



American Welding Society®

CERTIFICATION

aws.org

METRIC
BOS
PORTUGUESE

**CERTIFIED WELDING INSPECTOR (CWI)
PART B PRACTICAL
INSPETOR DE SOLDAGEM CERTIFICADO (CWI)
PARTE B PRÁTICA**

**BOOK OF SPECIFICATIONS
(BOS)
LIVRO DAS ESPECIFICAÇÕES
(BOS)**

2017

DO NOT WRITE ON THIS BOOK / NÃO ESCREVER NESTE LIVRO

FOREWORD

This *Part B Book of Specifications* is intended to be used as a reference book for taking the hands-on practical examination that is part of the CWI certification examinations. This practical examination simulates actual hands-on inspection and document reviews performed by the Certified Welding Inspector (CWI). You are expected to evaluate the acceptability of test specimens and documents for both procedure and welder qualifications and production welding by using standard measurement tools, visual inspection, and documents found in the Book of Exhibits. Acceptability is based upon the information contained in this *Book of Specifications*. The practical examination will test your ability to carry out these functions.

Although this *Book of Specifications* is formatted to look like a real codebook, it is not a real codebook and it should not be used as one. While some clauses in this *Book of Specifications* appear to be similar to codebooks that you are familiar with, read this *Book of Specifications* very carefully and do not rely on your memory to make decisions with regards to answers on this examination.

Review the organization of this *Part B Book of Specifications*. There are specific clauses that relate to workmanship and visual inspection criteria in three applications: Structural, Pipeline, and Pressure Piping. There are general clauses for inspection, procedure, and performance qualification that apply to all three applications. As this *Book of Specifications* applies to three applications, terms and definitions are not limited to AWS A3.0, *Standard Welding Terms and Definitions*.

In addition to the main body of the specification, there are annexes, tables, and figures that are important in your examination decisions. They are numbered uniquely so as to avoid confusion. Make sure that you have located all the necessary annexes, tables, and figures before you answer any question.

A Book of Exhibits is used in the exam and contains examples of various documents and photos including but not limited to WPS's, PQR's, WQTR's, heat treat charts, and NDE methods. Neither the test specimens nor the Book of Exhibits are available for review prior to the examination.

For some questions, narratives will give you information upon which you will be asked specific questions. The question may make reference to locations on certain specimens included in your test kit or refer to documents within the Book of Exhibits. In addition to the Book of Exhibits, all test kits have standard measuring tools necessary to complete the examination.

IMPORTANT

1. Read each question carefully and completely, including every choice provided. There will only be one correct answer. Be careful to transfer your choice of answer to the correct location on the answer sheet.
2. The weld replicas in the assigned test kit are made of plastic to assure that every test candidate receives the exact same specimens. As a consequence of the replication process, there may be color variations from actual weld metal and visible seams from the plastic assembly process. Ignore any pinholes, seams, glue squeezed out, or color variations in your determination of a correct answer.
3. You are expected to know how to use and apply each measuring and inspection instrument in the examination kit including knowing how to properly zero the instrument where relevant.
4. Use the margins or blank pages in your examination booklet to perform any required calculations. Do not write in this booklet.

PREFÁCIO

A *Parte B do Livro de Especificações* foi concebida para ser utilizada como livro de referência para o exame prático interativo, que faz parte dos exames de certificações de CWI. Este exame prático simula o processo real de inspeção interativa e documenta as revisões realizadas pelo Inspetor de Soldagem Certificado (CWI). Você deve avaliar a aceitabilidade dos corpos de prova e documentos para as qualificações de procedimento e de soldador, e para soldagem de produção, utilizando instrumentos de medição padrão, inspeção visual e os documentos contidos no Livro de Documentos. Os critérios de aceitabilidade são baseados nas informações contidas neste *Livro de Especificações*. O exame prático vai avaliar sua capacidade de desempenhar essas funções.

