200 A, embora esse valor

possa variar em função do diâmetro do arame e dos parâmetros escolhidos, neste modo de transferência, quando a gota de metal fundido entra em contato com o metal de base, a intensidade de corrente aumenta o suficiente para aquecer o eletrodo e assim permitir a transferência metálica, em seguida o ciclo recomeça, percebe-se, pois, que é preciso controlar a velocidade de aumento da corrente de curto-circuito para evitar a violenta separação da gota metálica e a conseqüentemente a dispersão da gota. Embora este modo de transferência ocasione a formação de respingos, a quantidade deles pode ser limitada pelo ajuste da fonte de energia e pela seleção adequada dos parâmetros de soldagem; deste modo, os curto-circuitos ocorrem suavemente e a ponta do eletrodo mergulha na cratera da poça de fusão apenas parcialmente.

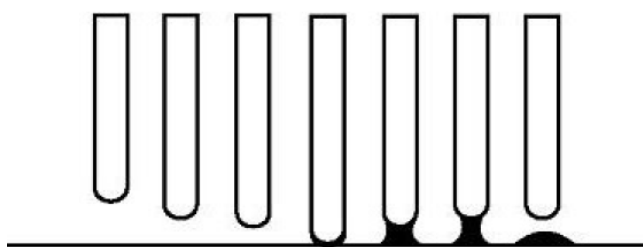


Figura 4 – Transferência por curto-circuito - Fonte: Apostila ESAB

Durante a transferência por curto-circuito surgem picos de intensidade de corrente que podem ser limitados pelo ajuste da fonte de energia, esse ajuste é feito por meio de regulagem da indutância, que controla a velocidade de aumento da corrente.

A alta indutância resulta em decréscimo do número de curtos-circuitos por segundo e em aumento do tempo de arco aberto, de modo a produzir um cordão de solda liso e mais plano, sem indutância, o efeito de estrição aparece rapidamente e a gota fundida sai violentamente da ponta do eletrodo, causando respingo.

O ajuste da indutância para produzir poucos respingos depende do material e do diâmetro do eletrodo utilizado; de modo geral, eletrodos de maiores diâmetros exigem altas correntes de curto-circuito e maior indutância. As fontes de soldagem disponíveis no mercado têm indutância fixa, com faixas pré-determinadas ou com ajuste contínuo. O modo de transferência por curto-circuito é caracterizado por um arco frio e por isso é ideal para chapas finas, passes de raiz em juntas com abertura e especialmente para a soldagem fora de posição em peças de pequena espessura. Esse modo de

transferência tem a vantagem de ser muito fácil de usar. No entanto, a falta de fusão lateral pode ser um problema quando se soldam peças mais espessas que 6,0 mm porque o aporte térmico é baixo. Por isso, uma boa técnica de soldagem é muito importante quando se soldam peças espessas, devendo ser dispensada uma atenção especial à técnica de soldagem do operador para garantir fusão adequada durante a soldagem fora de posição em peças mais espessas.

3.3.3 Modo de transferência aerossol

O modo de transferência por aerossol é estabelecido quando é mantido um comprimento constante do arco, de modo que gotas extremamente finas sejam projetadas através do arco em queda livre.

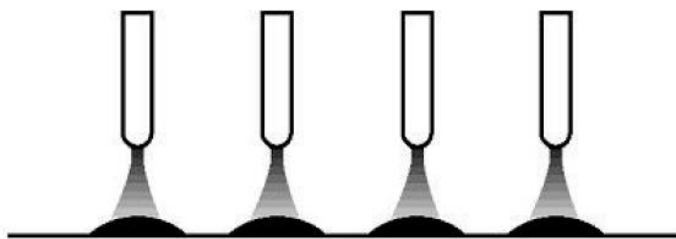


Figura 5 – Transferência por aerossol - Fonte: Apostila ESAB

Esse modo de transferência consiste em uma transferência axial de várias centenas de pequenas gotas de metal de solda por segundo. É necessário o argônio ou misturas de gases ricos em argônio para proteger o arco. O eletrodo positivo com corrente contínua (CC+) é quase sempre empregado e a corrente tem que estar acima de um valor crítico relacionado com o diâmetro do arame. A transferência do metal de solda é muito estável, direcional e essencialmente livre de respingos.

A aparência da solda é muito boa, sendo que aporte térmico e força do arco superiores asseguram excelente fusão lateral e penetração com uma reduzida incidência de defeitos. Esse modo é habitualmente empregado em situações onde são possíveis e desejáveis taxas de deposição máximas. Não há restrições relativamente ao uso de quaisquer arames tubulares com esse modo de transferência. A transferência por aerossol em arco pode ser subdividida em dois diferentes tipos. Quando o gás de proteção é o argônio ou uma mistura de argônio e oxigênio, as gotas no aerossol são muito finas e nunca causam curto-circuito do arco. Quando é usado

o dióxido de carbono (CO₂) ou uma mistura Ar + CO₂, tende a se formar um glóbulo fundido na extremidade do arame, que pode crescer em tamanho até que seu diâmetro seja maior que o diâmetro do arame. Essas gotas, maiores em tamanho, podem causar curtos-circuitos, sendo esse modo conhecido como modo de transferência por falso aerossol ou quase globular.

3.3.4 Modo de transferência por arco pulsado

Durante os intervalos entre os pulsos, uma corrente de fundo mantém o arco aberto, mas nesta etapa não ocorre transferência de metal. Dessa forma, a transferência de metal ocorre a altas correntes, mas a corrente média permanece baixa e por isso o aporte de calor e a deposição são mais facilmente controlados do que na transferência por curto- circuito.

A soldagem por arco pulsado é um modo de transferência por aerossol que permite a projeção de gotas através do arco a uma frequência regular. A frequência pode ser variada na fonte de soldagem para adequá-la a uma aplicação, tipo e diâmetro de arame particular. Em equipamentos mais sofisticados, podem ser ajustados os valores máximo e mínimo da corrente e a duração do ciclo.

Não há vantagem no uso de arames tubulares rúflicos com MIG pulsado, mas esse processo permite o emprego de arames tubulares OK metálicos com diâmetros maiores a correntes mais baixas que no caso de equipamentos convencionais. Os maiores benefícios são encontrados na aplicação de arames sólidos e, particularmente, em aços inoxidáveis e alumínio

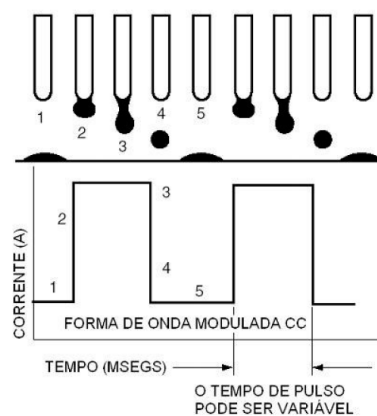


Figura 6 – Transferência arco pulsado - Fonte: Apostila ESAB

3.4 Metal de base

Metal ou liga a ser soldada, brasado ou cortado, sempre que possível procura-se escolher, para uma dada aplicação, o metal base mais “fácil de soldar” (de melhor soldabilidade) que seja adequado para a aplicação.

Para construção metálica existem uma diversidade de materiais, por exemplo tais como: chapas, perfis, tubos e outros.

3.5 Consumíveis de Soldagem

Material empregado na deposição ou proteção da solda, tais como eletrodo revestido, vareta, arames, anel consumível, gás, fluxo, entre outros.

3.6 EPS – Especificação do Procedimento de Soldagem

A Especificação de Procedimento de Soldagem (EPS) é um documento preparado para fornecer aos soldadores e operadores de soldagem as diretrizes para a produção de soldas. Contendo detalhadamente todos os parâmetros e condições da operação de soldagem.

3.7 RQPS – Registro da Qualificação do Procedimento de Soldagem

A qualificação do procedimento de soldagem é feita observando todos os parâmetros e condições estabelecidas na EPS, seguida de ensaios e exame da chapa ou tubo de teste. Os parâmetros principais da operação de soldagem e os resultados dos ensaios e exames são registrados

3.8 Qualificação de Soldadores

Uma vez que o processo de soldagem for aprovado, é necessário demonstrar que todos os soldadores tenham o conhecimento necessário e habilidade para depositar uma solda com qualidade, caso o soldador tenha completado satisfatoriamente o teste do procedimento, então ele é automaticamente aprovado, cada soldador adicional deve ser aprovado em ensaios de acordo com regras do código/norma utilizado, neste trabalho será utilizado o código ASME Seção IX é feito da seguinte forma:

- Qualificar um corpo de prova de procedimento de soldagem. O ensaio deve simular as condições de produção inclusive com a posição de soldagem de

produção pois a ação da gravidade impõe na operação de soldagem uma série de restrições, por isso devem ser testadas previamente.

- Para qualificação de um soldador em todas as posições de soldagem por exemplo, deve-se soldar um tubo inclinado a 45 graus (referida como a posição 6G) que o aprova em todas as posições, exceto para a soldagem vertical descendente.
- Fazer a deposição solda de acordo com a EPS qualificada, para assegurar que a solda atinja os padrões de qualidade exigidos.
- Para uma soldagem de topo é exigido um exame visual seguido por ensaios de radiografia ou dobramento.
- Uma vez que o teste é concluído preencher os formulários necessários devem ser preenchidos por pessoal habilitado e assinado pelo inspetor autorizado.
- Note que quaisquer alterações fora das faixas indicadas exigem um novo procedimento de soldagem (EPS) e isto também aplica-se para a aprovação de soldadores. Os código de referência são bem conservadores e ao longo dos anos sofrem pequenas alterações porém deve-se sempre consultar e revisar a documentação a cada nova revisão da norma utilizada.

3.9 Soldabilidade

É a capacidade de um material ser unido/revestido/recuperado (fabricado), empregando um determinado processo de soldagem, obtendo uma estrutura final que irá desenvolver satisfatoriamente as condições desejadas em projeto (relação adequada entre defeitos x solicitações em serviço x alterações das propriedades).

3.10 Variável essencial

São variáveis que afetam significativamente as propriedades mecânicas da junta soldada. Estas variáveis não devem ser alteradas e quando possuírem faixas de qualificação, estas não devem ser ultrapassadas.

3.11 Temperatura de pré-aquecimento

O pré-aquecimento pode ser definido como a aplicação de calor ao metal de base ou substrato antes de soldar, esse, diminui a velocidade de resfriamento da solda e impede, desse modo, a trinca a frio nas soldas.

3.12 Temperatura interpasse

Temperatura mínima ou máxima do metal de solda antes do passe seguinte.

3.13 Ensaaios não destrutivos

Ensaaios Não Destrutivos (END) são técnicas utilizadas na inspeção de materiais e equipamentos sem danificá-los, sendo executadas nas etapas de fabricação, construção, montagem e manutenção.

3.15 Ensaaios não destrutivos

Ensaaios destrutivos são aqueles que deixam algum sinal na peça ou corpo de prova submetido ao ensaio, mesmo que estes não fiquem inutilizados.

3.16 Inspeções

É um processo que busca identificar se uma peça, amostra ou lote atende as especificações técnicas, sendo que seu resultado pode levar a reprovação.

4 DESENVOLVIMENTO

Para a realização deste trabalho foi utilizado o método de pesquisa exploratória, foi feito um levantamento bibliográfico utilizando normas técnicas, apostilas e literaturas voltadas para área de Soldagem entre outros. Além das pesquisas realizadas, foram elaborados dois croquis, sendo um para emenda de uma chapa com espessura de 38,10mm fabricada em aço ASTM-A36 e o outro a fabricação de uma coluna usando chapa de aço ASTM-A36 e perfis em aço ASTM-A572 Gr 50 soldados entre si, utilizando a norma AWS D1.1/2010.

A norma AWS D1.1 estabelece requisitos referentes a projeto, fabricação e inspeção de estruturas de aço, ela é dividida em 8 sessões sendo:

- Seção 1: Requisitos Gerais
- Seção 2: Projetos de união soldada
- Seção 3: EPS's pré-qualificadas
- Seção 4: Qualificação de EPS e Soldadores
- Seção 5: Fabricação
- Seção 6: Inspeção
- Seção 7: Soldagem de Pinos
- Seção 8: Reparos em estruturas existentes

A elaboração da EPS consiste em várias etapas, a melhor maneira para elaborar uma EPS é fazer o levantamento dos dados, consultar a norma, é necessário analisar cada item, uma vez que o resultado final é um conjunto de informações retiradas de vários itens da norma, e então montar a EPS:

4.1 Levantamento de dados

- Metal de base: Chapa de aço ASTM-A36 e Perfis de aço ASTM-A572 Gr 50;
- Espessuras: Mínima de 5,8mm e Máxima: de 16mm
- Tipo de juntas: Em ângulo e Meio V (Penetração total)
- Soldagem conforme norma AWS
- Não possui tratamento térmico
- Fabricação será realizada em um galpão fechado
- Estrutura estática

4.2 Processo de soldagem

Para este trabalho adotamos o processo de soldagem FCAW, se comparado aos processos de eletrodos, revestidos, MIG/MAG e TIG, ele apresenta vantagens devido à alta taxa de deposição, grande rendimento que resulta em boa produtividade e qualidade da solda além de apresentar um ótimo acabamento do cordão de solda. Deve ser verificado na norma se o processo escolhido é contemplado pela mesma.

Steel Specification	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements		
	Minimum Yield Point/Strength	Tensile Range		Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification	
	ksi	MPa	ksi	MPa			
ASTM A 36	>34 in [20 mm]	36	250	58-80	400-550		
ASTM A 131	Grades AH32, DH32, EH32	46	315	64-85	440-500		
ASTM A 441	Grades AH36, DH36, EH36	51	355	71-90	490-620		
ASTM A 516	Grade 65	35	240	65-85	450-585	SMAW	A5.1 E7015, E7016, E7018, E7028
ASTM A 529	Grade 70	38	260	70-90	485-620	A5.5 ^a	E7015-X, E7016-X, E7018-X
ASTM A 537	Grade 50	50	345	70-100	485-690		
ASTM A 537	Grade 55	55	380	70-100	485-690		
ASTM A 537	Class I	45-50	310-345	65-90	450-620	SAW	A5.17 F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
ASTM A 537	Grade 42	42	290	60 min.	415 min.		
ASTM A 537	Grade 50	50	345	65 min.	450 min.		
ASTM A 537	Grade 55	55	380	70 min.	485 min.	A5.23 ^c	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
ASTM A 588 ^b	(4 in [100 mm] and under)	50	345	70 min.	485 min.		
ASTM A 595	Grade A	55	380	65 min.	450 min.		
ASTM A 606 ^b	Grades B and C	60	410	70 min.	480 min.		
ASTM A 618	Grades B, II, III	45-50	310-340	65 min.	450 min.	GMAW	A5.18 ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix shall be excluded)
ASTM A 633	Grade A	42	290	63-83	430-570		
ASTM A 633	Grades C, D	50	345	70-90	485-620	A5.28 ^e	ER70S-XXX, E70C-XXX
ASTM A 709	(2-1/2 in [65 mm] and under)	36	250	58-80	400-550		
ASTM A 709	Grade 30 (>3/4 in [20 mm])	50	345	65 min.	450 min.		
ASTM A 709	Grade 50W2	50	345	70 min.	485 min.		
ASTM A 709	Grade 50S	50-65	345-450	65 min.	450 min.	FCAW	A5.20 E7XT-X, E7XT-XC, E7XT-XM (Electrodes with the -2C, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -11 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in [12 mm])
ASTM A 709	Grade HPS 50W2	50	345	70 min.	485 min.		
ASTM A 710	Grade A, Class 2 > 2 in [50 mm]	50-55	345-380	60-65	415-450		
ASTM A 808	(2-1/2 in [65 mm] and under)	42	290	60 min.	415 min.		
ASTM A 913	Grade 50	50	345	65 min.	450 min.		
ASTM A 992	Grade 55	50-65	345-450	65 min.	450 min.		
ASTM A 1008 HSLAS	Grade 45 Class 1	45	310	60 min.	410 min.		
ASTM A 1008 HSLAS	Grade 45 Class 2	45	310	55 min.	380 min.		
ASTM A 1008 HSLAS	Grade 50 Class 1	50	340	65 min.	450 min.		
ASTM A 1008 HSLAS	Grade 50 Class 2	50	340	60 min.	410 min.		
ASTM A 1008 HSLAS	Grade 55 Class 1	55	380	70 min.	480 min.		
ASTM A 1008 HSLAS	Grade 55 Class 2	55	380	65 min.	450 min.		

Tabela 1 – Pré-qualificação Metal de base - Fonte AWS D1.1/2010

4.3 Variáveis essenciais

As variáveis essenciais são aquelas que se alteradas, deve – se elaborar um novo procedimento de soldagem, é fundamental listar todas as variáveis essenciais e analisa-las para não cometer falhas, uma vez, que qualquer alteração implicará na elaboração de um novo formulário.

Itemização: AWS D1.1 – 2010 – Seção 4 – parte B – item 4.8 – Tabelas 4.5

- Acréscimo na resistência do metal de adição,
- Alteração de uma classificação de eletrodo ou eletrodo-fluxo para outra classificação de eletrodo ou eletrodo-fluxo,
- Alteração para uma classificação de eletrodo ou eletrodo-fluxo não abordada na A5.20 ou A5.29 da AWS,
- Modificação no diâmetro do metal de adição,
- Mudança no número de eletrodos,
- Mudança na amperagem inferior ou superior a 10%,
- Mudança do tipo de corrente e polaridade

- Mudança na voltagem inferior ou superior a 7%,
- Mudança na velocidade de alimentação maior que 10%,
- Mudança na velocidade de deslocamento inferior ou superior a 25%
- Mudança do gás de proteção
- Uma mudança na taxa de fluxo total de gás por
- Mudança do gás de proteção não abordado na A5.20 ou A5.29 da AWS,
- Mudança na posição de soldagem não qualificada na tabela 4.1 da AWS,
- Mudança no diâmetro ou espessura do metal de base não qualificados na tabela 4.2 da AWS,
- Mudança do metal de base, ou combinação não listada na tabela 4.8 da AWS.
- Mudança da progressão de soldagem.
- Uma modificação no tipo de chanfro (por exemplo: Chanfro em V para duplo v), exceto qualificação de qualquer solda em chanfro de penetração total que qualifica para qualquer detalhe de chanfro em conformidade com os requisitos de 3.12 ou 3.13 da AWS D1.1,
- A alteração de um tipo de chanfro para um chanfro quadrado, ou vice-versa,
- Uma alteração que exceda as tolerâncias relatadas nos itens 3.12, 3.13, 3.13.2, 5.22.4.1, ou 5.22.4.2 envolvendo:
 - a) Um decréscimo no ângulo de chanfro
 - b) Um decréscimo na abertura de raiz
 - c) Um acréscimo na face da raiz
- A omissão ou não inclusão de um baking
- Decréscimo na temperatura de pré-aquecimento menor que maior que 15°,
- Adição ou exclusão do tratamento térmico.