Embora este *Livro de Especificações* seja formatado de forma semelhante a um livro de códigos, ele não é um livro de códigos em si, e não deve ser usado como tal. Apesar de algumas cláusulas deste *Livro de Especificações* serem semelhantes aos livros de códigos com os quais você está familiarizado, leia o *Livro de Especificações* com atenção e não dependa da sua memória para tomar decisões em relação às respostas do exame.

Estude a organização da *Parte B do Livro de Especificações*. Existem cláusulas específicas relacionadas aos critérios de mão de obra e inspeção visual em três aplicações: estrutural, tubulação e tubulação pressurizada. Há cláusulas gerais para a qualificação de inspeção, procedimento e execução válidas para todas as três aplicações. Tendo em vista que o *Livro de Especificações* é válido para as três aplicações, os termos e definições não se limitam à referência AWS A3.0, *Termos e definições de soldagem padrão*.

Como complemento ao corpo principal da especificação, são apresentados anexos, tabelas e imagens relevantes para suas decisões no exame. Cada um é numerado individualmente para evitar confusão. Localize todos os anexos, tabelas e imagens necessárias antes de responder a qualquer pergunta.

Neste exame, utiliza-se um Livro de Documentos contendo diferentes exemplos de documentos e fotografias, incluindo, mas não se limitando a EPS, PQR, WQTR, quadros de tratamento térmico e métodos de AND (avaliação não destrutiva). Os corpos de prova e o Livro de Documentos não estão disponíveis para estudo antes do exame.

Em algumas questões, o enunciado trará informações e, com base nessas informações, você deverá responder a perguntas específicas. A questão pode fazer referência a locais em certos corpos de provas incluídos no kit de avaliação, ou a documentos contidos no Livro de Documentos. Como complemento ao Livro de Documentos, todos os kits de avaliação trarão os instrumentos de medição padrão necessários para a realização do exame.

IMPORTANTE

1. Leia todas as questões com atenção e na íntegra, incluindo todas as alternativas apresentadas. Cada questão terá apenas uma resposta correta. Tenha cuidado ao transferir a alternativa escolhida para o local adequado na ficha de respostas.
2. As réplicas de solda contidas no kit de avaliação designado são feitas de plástico de forma a garantir que todos os candidatos recebam corpos de prova idênticos. Como consequência do processo de replicação, pode haver variação de cores em relação ao metal de solda e emendas aparentes resultantes do processo de montagem do plástico. Ignore todos os furos pequenos, emendas, excessos de cola ou variações de cor ao determinar a resposta correta.
3. É sua responsabilidade saber como utilizar e aplicar cada instrumento de medição e inspeção presente no kit de avaliação, incluindo saber como fazer o ajuste de zero do instrumento quando necessário.
4. Utilize as margens ou páginas em branco do caderno de exame para realizar os cálculos necessários. Não escreva neste caderno.