Table 4.5
PQR Essential Variable Changes Requiring WPS Requalification for
SMAW, SAW, GMAW, FCAW, and GTAW (see 4.8.1)

Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification	Process				
	SMAW	SAW	GMAW	FCAW	GTAW
Filler Metal					
1) Increase in filler metal classification strength	X		X	X	
2) Change from low-hydrogen to nonlow-hydrogen SMAW electrode	X				
3) Change from one electrode or flux-electrode classification to any other electrode or flux-electrode classification ²		X		X	X
4) Change to an electrode or flux-electrode classification ² not covered in:	AWS A5.1 or A5.5	AWS A5.17 or A5.23	AWS A5.18 or A5.28	AWS A5.20 or A5.29	AWS A5.18 or A5.28
5) Addition or deletion of filler metal					X
6) Change from cold wire feed to hot wire feed or vice versa					X
7) Addition or deletion of supplemental powdered or granular filler metal or cut wire		X			
8) Increase in the amount of supplemental powdered or granular filler metal or wire		X			
9) If the alloy content of the weld metal is largely dependent on supplemental powdered filler metal, any WPS change that results in a weld deposit with the important alloying elements not meeting the WPS chemical composition requirements		X			
10) Change in nominal filler metal diameter by:	> 1/32 in [0.8 mm] increase	Any increase ^b	Any increase or decrease	Any increase	> 1/16 in [1.6 mm] increase or decrease
11) Change in number of electrodes		X	X	X	X
Process Parameters					
12) A change in the amperage for each diameter used by:	To a value not recommended by manufacturer	> 10% increase or decrease	> 10% increase or decrease	> 10% increase or decrease	> 25% increase or decrease
13) A change in type of current (ac or dc) or polarity (electrode positive or negative for dc current)	X	X	X	X	X
14) A change in the mode of transfer			X		
15) A change from CV to CC output			X	X	
16) A change in the voltage for each diameter used by:		> 7% increase or decrease	> 7% increase or decrease	> 7% increase or decrease	
17) An increase or decrease in the wire feed speed for each electrode diameter (if not amperage controlled) by:		> 10%	> 10%	> 10%	

(Continued)

Tabela 2 – Variável essencial - Fonte: AWS D1.1/2010

Table 4.5 (Continued)
PQR Essential Variable Changes Requiring WPS Requalification for
SMAW, SAW, GMAW, FCAW, and GTAW (see 4.8.1)

Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification	Process				
	SMAW	SAW	GMAW	FCAW	GTAW
Process Parameters (Cont'd)					
18) A change in the travel speed ^c by:		> 15% increase or decrease	> 25% increase or decrease	> 25% increase or decrease	> 50% increase or decrease
Shielding Gas					
19) A change in shielding gas from a single gas to any other single gas or mixture of gas, or in the specified nominal percentage composition of a gas mixture, or to no gas			X	X	X
20) A change in total gas flow rate by:			Increase > 50% Decrease > 20%	Increase > 50% Decrease > 20%	Increase > 50% Decrease > 20%
21) A change to a shielding gas not covered in:			AWS A5.18 or A5.28	AWS A5.20 or A5.29	
SAW Parameters					
22) A change of > 10%, or 1/8 in [3 mm], whichever is greater, in the longitudinal spacing of the arcs		X			
23) A change of > 10%, or 1/8 in [3 mm], whichever is greater, in the lateral spacing of the arcs		X			
24) An increase or decrease of more than 10° in the angular orientation of any parallel electrode		X			
25) For mechanized or automatic SAW; an increase or decrease of more than 3° in the angle of the electrode		X			
26) For mechanized or automatic SAW, an increase or decrease of more than 5° normal to the direction of travel		X			
General					
27) A change in position not qualified by Table 4.1	X	X	X	X	X
28) A change in diameter, or thickness, or both, not qualified by Table 4.2	X	X	X	X	X
29) A change in base metal or combination of base metals not listed on the PQR or qualified by Table 4.8	X	X	X	X	X
30) Vertical Welding: For any pass from uphill to downhill or vice versa	X		X	X	X

(Continued)

Tabela 2 – continuação - Fonte: AWS D1.1/2010

Table 4.5 (Continued)
PQR Essential Variable Changes Requiring WPS Requalification for SMAW, SAW, GMAW, FCAW, and GTAW (see 4.8.1)

Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification	Process				
	SMAW	SAW	GMAW	FCAW	GTAW
General (Cont'd)					
31) A change in groove type (e.g., single-V to double-V), except qualification of any CJP groove weld qualifies for any groove detail conforming with the requirements of 3.12 or 3.13	X	X	X	X	X
32) A change in the type of groove to a square groove and vice versa	X	X	X	X	X
33) A change exceeding the tolerances of 3.12, 3.13, 3.13.5, 5.22.4.1, or 5.22.4.2 involving: a) A decrease in the groove angle b) A decrease in the root opening c) An increase in the root face	X	X	X	X	X
34) The omission, but not inclusion, of backing or backgouging	X	X	X	X	X
35) Decrease from preheat temperature ^d by:	> 25°F [15°C]	> 25°F [15°C]	> 25°F [15°C]	> 25°F [15°C]	> 100°F [55°C]
36) Decrease from interpass temperature ^d by:	> 25°F [15°C]	> 25°F [15°C]	> 25°F [15°C]	> 25°F [15°C]	> 100°F [55°C]
37) Addition or deletion of PWHT	X	X	X	X	X

^a The filler metal strength may be decreased without WPS requalification.

^b For WPSs using alloy flux, any increase or decrease in the electrode diameter shall require WPS requalification.

^c Travel speed ranges for all sizes of fillet welds may be determined by the largest single pass fillet weld and the smallest multiple-pass fillet weld qualification tests.

^d The production welding preheat or interpass temperature may be less than the PQR preheat or interpass temperature provided that the provisions of 5.6 are met, and the base metal temperature shall not be less than the WPS temperature at the time of subsequent welding.

^e AWS A5M (SI Units) electrodes of the same classification may be used in lieu of the AWS A5 (U.S. Customary Units) electrode classification.

Note: An "x" indicates applicability for the process; a shaded block indicates nonapplicability.

Tabela 2 – continuação - Fonte: AWS D1.1/2010

4.4 Identificação do grupo dos aços

A Norma AWS divide os materiais em grupo, o primeiro deve ser verificado qual grupo cada material se enquadra, na tabela 3.1 da norma AWS D1.1/2010 indica o grupo de cada metal de base.

Itemização: AWS D1.1 – 2010 – Seção 4 – parte B – item 4.8 – Sub item 4.8.3 – tabela 3.1.

Table 3.1 (Continued)
Prequalified Base Metal—Filler Metal Combinations for Matching Strength (see 3.3)

Group	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements				
	Steel Specification	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification	
		ksi	MPa	ksi	MPa				
I	ASTM A 36	(>3/4 in [20 mm])	36	250	58–80	400–550			
	ASTM A 131	Grades AH32, DH32, EH32	46	315	64–85	440–590			
		Grades AH36, DH36, EH36	51	355	71–90	490–620			
	ASTM A 441		40–50	275–345	60–70	415–485			
	ASTM A 516	Grade 65	35	240	65–85	450–585	SMAW	A5.1	E7015, E7016, E7018, E7028
		Grade 70	38	260	70–90	485–620			
	ASTM A 529	Grade 50	50	345	70–100	485–690		A5.5 ^c	E7015-X, E7016-X, E7018-X
		Grade 55	55	380	70–100	485–690			
	ASTM A 537	Class 1	45–50	310–345	65–90	450–620			
	ASTM A 572	Grade 42	42	290	60 min. 415 min.		SAW	A5.17	F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
		Grade 50	50	345	65 min. 450 min.				
		Grade 55	55	380	70 min. 485 min.				
	ASTM A 588 ^b	(4 in [100 mm] and under)	50	345	70 min. 485 min.				
	ASTM A 595	Grade A	55	380	65 min. 450 min.			A5.23 ^c	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
		Grades B and C	60	410	70 min. 480 min.				
ASTM A 606 ^b		45–50	310–340	65 min. 450 min.		GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix shall be excluded)	
ASTM A 618	Grades Ib, II, III	46–50	315–345	65 min. 450 min.					
II	ASTM A 633	Grade A	42	290	63–83	430–570			
		Grades C, D (2-1/2 in [65 mm] and under)	50	345	70–90	485–620			
	ASTM A 709	Grade 36 (>3/4 in [20 mm])	36	250	58–80	400–550			

Tabela 3 - Grupo de materiais - Fonte: AWS D1.1/2010

Analisando a tabela foi possível observar que os aços ASTM-A36 e o ASTM-A572 Gr 50 fazem parte do mesmo grupo.

ASTM-A36: Grupo II

ASTM-A572 Gr 50: Grupo II

4.5 Verificar se os aços podem ser soldados

Identificado o grupo que eles se enquadram, deve ser verificado se eles podem ser soldados.

Itemização: AWS D1.1 – 2010 – Seção 4 – parte B – item 4.8 – Sub item 4.8.3 – tabela 4.8.

Table 4.8
Table 3.1, Table 4.9, and Unlisted Steels Qualified by PQR (see 4.8.3)

PQR Base Metal	WPS Base Metal Group Combinations Allowed by PQR
Any Group I Steel to Any Group I Steel	Any Group I Steel to Any Group I Steel
Any Group II Steel to Any Group II Steel	Any Group I Steel to Any Group I Steel Any Group II Steel to Any Group I Steel Any Group II Steel to Any Group II Steel
Any Specific Group III or Table 4.9 Steel to Any Group I Steel	The Specific PQR Group III or Table 4.9 Steel Tested to Any Group I Steel
Any Specific Group III or Table 4.9 Steel to Any Group II Steel	The Specific PQR Group III or Table 4.9 Steel Tested to Any Group I or Group II Steel
Any Group III Steel to the Same or Any Other Group III Steel	
or	
Any Group IV Steel to the Same or Any Other Group IV Steel	Steels shall be of the same material specification, grade/type and minimum yield strength as the Steels listed in the PQR
or	
Any Table 4.9 Steel to the Same or Any Other Table 4.9 Steel	
Any Combination of Group III, IV, and Table 4.9 Steels	Only the Specific Combination of Steels listed in the PQR
Any Unlisted Steel to Any Unlisted Steel or Any Steel Listed in Table 3.1 or Table 4.9	Only the Specific Combination of Steels listed in the PQR

Tabela 4 – Grupos qualificados - Fonte: AWS D1.1/2010

Identificado na tabela que os aços do grupo II podem ser com qualquer aço do grupo I e qualquer aço do grupo II.

4.6 Temperaturas de pré-aquecimento e interpasse

A temperatura mínima de pré-aquecimento e interpasse deve ser estabelecida com base na composição química do aço mostrado na tabela 3.1 da norma AWS,

Itemização: AWS D1.1 – 2010 – Seção 4 – parte B – Item 4.8 – sub item 4.8.4 – tabela 3.2

CLAUSE 3. PREQUALIFICATION OF WPSs

AWS D1.1/D1.1M:2010

Table 3.2
Prequalified Minimum Preheat and Interpass Temperature (see 3.5)

C a t e g o r y	Steel Specification	Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature			
			in	mm	°F	°C		
A	ASTM A 36 ASTM A 53 Grade B ASTM A 106 Grade B ASTM A 131 Grades A, B, CS, D, DS, E ASTM A 139 Grade B ASTM A 381 Grade Y35 ASTM A 500 Grade A Grade B Grade C	SMAW with other than low-hydrogen electrodes	1/8 to 3/4 incl.	3 to 20 incl.	32*	0*		
	ASTM A 501 ASTM A 516 ASTM A 524 Grades I & II ASTM A 573 Grade 65 ASTM A 709 Grade 36 ASTM A 1008 SS Grade 30 Grade 33 Type 1 Grade 40 Type 1		Over 3/4 thru 1-1/2 incl.	Over 20 thru 38 incl.	150	65		
	ASTM A 1011 SS Grade 30 Grade 33 Grade 36 Type 1 Grade 40 Grade 45 Grade 50 Grade 55		Over 1-1/2 thru 2-1/2 incl.	Over 38 thru 65 incl.	225	110		
	API 5L Grade B Grade X42		Over 2-1/2	Over 65	300	150		
	ABS Grades A, B, D, CS, DS Grade E							
	B		ASTM A 36 ASTM A 53 Grade B ASTM A 106 Grade B ASTM A 131 Grades A, B, CS, D, DS, E AH 32 & 36 DH 32 & 36 EH 32 & 36	SMAW with low-hydrogen electrodes, SAW, GMAW, FCAW	1/8 to 3/4 incl.	3 to 20 incl.	32*	0*
			ASTM A 139 Grade B ASTM A 381 Grade Y35		Over 3/4 thru 1-1/2 incl.	Over 20 thru 38 incl.	50	10
			ASTM A 500 Grade A Grade B Grade C		Over 1-1/2 thru 2-1/2 incl.	Over 38 thru 65 incl.	150	65
			ASTM A 501 ASTM A 516 Grades 55 & 60 65 & 70		Over 2-1/2	Over 65	225	110
			ASTM A 524 Grades I & II ASTM A 529 Grades 50 & 55 ASTM A 537 Classes 1 & 2 ASTM A 572 Grades 42, 50, 55					

(Continued)

Tabela 5– Temperatura pré-aquecimento- Fonte: AWS D1.1/2010

Após verificação foi observado que para espessuras de 25 a 38mm o pré-aquecimento deve ser no mínimo 10° C.

4.7 Escolha do consumível de soldagem

Devem ser verificadas as composições químicas e as propriedades mecânicas do metal de base.

Composição química e as propriedades mecânicas do aço ASTM-A36

TABLE 2
CHEMICAL REQUIREMENTS

Product	Shapes ^a	Plates ^b					Bars			
		To 3/4 [20], Incl.	Over 3/4 to 1 1/2 [20 to 40], Incl.	Over 1 1/2 to 2 1/2 [40 to 65], Incl.	Over 2 1/2 to 4 [65 to 100], Incl.	Over 4 [100]	To 3/4 [20], Incl.	Over 3/4 to 1 1/2 [20 to 40], Incl.	Over 1 1/2 to 4 [40 to 100], Incl.	Over 4 [100]
Thickness, in. [mm]	All									
Carbon, max., %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	0.80-1.20	0.80-1.20	0.85-1.20	0.85-1.20	...	0.60-0.90	0.60-0.90	0.60-0.90
Phosphorus, max., %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max., %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max.	0.40 max.	0.40 max.	0.15-0.40	0.15-0.40	0.15-0.40	0.40 max.	0.40 max.	0.40 max.	0.40 max.
Copper, min., % when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

NOTE 1 — Where “...” appears in this table, there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

^a Manganese content of 0.85-1.35% and silicon content of 0.15-0.40% is required for shapes over 426 lb/ft [634 kg/m].

^b For each reduction of 0.01% point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06% point manganese above the specified maximum will be permitted, up to the maximum of 1.35%.

Tabela 6— Composição química - Fonte: Norma ASTM-A36

TABLE 3
TENSILE REQUIREMENTS^a

Plates, Shapes, ^b and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58-80 [400-550]
Yield point, min., ksi [MPa]	36 [250] ^c
Plates and Bars ^{d,e} :	
Elongation in 8 in. [200 mm], min., %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min., %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min., %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min., %	21 ^b

^a See the Orientation subsection in the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

^b For wide flange shapes over 426 lb/ft [634 kg/m], the 80 ksi [550 MPa] maximum tensile strength does not apply and a minimum elongation in 2 in. [50 mm] of 19% applies.

^c Yield point 32 ksi [220 MPa] for plates over 8 in. [200 mm] in thickness.

^d Elongation not required to be determined for floor plate.

^e For plates wider than 24 in. [600 mm], the elongation requirement is reduced 2% points. See Elongation Requirement Adjustments subsection under the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

Tabela 7 - Fonte: Norma ASTM-A36 Tabela 3

Composição química e as propriedades mecânicas do aço ASTM-A572 Gr 50

TABLE 2
CHEMICAL REQUIREMENTS^A
(Heat Analysis)

Diameter, Thickness, or Distance Between Parallel Faces, in. [mm] Plates and Bars	Structural Shapes Flange or Leg Thickness in. [mm]	Grade	Carbon, max, %	Manganese, ^B max, %	Phosphorus, max, %	Sulfur, max, %	Silicon	
							Plates to 1½ in. [40 mm] Thick, Shapes with Flange or Leg Thickness to 3 in. [75 mm] Inclusive, Sheet Piling, Bars, Zees, and Rolled Tees ^C , max, %	Plates Over 1½ in. [40 mm] Thick and Shapes with Flange Thickness Over 3 in. [75 mm], range, %
6 [150]	all	42 [290]	0.21	1.35 ^D	0.04	0.05	0.40	0.15–0.40
4 [100] ^E	all	50 [345]	0.23	1.35 ^D	0.04	0.05	0.40	0.15–0.40
2 [50] ^F	all	55 [380]	0.25	1.35 ^D	0.04	0.05	0.40	0.15–0.40
1¼ [32] ^F	≤2 [50]	60 [415]	0.26	1.35 ^D	0.04	0.05	0.40	^G
>½ – 1¼ [13–32]	>1–2 [25–50]	65 [450]	0.23	1.65	0.04	0.05	0.40	^G
≤½ [13] ^H	≤1 ^H	65 [450]	0.26	1.35	0.04	0.05	0.40	^G

^A Copper when specified shall have a minimum content of 0.20% by heat analysis (0.18% by product analysis).