Table of Contents / Índice	Page No. / Página
Foreword / Prefácio.....	i/ii
List of Tables / Lista de tabelas.....	v
List of Figures / Lista de imagens.....	v
1.0 General Requirements / Requisitos gerais	1
2.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Structural Steel / Requisitos de mão de obra e critérios de aceitação da inspeção visual – Aço estrutural	4
2.1 Base Metal Preparation / Preparação do metal base.....	4
2.2 Workmanship Requirements / Requisitos de mão de obra.....	4
2.3 Visual Inspection Acceptance Criteria / Critérios de aceitação da inspeção visual.....	6
2.4 Fillet Weld Dimensional Tolerances / Tolerâncias dimensionais da solda em filete	7
3.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pipeline / Requisitos de mão de obra e critérios de aceitação da inspeção visual – Tubulação	15
3.1 Workmanship Requirements / Requisitos de mão de obra.....	15
3.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / Critérios de aceitação da inspeção visual	18
4.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pressure Piping / Requisitos de mão de obra e critérios de aceitação da inspeção visual – Tubulação pressurizada.....	24
4.1 Workmanship Requirements / Requisitos de mão de obra.....	24
4.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / Critérios de aceitação da inspeção visual	26
5.0 Procedure Qualification Requirements / Requisitos da qualificação de procedimento	28
5.1 WPS Requirements / Requisitos de EPS.....	28/29
5.2 Procedure Qualification Variables / Variáveis da qualificação de procedimento	32
5.3 Procedure Qualification Test Requirements / Requisitos de avaliação da qualificação de procedimento	44/43
5.4 Procedure Qualification Acceptance Criteria / Critérios de aceitação da qualificação de procedimento	45
5.5 Procedure Qualification Documentation / Documentação da qualificação de procedimento	48
6.0 Performance Qualification Requirements / Requisitos da qualificação de execução	49
6.1 General / Geral.....	49
6.2 Performance Qualification Variables / Variáveis da qualificação de execução	49
6.3 Performance Qualification Test Requirements / Requisitos de avaliação da qualificação de execução	52
6.4 Performance Qualification Acceptance Criteria / Critérios de aceitação da qualificação de execução.....	58
6.5 Performance Qualification Documentation / Documentação da qualificação de execução	59
Annex I (Normative)—A Number Table – Classification of Ferrous Weld Metal for Procedure Qualification / Anexo I (Normativo)—Tabela do número A – Classificação do metal de solda ferroso para documentação qualificação de procedimento	60/61
Annex II (Normative)—F Number Table – Grouping of Welding Electrodes and Rods for Qualification / Anexo II (Normativo)—Tabela do número F – Agrupamento de eletrodos e varetas de soldagem para qualificação.....	62/63
Annex III (Normative)—Base Metal Specifications and M-Number Tables / Anexo III (Normativo)—Especificações do metal base e tabelas do número M.....	64-73
Annex III-A (Normative)—Base Metal Specifications / Anexo III-A (Normativo)—Especificações do metal base	64/65
Annex III-B (Normative)—M Number Tables – Base Metal Specifications & M-Number Table / Anexo III-B (Normativo)—Tabelas do número M – Especificações do metal base e tabela do número M.....	68

Annex IV (Normative)—Bend Specimen Preparation Requirements /	
Anexo IV (Normativo)—Requisitos de preparação do corpo de prova para ensaio de dobramento	74/75
Annex V (Informative)—Useful Formulas, Conversions, Abbreviations and Information /	
Anexo V (Informativo)—Fórmulas, conversões, abreviações e informações úteis.....	78/79
Annex VI (Informative)—Pipe Schedules / Anexo VI (Informativo)—Schedules de tubos.....	85/86
Annex VII (Informative)—Blank WPS / Anexo VII (Informativo)—EPS em branco.....	87/88
Annex VIII (Informative)—Blank PQR / Anexo VIII (Informativo)—PQR em branco	91/92
Annex IX (Informative)—Blank WQTR / Anexo IX (Informativo)—WQTR em branco.....	93/94
Annex X (Informative)—Industry-Specific Non-Standard Terms and Definitions /	
Anexo X (Informativo)—Termos e definições não convencionais específicos para a indústria.....	95/96