^B Manganese, minimum, by heat analysis of 0.80% (0.75% by product analysis) shall be required for all plates over ¾ in. [10 mm] in thickness; a minimum of 0.50% (0.45% by product analysis) shall be required for plates ¾ in. [10 mm] and less in thickness, and for all other products. The manganese to carbon ratio shall not be less than 2 to 1.

^C Bars over 1½ in. [40 mm] in diameter, thickness, or distance between parallel faces shall be made by a killed steel practice.

^D For each reduction of 0.01 percentage point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 percentage point manganese above the specified maximum is permitted, up to a maximum of 1.60%.

^E Round bars up to and including 1 in. [275 mm] in diameter are permitted.

^F Round bars up to and including 3½ in. [90 mm] in diameter are permitted.

^G The size and grade is not described in this specification.

^H An alternative chemical requirement with a maximum carbon of 0.21% and a maximum manganese of 1.65% is permitted, with the balance of the elements as shown in Table 2.

Tabela 8 – Composição química - Fonte: Norma ASTM-A572 Gr 50

TABLE 3
ALLOY CONTENT

Type ^A	Elements	Heat Analysis, %
1	Columbium ^B	0.005–0.05 ^C
2	Vanadium	0.01–0.15
3	Columbium ^B	0.005–0.05 ^C
	Vanadium	0.01–0.15
	Columbium plus vanadium	0.02–0.15 ^D
5	Titanium	0.006–0.04
	Nitrogen	0.003–0.015
	Vanadium	0.06 max

^A Alloy content shall be in accordance with Type 1, 2, 3, or 5 and the contents of the applicable elements shall be reported on the test report.

^B Columbium shall be restricted to the following thicknesses and sizes unless killed steel is furnished. Killed steel shall be confirmed by a statement of killed steel on the test report, or by a report on the presence of a sufficient quantity of a strong deoxidizing element, such as silicon at 0.10% or higher, or aluminum at 0.015% or higher. See table below.

^C Product analysis limits = 0.004 to 0.06%.

^D Product analysis limits = 0.01 to 0.16%.

Grades	Maximum Plate, Bar, Sheet Piling, Zees, and Rolled Tee Thicknesses, in. [mm]		Maximum Structural Shape Flange or Leg Thickness, in. [mm]
42, 50, and 55 [290, 345, and 380]	¾ [20]	1.5 [40]	
60 and 65 [415 and 450]	½ [13]	1 [25]	

Tabela 9 - Fonte: Norma ASTM-A572 Gr 50

TABLE 4
TENSILE REQUIREMENTS^A

Grade	Yield Point, min		Tensile Strength, min		Minimum Elongation, % ^{B, C, D}	
	ksi	[MPa]	ksi	[MPa]	in 8 in. [200 mm]	in 2 in. [50 mm]
42 [290]	42	[290]	60	[415]	20	24
50 [345]	50	[345]	65	[450]	18	21
55 [380]	55	[380]	70	[485]	17	20
60 [415]	60	[415]	75	[520]	16	18
65 [450]	65	[450]	80	[550]	15	17

^A See specimen Orientation under the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

^B Elongation not required to be determined for floor plate.

^C For wide flange shapes over 426 lb/ft [634 kg/m], elongation in 2 in. [50 mm] of 19% minimum applies.

^D For plates wider than 24 in. [600 mm], the elongation requirement is reduced two percentage points for Grades 42, 50, and 55 [290, 345, and 380], and three percentage points for Grades 60 and 65 [415 and 450]. See elongation requirement adjustments in the Tension Tests Section of Specification A 6/A 6M.

Figura 16 - Fonte: Norma ASTM-A572 Gr 50 – Tabela 4

A tabela 3.1 da norma AWS D1.1/2010 indica os consumíveis compatíveis com os materiais ASTM-A36 e ASTM A572 Gr 50

Table 3.1 (Continued)
Prequalified Base Metal—Filler Metal Combinations for Matching Strength (see 3.3)

Steel Specification	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements		
	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification
	ksi	MPa	ksi	MPa			
ASTM A 36 (≥34 in [20 mm])	36	250	58-80	400-550	SMAW	A5.1	E7015, E7016, E7018, E7028
ASTM A 131 Grades AH32, DH32, EH32	46	315	64-85	440-590			
ASTM A 441 Grades AH36, DH36, EH36	51	355	71-90	490-620			
ASTM A 516 Grade 65	35	240	65-85	450-585			
ASTM A 516 Grade 70	38	260	70-90	485-620			
ASTM A 529 Grade 50	50	345	70-100	485-690			
ASTM A 529 Grade 55	55	380	70-100	485-690			
ASTM A 537 Class 1	45-50	310-345	65-90	450-620			
ASTM A 537 Grade 42	42	290	60 min.	415 min.			
ASTM A 537 Grade 50	50	345	65 min.	450 min.			
ASTM A 588 ^b (4 in [100 mm] and under)	50	345	70 min.	485 min.	SAW	A5.17	F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
ASTM A 595 Grade A	55	380	70 min.	485 min.			
ASTM A 606 ^b Grades B and C	60	410	70 min.	480 min.	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix shall be excluded)
ASTM A 618 Grades C, D	45-50	310-340	65 min.	450 min.			
ASTM A 633 Grade A	42	290	63-83	430-570	A5.28 ^c	ER70S-XXX, E70C-XXX	
ASTM A 709 (2-1/2 in [65 mm] and under)	36	250	58-80	400-550			
ASTM A 709 Grade 50	50	345	65 min.	450 min.	FCAW	A5.20	E7XT-X, E7XT-XC, E7XT-XM (Electrodes with the -2C, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -11 suffix shall be excluded for thickness greater than 1/2 in [12 mm])
ASTM A 709 Grade 50W2	50	345	70 min.	485 min.			
ASTM A 709 Grade 50W2	50-65	345-450	65 min.	450 min.			
ASTM A 709 Grade HPS 50W2	50	345	70 min.	485 min.			
ASTM A 710 Grade A, Class 2 > 2 in [50 mm]	50-55	345-380	60-65	415-450			
ASTM A 808 Grade 50S	42	290	60 min.	415 min.			
ASTM A 913 Grade 50	50	345	65 min.	450 min.			
ASTM A 992 Grade 45 Class 1	45	310	60 min.	410 min.			
ASTM A 1008 HSLAS Grade 45 Class 2	45	310	55 min.	380 min.			
ASTM A 1008 HSLAS Grade 50 Class 1	50	340	65 min.	450 min.			
ASTM A 1008 HSLAS Grade 50 Class 2	50	340	60 min.	410 min.			
ASTM A 1008 HSLAS Grade 55 Class 1	55	380	70 min.	480 min.			
ASTM A 1008 HSLAS Grade 55 Class 2	55	380	65 min.	450 min.			

Tabela 10 – Compatibilidade de consumíveis - Fonte: AWS D1.1/2010

O consumível a ser utilizado vai ser o E71T1, a seguir serão relatados as características deste:

Composição Química do consumível

TABLE 6
WELD METAL CHEMICAL COMPOSITION REQUIREMENTS FOR CLASSIFICATION TO SFA-5.20/SFA-5.20M

AWS A5.20 Classification	AWS A5.20M Classification	UNS Number ^a	Weight Percent ^{b,c}												
			C	Mn	Si	S	P	Cr ^d	Ni ^d	Mo ^d	V ^d	Al ^{d,e}	Cu ^d		
E7XT-1C, -1M	E49XT-1C, -1M	W07601													
E7XT-5C, -5M	E49XT-5C, -5M	W07605	0.12	1.75	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	—	0.35		
E7XT-9C, -9M	E49XT-9C, -9M	W07609													
E7XT-4	E49XT-4	W07604													
E7XT-6	E49XT-6	W07606													
E7XT-7	E49XT-7	W07607	0.30	1.75	0.60	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	1.8	0.35		
E7XT-8	E49XT-8	W07608													
E7XT-11	E49XT-11	W07611													
EXXT-G	—	—	(f)	1.75	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	1.8	0.35		
E7XT-12C, -12M	E49XT-12C, -12M	W07612	0.12	1.60	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	—	0.35		
E6XT-13	E43XT-13	W06613													
E7XT-2C, -2M	E49XT-2C, -2M	W07602													
E7XT-3	E49XT-3	W07603													
E7XT-10	E49XT-10	W07610	Not Specified ^h												
E7XT-13	E49XT-13	W07613													
E7XT-14	E49XT-14	W07614													
EXXT-GS	—	—													

NOTES:

- According to ASTM DS-56 (or SAE HS-1086).
- The weld metal shall be analyzed for the specific elements for which values are shown in this table. The total of all elements listed in this table shall not exceed 5%.
- Single values are maximums.
- The analysis of these elements shall be reported only if intentionally added.
- Applicable to self-shielded electrodes only. Electrodes intended for use with gas shielding normally do not have significant additions of aluminum.
- The limit for gas shielded electrodes is 0.18% maximum. The limit for self-shielded electrodes is 0.30% maximum.
- The composition of weld metal is not meaningful since electrodes of these classifications are intended only for single pass welds. Dilution from the base metal in such welds usually is quite high (see A6 in the Annex).

Tabela 11 – Composição Química E71T1 – Fonte: AWS/ASME 5.20 / SFA 5.20

Propriedades Mecânicas do consumível

AWS Classification(s)	Tensile Strength, ksi	Minimum Yield Strength ^a , ksi	Minimum % Elongation ^b	Minimum Charpy V-Notch Impact Energy
E7XT-1C, -1M	70-95	58	22	20 ft-lbf at 0°F
E7XT-2C ^c , -2M ^c	70 min.	Not Specified	Not Specified	Not Specified
E7XT-3 ^c	70 min.	Not Specified	Not Specified	Not Specified
E7XT-4	70-95	58	22	Not Specified
E7XT-5C, -5M	70-95	58	22	20 ft-lbf at -20°F
E7XT-6	70-95	58	22	20 ft-lbf at -20°F
E7XT-7	70-95	58	22	Not Specified
E7XT-8	70-95	58	22	20 ft-lbf at -20°F
E7XT-9C, -9M	70-95	58	22	20 ft-lbf at -20°F
E7XT-10 ^c	70 min.	Not Specified	Not Specified	Not Specified
E7XT-11	70-95	58	20 ^d	Not Specified
E7XT-12C, -12M	70-90	58	22	20 ft-lbf at -20°F
E6XT-13 ^c	60 min.	Not Specified	Not Specified	Not Specified
E7XT-13 ^c	70 min.	Not Specified	Not Specified	Not Specified
E7XT-14 ^c	70 min.	Not Specified	Not Specified	Not Specified
E6XT-G	60-80	48	22	Not Specified
E7XT-G	70-95	58	22	Not Specified
E6XT-GS ^c	60 min.	Not Specified	Not Specified	Not Specified
E7XT-GS ^c	70 min.	Not Specified	Not Specified	Not Specified

NOTES:

- Yield strength at 0.2% offset.
- In 2 in. gage length when a 0.500 in. nominal diameter tensile specimen and nominal gage length to diameter ratio of 4:1 (as specified in the Tension Tests section of AWS B4.0) is used.
- These classifications are intended for single pass welding. They are not for multiple pass welding. Only tensile strength is specified and, for this reason, only transverse tension and longitudinal guided bends are required (see Table 3).
- In 1 in. gage length when a 0.250 in. nominal diameter tensile specimen is used as permitted for 0.045 in. and smaller sizes of the E7XT-11 classification.

Tabela 12- Requisitos mecânicos – Fonte: AWS/ASME 5.20 / SFA 5.20

Características

TABLE 2
ELECTRODE USABILITY REQUIREMENTS

Usability Designator	AWS Classification		Position of Welding ^{a,b}	External Shielding ^c	Polarity ^d	Application ^e
	A5.20	A5.20M				
1	E70T-1	E490T-1C	H, F	CO ₂	DCEP	M
	E70T-1M	E490T-1M	H, F	75-80 Ar/bal CO ₂		
	E71T-1	E491T-1C	H, F, VU, OH	CO ₂		
	E71T-1M	E491T-1M	H, F, VU, OH	75-80 Ar/bal CO ₂		
2	E70T-2C	E490T-2C	H, F	CO ₂	DCEP	S
	E70T-2M	E490T-2M	H, F	75-80 Ar/bal CO ₂		
	E71T-2C	E491T-2C	H, F, VU, OH	CO ₂		
	E71T-2M	E491T-2M	H, F, VU, OH	75-80 Ar/bal CO ₂		
3	E70T-3	E490T-3	H, F	None	DCEP	S
4	E70T-4	E490T-4	H, F	None	DCEP	M
	E70T-5C	E490T-5C	H, F	CO ₂		

Tabela 13 Usabilidade E71T1- Fonte: AWS/ASME 5.20 / SFA 5.20

A Soldagem utilizando o processo de soldagem FCAW e o consumível E71T1 pode ser realizada nas posições: plana, horizontal, vertical ascendente e sobre cabeça, utilizando CO₂, trabalhando com corrente contínua e a solda pode ser realizada em passes simples ou múltiplos.

4.8 Verificar a espessura qualificada

A tabela 4.2 da norma AWS D1.1/2010 especifica as faixas de espessuras qualificadas, para este projeto consideramos a menor espessura como 6,4mm e a maior 44mm, neste caso vamos considerar o teste em uma chapa de 25,4mm (1”),

está abrangida a soldagem na faixa de 3,17mm (1/8”) a ilimitada e conseqüentemente poderá ser utilizada para outros projetos.

Table 4.2
WPS Qualification—CJP Groove Welds: Number and Type of Test Specimens and Range of Thickness and Diameter Qualified (see 4.5) (Dimensions in Inches)

I. Tests on Plate^{a, b}

Nominal Plate Thickness (T) Tested, in	Number of Specimens				Nominal Plate, Pipe or Tube Thickness ^{c, d} Qualified, in	
	Reduced Section Tension (see Fig. 4.14)	Root Bend (see Fig. 4.12)	Face Bend (see Fig. 4.12)	Side Bend (see Fig. 4.13)	Min.	Max.
$1/8 \leq T \leq 3/8$	2	2	2	(Note i)	1/8	2T
$3/8 < T < 1$	2	—	—	4	1/8	2T
1 and over	2	—	—	4	1/8	Unlimited

Tabela 14- Espessura qualificada - Fonte: AWS D1.1/2010

4.9 Corpo de prova

4.9.1 Ensaios

A tabela 4.2 da norma AWS indica os ensaios mecânicos a serem realizados para qualificação do procedimento de soldagem, os ensaios são definidos em função da espessura do metal de base, para este trabalho consideramos a espessura mínima de 5,8mm e a máxima de 16mm, vamos considera para teste uma chapa na espessura de 25,4mm.

Ensaios mecânicos requeridos:

- Inspeção visual e dimensional de solda
- Ensaio de tração
- Ensaio de dobramento lateral

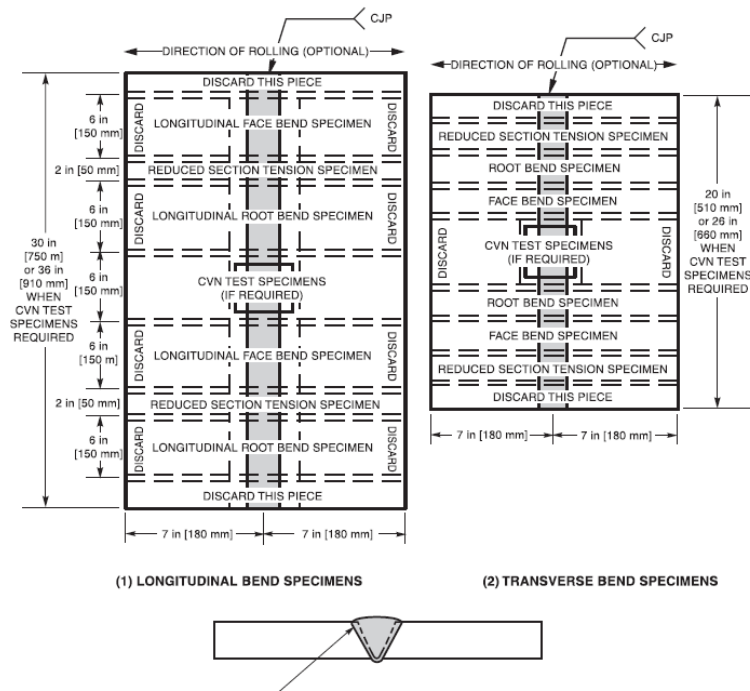
.....4.9.2 Quantidade de corpo de prova

Para estabelecer a quantidade de corpos de provas, é necessário saber as posições de soldagem, considere para este trabalho que as posições de soldagem serão 2G e 3G, portando serão necessários dois corpos de provas, sendo:

- 1CP – Soldagem na posição horizontal
- 1CP – Soldagem na posição vertical ascendente

4.9.3 Dimensões dos corpos de prova

A norma AWS defini as dimensões dos corpos de provas e o local onde será retirado a amostra, para este trabalho os corpos de provas deverão ser cortados nas dimensões de 180 x 180 x 750mm.



- Notes:
1. The groove configuration shown is for illustration only. The groove shape tested shall conform to the production groove shape that is being qualified.
 2. When CVN tests are required, the specimens shall be removed from their locations, as shown in Figure 4.40.
 3. All dimensions are minimum.
 4. For 3/8 in [10 mm] plate, a side-bend test may be substituted for each of the required face- and root-bend tests. See Figure 4.10(2) for plate length and location of specimens.

Figura 7 – Retirada da amostra do CP - Fonte:AWS D1.1/2010

Para qualificação devem ser retiradas de cada corpo de prova 04 amostras de 150mm para teste de dobramento lateral e 02 amostras de 50mm para o ensaio de tração.

A norma AWS orienta os locais de retira de cada corpo de prova.

4.10 Posição de soldagem

A posição de soldagem é algo relevante na qualificação do procedimento de soldagem, é fundamental realizar estudos do projeto para saber quais posições as soldas serão realizadas no campo.