List of Tables / Lista de tabelas

Tables / Tabelas	Page No. / Página
1 Visual Inspection Acceptance Criteria – Structural Steel / Critérios de aceitação da inspeção visual – Aço estrutural	8/9
2 Weld Profiles / Perfis de solda	10
3 Weld Profile Schedules / Schedules de perfil de solda	11
4 Maximum Dimensions of Undercutting (Pipeline) / Dimensões máximas do rebaixe (Tubulação)	22/23
5 Maximum Thickness of Reinforcement for Design Temperature / Espessura máxima de reforço para a temperatura de projeto	26/27
6 WPS Data Matrix / Matriz de dados de EPS	28/29
7 Thickness Limitation of Plate and Pipe for Groove Welds for Procedure Qualification / Limite de espessura da chapa e tubo em soldas em chanfro para a qualificação de procedimento .	36/37
8 PQR Data Matrix / Matriz de dados de PQR.....	38/39
9 Limitations for Performance Qualification on Groove Welds in Pipe and Tube / Limites para a qualificação de execução em soldas em chanfro em tubos e canos	51
10 Limitations for Performance Qualification in Plate Groove Welds / Limites para a qualificação de execução em soldas em chanfro em chapas	52
11 Examination Requirements for Performance Qualification / Requisitos de avaliação para a qualificação de execução	53
12 Number of Bend Tests for Performance Qualification / Número de ensaios de dobramento para a qualificação de execução	53
13 Allowable Base Metals for Performance Qualification / Metais base admissíveis para a qualificação de execução	55
14 Allowable Filler Metals for Performance Qualification / Metais de enchimento admissíveis para a qualificação de execução	55
15 Position Limitation for Performance Tests / Limite de posição para os exames de execução	56/57
16 SI Conversion Factors / Fatores de conversão do SI.....	81/82
17 SI Prefixes / Prefixos do SI	81/82
18 Fraction/Decimal Equivalencies / Equivalências entre frações e decimais.....	

List of Figures / Lista de imagens

Figures / Imagens	Page No. / Página
A Weld Profiles for Butt Joint Requirements / Requisitos de perfil de solda para junta de topo.....	12/13
B Fillet Weld Profile Requirements for Inside Corner Joints, Lap Joints, and T-Joints / Requisitos de perfil de solda em filete para juntas de canto internas, juntas sobrepostas e juntas em T	12/13
C Inadequate Penetration Without High-Low (IP) / Penetração inadequada sem desalinhamento da junta de solda (IP)	19
D Inadequate Penetration Due to High-Low (IPD) / Penetração inadequada devido ao desalinhamento da junta de solda (IPD)	20
E Incomplete Fusion at Root of Bead or Top of Joint (IF) / Fusão incompleta na raiz do cordão ou no topo da junta (IF)	21

1.0 General Requirements / Requisitos gerais

1.1 Escopo/Esopo

1.1.1 This specification applies to the American Welding Society Certified Welding Inspector (CWI) examination and shall not be used for any other purpose. The CWI Practical Exam relies on the use of molded plastic replicas of actual weld specimens and as there are some visual characteristics of metal that do not reproduce in plastic with sufficient fidelity, the exclusion of acceptance criteria for these characteristics should not be construed as an endorsement for the exclusion of these criteria for any actual fabrication.

1.1.1 Esta especificação aplica-se ao exame de Inspetor de Soldagem Certificado (CWI) da Sociedade Americana de Soldagem e não deve ser usada para nenhum outro fim. O Exame Prático de CWI utiliza réplicas de plástico moldado dos corpos de prova de solda. Como algumas características visuais do metal não são reproduzidas no plástico com fidelidade, a exclusão dos critérios de aceitação relacionados a essas características não deve ser interpretada como um endosso para que esses critérios sejam desconsiderados na fabricação efetiva.

1.1.2 This specification includes representative requirements for Structural Steel, Pipeline, and Pressure Piping applications. They are intended to be applied to inspector examination weld replicas and not to actual industrial facilities, equipment, or structures.

1.1.2 Esta especificação inclui requisitos representativos para aplicações em Aço Estrutural, Tubulação e Tubulação Pressurizada. Eles foram concebidos para serem aplicados às réplicas de solda do exame de inspetor, e não a instalações, equipamentos ou estruturas industriais reais.

1.1.3 Unless otherwise noted, requirements contained in this *Book of Specifications*, in Clauses 1.0, 5.0, and 6.0, are to be considered general requirements applicable to all three applications.

1.1.3 Salvo onde indicado de outra forma, os requisitos contidos neste *Livro de Especificações*, nas Cláusulas 1.0, 5.0 e 6.0, devem ser considerados requisitos gerais válidos para todas as três aplicações.