Para este trabalho, vamos considerar as posições 1G, 2G e 3G (Asc), é fundamental essa definição, ela influencia na quantidade de CPs

Itemização: AWS D1.1 – 2010 – Seção 4 – parte B - item 4.4 tabela 4.1

Site: www.aws.org.br; contato: @aws.org.br

Número de Referência: 138

Table 4.1 WPS Qualification—Production Welding Positions Qualified by Plate, Pipe, and Box Tube Tests (see 4.4)																
Qualification Test		Production Plate Welding Qualified			Production Pipe Welding Qualified					Production Box Tube Welding Qualified						
Weld Type	Positions	Groove CJP	Groove PJP	Fillet ⁱ	Butt Joint		T-, Y-, K-Connections		Fillet ⁱ	Butt Joint		T-, Y-, K-Connections		Fillet ⁱ		
					CJP	PJP	CJP	PJP		CJP	PJP	CJP	PJP			
P L A T E	CJP Groove ^a	1G	F	F	F	F ^b	F ^b			F	F	F		F		
		2G	F, H	F, H	F, H	(F, H) ^b	(F, H) ^b			F, H	F, H	F, H		F, H		
		3G	V	V	V	V ^b	V ^b			V	V	V		V		
		4G	OH	OH	OH	OH ^b	OH ^b			OH	OH	OH		OH		
F I L L E T	Fillet ^a	1F			F					F				F		
		2F			F, H					F, H				F, H		
		3F			V					V				V		
		4F			OH					OH				OH		
Plug/Slot	Qualifies Plug/Slot Welding for Only the Positions Tested															
T U B E	CJP Groove	1G Rotated	F	F	F	F ^c	F		F	F	F ^c	F		F	F	
		2G	F, H	F, H	F, H	(F, H) ^c	F, H		F, H	F, H	(F, H) ^c	F, H		F, H	F, H	
		5G	F, V, OH	F, V, OH	F, V, OH	(F, V, OH) ^c	F, V, OH		F, V, OH	F, V, OH	(F, V, OH) ^c	F, V, OH		F, V, OH	F, V, OH	
		(2G + 5G)	All	All	All	All ^e	All	All ^f	All ^g	All	All ^f	All	All ^f	All	All ^h	All
		6G	All	All	All	All ^e	All	All ^f	All ^g	All	All ^f	All	All ^f	All	All ^h	All
6GR	All ^d	All	All	All ^d	All	All ^f	All	All	All ^f	All	All ^f	All	All	All		
F I L L E T	Fillet	1F Rotated			F					F				F		
		2F			F, H					F, H				F, H		
		2F Rotated			F, H					F, H				F, H		
		4F			F, H, OH					F, H, OH				F, H, OH		
		5F			All					All				All		

CJP—Complete Joint Penetration

PJP—Partial Joint Penetration

^a Qualifies for a welding axis with an essentially straight line, including welding along a line parallel to the axis of circular pipe.

^b Qualifies for circumferential welds in pipes equal to or greater than 24 in [600 mm] nominal outer diameter.

^c Production butt joint details without backing or backgouging require qualification testing of the joint detail shown in Figure 4.25(A).

^d Limited to prequalified joint details (see 3.12 or 3.13).

^e For production joints of CJP T-, Y-, and K-connections that conform to either Figure 3.8, 3.9, or 3.10 and Table 3.6, use Figure 4.27 detail for testing. For other production joints, see 4.13.4.1.

^f For production joints of CJP T-, Y-, and K-connections that conform to Figure 3.6, and Table 3.6, use Figures 4.27 and 4.29 detail for testing, or, alternatively, test the Figure 4.27 joint and cut macroetch specimens from the corner locations shown in Figure 4.29. For other production joints, see 4.13.4.1.

^g For production joints of PJP T-, Y-, and K-connections that conform to Figure 3.5, use either the Figure 4.25(A) or Figure 4.25(B) detail for testing.

^h For matched box connections with corner radii less than twice the chord member thickness, see 3.12.4.1.

ⁱ Fillet welds in production T-, Y-, or K-connections shall conform to Figure 3.2. WPS qualification shall conform to 4.12.

Tabela 15 – Posição de soldagem - Fonte: AWS D1.1/2010

Para este trabalho, considere que o teste será realizada em chapas com chanfro em V, nas posições 2G e 3G (asc), desta forma as soldas em campo poderão ser executadas nas posições plana, horizontal e vertical ascendente, além das soldas em chanfro ela cobre também as soldas de filete nestas posições.

4.10.1 Posicionamento do corpo de prova

A posição de soldagem é definida em função da inclinação e rotação da chapa de teste.

Tabulação de posições de Solda em Chanfro

TABELA 4. QUALIFICAÇÃO

AWS D1.1/D1.1M:2010

Tabulation of Positions of Fillet Welds		
Position	Diagram Reference	Rotation of Face
Flat	A	0° to 15°
	B	15° to 150°
Horizontal	C	0° to 15°
	D	15° to 235°
Overhead	E	0° to 15°
	F	15° to 360°
Vertical	G	15° to 80°
	H	80° to 360°

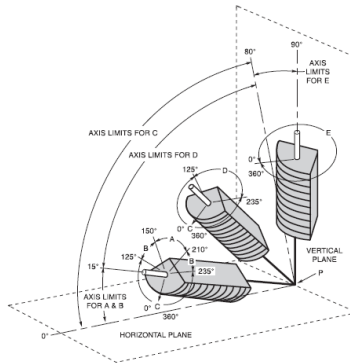


Figure 4.2—Positions of Fillet Welds (see 4.3.4)

Figura 8 – Tabulação posição de soldagem - Fonte: AWS D1.1/2010

Posições das chapas de testes.

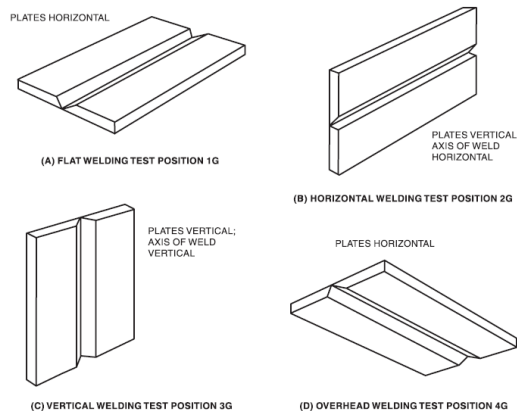


Figure 4.3—Positions of Test Plates for Groove Welds (see 4.3.4)


Figura 9 – Posição da chapa - Fonte:AWS D1.1/2010

4.11 Elaboração e preenchimento do formulário da EPS.

O preenchimento do formulário deve ser realizado com bastante atenção, as informações contidas nestes são repassadas para campo para execução da soldagem.

É importante ressaltar que para este trabalho a EPS utilizada é a qualificada, para que ela seja validada, todos os ensaios previstos pela norma devem ser realizados,

registrados e deve ser criada a RQPS – Registro de Qualificação do Procedimento de Soldagem.

	EPS - ESPECIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM		Nº: UFMG C001/16				
			REV.: 00 FOLHA: 1/1				
NORMA / ANO: AWS D1.1 / 2010			Nº RQPS / REVISÃO: UFMG 001/16/REV.0				
PROCESSO DE SOLDAGEM 1: FCAW (AT)			TIPO: SEMI-AUTOMÁTICO				
PROCESSO DE SOLDAGEM 2: NA			TIPO: NA				
METAL DE BASE			DETALHE DA JUNTA				
DESCRIÇÃO: CHAPA		MATERIAL: AÇO ASTM-A36					
GRUPO: II		GP QUALIFICADOS: I x I, I x II, II x II					
ESPESSURA: 25,4mm (1")		ESP. QUALIFICADA: 3,17 a ILIMITADO					
DIÂMETRO: NA		DIÂM. QUAL: Tubos D Ext > 600mm					
TRATAMENTO TÉRMICO: NÃO			-				
COBRE JUNTA: NÃO			α	65°			
TEMPERATURA DE PRÉ AQUECIMENTO: ESP. > 38mm = Min 65°C			b	3 mm			
TEMPERATURA DE INTERPASSE: < = 250 °C			c	1,5 mm			
METAL DE ADIÇÃO							
PASSE	CLASSIFICAÇÃO AWS	ESPECIFICAÇÃO SFA	F Nº	A Nº	DIÂM. (mm)	FABRICANTE	MARCA COMERCIAL
RAIZ	E71T-1	AWS A5.20	NA	NA	1,2 mm	ESAB	OK TUBROD 71 ULTRA
ENCHIMENTO	E71T-1	AWS A5.20	NA	NA	1,2 mm	ESAB	OK TUBROD 71 ULTRA
ACABAMENTO	E71T-1	AWS A5.20	NA	NA	1,2 mm	ESAB	OK TUBROD 71 ULTRA
MODO DE TRANSFERÊNCIA: GLOBULAR							
POSIÇÃO DE SOLDAGEM				GÁS DE PROTEÇÃO			
POSIÇÃO: 1G, 2G e 3G				GÁS: CO2		VAZÃO: 10 A 15 L/min	
PROGRESSÃO: ASCENDENTE				MISTURA: 100%			
CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS							
PASSE	CORRENTE/ POLARIDADE	FAIXA DE AMPERAGEM (A)	FAIXA DE TENSÃO (V)		FAIXA VELOCIDADE (cm/min)		
RAIZ	CC+	150 A 250	28 A 30		15 a 30		
ENCHIMENTO	CC+	150 A 250	28 A 30		15 a 50		
ACABAMENTO	CC+	150 A 250	28 A 30		15 a 50		
TÉCNICA							
LIMPEZA INICIAL: ESMERILHAMENTO/ESCOVAMENTO				LIMPEZA FINAL: ELIMINAR AS DESCONTINUIDADES, SE NECESSÁRIO, PERMITIDO O ESMERILHAMENTO ATENDENDO OS CRITÉRIOS DA NORMA AWS D1.1 (PROCEDIMENTO HC001 DE EVS)			
LIMPEZA INTERPASSE: ESMERILHAMENTO/ESCOVAMENTO							
GOIVAGEM: ESMERILHAMENTO							
OBSERVAÇÕES: 1 - ESPESSURA QUALIFICADA PARA SOLDAS DE FILETE: TODAS; 2 - CASO A PEÇA ESTEJA ÚMIDA, NECESSÁRIO PRÉ AQUECIMENTO DE NO MÍNIMO 50°C; 3 - ANTES DA SOLDAGEM ELIMINAR AS CONTAMINAÇÕES TAIS COMO: OXIDAÇÃO, OLEO, GRAXA, TINTA OU OUTROS TIPOS QUE POSSAM INTERFERIR NA QUALIDADE DA SOLDA.							
ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: HEBERT AUGUSTO VIERA FERREIRA C.R.E.A. N.º. 157352 / D - MG DATA: 07/07/2016				CLIENTE:			

5 CONCLUSÃO

O objetivo desta monografia foi estudar e definir o passo a passo para elaboração de uma especificação do procedimento de Soldagem para execução da solda de uma viga de aço.

Durante as pesquisas, observei que é fundamental o levantamento todos os dados da soldagem que será executada em campo, por exemplo: matéria prima, espessura a ser soldada, geometria da junta, local, aplicação, enfim quanto mais informações levantadas, fica mais fácil elaborar a EPS e é possível enriquece-la de informações, o que garante uma solda de boa qualidade.

O metal de base, a espessura, o processo de soldagem e a geometria da junta são variáveis essenciais, se alterado qualquer um destes itens, deve ser elaborada uma nova EPS.

O metal de base é dividido pela norma em grupos, esses, definem a soldabilidade do metal de base, ou seja, para execução da soldagem deve haver a combinação listada na norma AWS.

Com relação a espessura, existem ranges que delimitam as faixas determinado assim a faixa qualificada, toda espessura pode ser soldada desde que a qualificação do procedimento esteja com as faixas prevista na norma e prevista na EPS.

A geometria da junta também é delimitada, é fundamental uma análise de todo projeto, uma vez que a norma estabelece regras, por exemplo, se um procedimento for qualificado para uma junta em ângulo, a EPS não pode ser utilizada para uma junta chanfro em V.

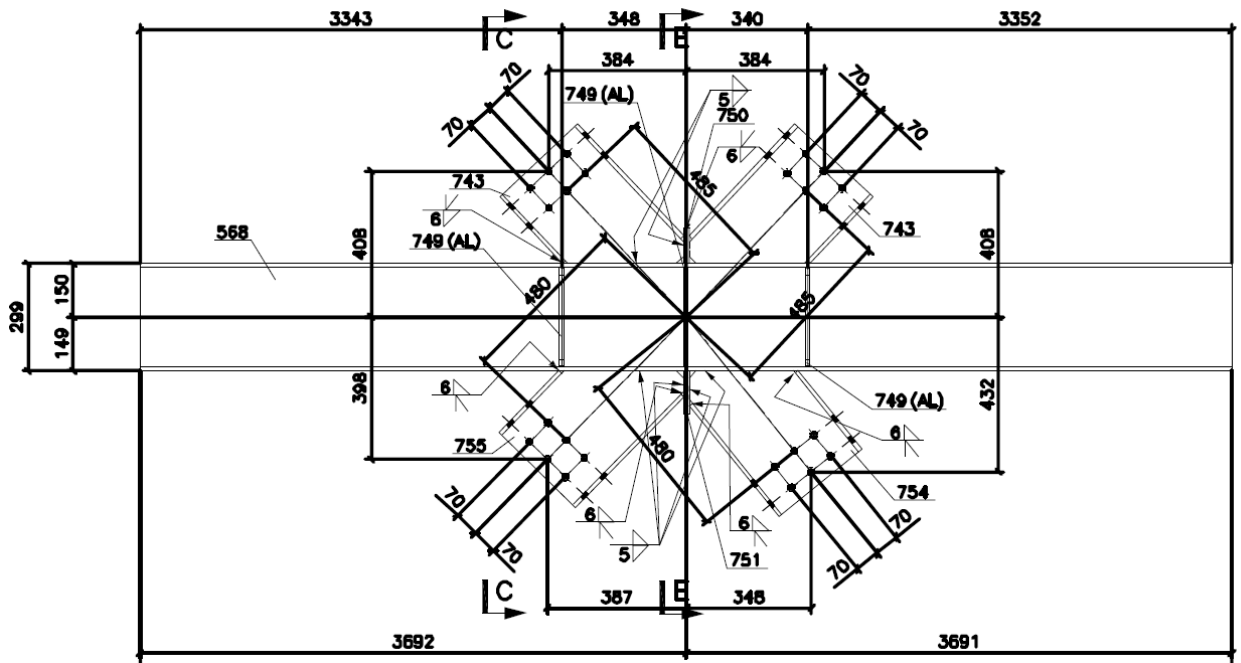
A norma relata vários processos de soldagem, fica a critério engenheiro responsável a escolha, levei em consideração o local, a produtividade o acesso, é fundamental uma boa avaliação, a escolha errada pode elevar os custos da soldagem.

Embora a norma AWS apresente regras para execução da soldagem, a EPS seja elaborada em conformidade com a mesma, tanto a soldagem como o acompanhamento deve ser realizado por profissional devidamente habilitado em todas as etapas, só assim é possível garantir que os parâmetros estão sendo seguidos e que a solda vai apresentar as características pretendidas.

LISTA DE MATERIAL

POS.	QUANT.	DESCRIÇÃO	OBS.	MATERIAL	PESO
	1	VIGA 1860-0439A			844.4
564	1	HP 310 x 79 x 10284	SOBREMETAL	A572-GR.50	812.4
749	8	CH 12.5 x 148 x 275		A36	32.0
	1	VIGA 1860-0439B			763.7
568	1	HP 310 x 79 x 7383	SOBREMETAL	A572-GR.50	583.3
743	2	HP 310 x 79 x 472		A572-GR.50	74.8
749	6	CH 12.5 x 148 x 275		A36	24.0
750	1	CH 16 x 100 x 306		A36	3.8
751	1	CH 16 x 120 x 306		A36	4.6
754	1	HP 310 x 79 x 461		A572-GR.50	36.4
755	1	HP 310 x 79 x 468		A572-GR.50	37.0
	1	VIGA 1860-0439C			384.1
581	2	W 310 x 38.7 x 572		A572-GR.50	44.2
672	6	CH 12.5 x 80 x 289		A36	13.8
742	1	W 310 x 38.7 x 7383	SOBREMETAL	A572-GR.50	285.7
762	1	W 310 x 38.7 x 451		A572-GR.50	17.5
763	1	W 310 x 38.7 x 463		A572-GR.50	17.9
789	1	CH 16 x 100 x 165		A36	2.1
770	1	CH 16 x 140 x 165		A36	2.9
	2	VIGA 1860-0439D			1648.8
771	1	HP 310 x 79 x 10284	SOBREMETAL	A572-GR.50	
749	8	CH 12.5 x 148 x 275		A36	32.0
PESO TOTAL = 2191.6kg					

Anexo 2- Lista de material



Anexo 3 – Detalhe da Viga

7 REFERÊNCIAS

AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code Steel, An American National Standard, AWS D1.1, 2010

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **II Materials:** part A: ferrous material specifications. ASME, 2010.

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE; INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION; NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS. NACE MR0175 / ISO15156-2: Petroleum and natural gas industries: Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production: part 2: Cracking-resistant carbon and low-alloy steels, and the use of cast irons. 2nd ed. Houston: NACE, 2009

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. A370: Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products. West Conshohocken: ASTM, 2013

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **II Materials:** part C: specifications for welding rods, electrodes, and filler metals. ASME, 2010.

ASM HANDBOOK. Welding, Brazing and Soldering: Volume 6. The United States of America: ASM International, 1993.

MODENESI, Paulo J.; MARQUES, Paulo Villani; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem:** fundamentos e tecnologia. 3. ed. atual. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2009.

MODENESI, Paulo J. **Introdução à física do arco elétrico e sua aplicação na soldagem dos metais.** Belo Horizonte, abr. 2012. Disponível em: <http://demet.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2012/10/fisica_da_soldagem1.pdf>.

MODENESI, Paulo J. **Terminologia Usual de Soldagem e Símbolos de Soldagem**. Belo Horizonte, abr. 2012. Disponível em: <http://demet.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2012/10/terminologia.pdf>

FORTES, Cleber; **Apostila de Arame Tubular ESAB**, maio 2004. Disponível em: http://www.esab.com.br/br/pt/education/apostilas/upload/1901098rev1_apostilaaramestubulares_ok.pdf

MODENESI, Paulo J.; MARQUES, Paulo Villani; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Introdução a Metalurgia da Soldagem**, Belo Horizonte, janeiro 2012. Disponível em: <http://demet.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2012/10/metalurgia.pdf>