1.1.4 Normative Annexes in this specification are provided for requirements and Informative Annexes are provided for information. Both are considered as part of this specification. No inference should be drawn from the assignment of Normative versus Informative as to the use of the Annex on the examination.

1.1.4 Nesta especificação, os Anexos Normativos apresentam requisitos e os Anexos Informativos apresentam informações. Ambos são considerados parte desta especificação. A classificação de um Anexo como Normativo ou Informativo não deve interferir no seu uso durante o exame.

1.1.5 Calculations, formulae, definitions, and material properties used on the CWI examination will be based on data published in the Annexes to this specification. As this *Book of Specifications* applies to three applications, terms and definitions are not limited to AWS A3.0, *Standard Welding Terms and Definitions*.

1.1.5 Cálculos, fórmulas, definições e propriedades de materiais utilizados no exame de CWI serão baseados nos dados publicados nos Anexos desta especificação. Tendo em vista que o *Livro de Especificações* é válido para as três aplicações, os termos e definições não se limitam à referência AWS A3.0, *Termos e definições de soldagem padrão*.

1.1.6 Use of the terms “shall,” “should,” and “may” in this specification have the following significance:

1.1.6.1 Shall. Specification provisions that use “shall” are mandatory.

1.1.6.2 Should. Specification provisions that use “should” are non-mandatory practices that are considered beneficial.

1.1.6.3 May. Specification provisions that use “may” mandate the choice of optional procedures or practices that can be used as an alternative or supplement to specification requirements.

1.1.6 O uso dos termos “deverá/deverão”, “é preferível” e “poderá/poderão” no âmbito desta especificação terá os significados abaixo:

1.1.6.1 Deverá/deverão. As disposições da especificação que utilizam “deverá/deverão” são obrigatórias.

1.1.6.2 É preferível. As disposições da especificação que utilizam “é preferível” indicam práticas facultativas consideradas proveitosas.

1.1.6.3 Poderá/poderão. As disposições da especificação que utilizam “poderá/poderão” permitem a escolha de procedimentos ou práticas opcionais que podem ser utilizados como alternativa ou complemento aos requisitos da especificação.

1.2 Visual Inspection / Inspeção visual

1.2.1 Visual inspection for cracks in welds and base metal and other discontinuities may be aided by a flashlight, magnifier, and mirror as may be found helpful or necessary.

1.2.1 A inspeção visual por fissuras em soldas e no metal base, e outras discontinuidades, poderá ser auxiliada por uma lanterna, lupa e espelho conforme desejado ou necessário.

1.2.2 Weld sizes, length, and locations of welds shall conform to the requirements of this specification.

1.2.2 A dimensão, comprimento e localização das soldas deverão estar em conformidade com os requisitos desta especificação.

1.2.3 Joint preparations, assembly, and welding techniques shall be verified.

1.2.3 O preparo, montagem e técnicas de soldagem aplicadas nas juntas deverão ser conferidos.

1.2.4 Suitable measuring tools and gages shall be used where necessary.

1.2.4 Instrumentos de medição e calibradores adequados deverão ser utilizados quando necessário.

1.3 Dimensional Tolerances / Tolerâncias dimensionais

Unless otherwise specified, the following standard dimensional tolerances shall apply when using this specification. They do not apply to the dimensions in test specimens, Annex IV, or to discontinuity acceptance limits.

Salvo onde especificado de outra forma, as tolerâncias dimensionais convencionais a seguir deverão ser consideradas ao utilizar esta especificação. Elas não se aplicam às dimensões dos corpos de prova, Anexo IV ou aos limites de aceitação de descontinuidades.

1.3.1 Decimal tolerances are determined by the number of decimal places (precision) used in the dimension as follows:

X.X	± 0.3	(e.g., 1.0 mm could be 0.7 to 1.3 mm)
X.XX	± 0.13	(e.g., 1.00 mm could be 0.87 to 1.13 mm)

1.3.1 As tolerâncias decimais são determinadas pelo número de casas decimais (precisão) usadas na dimensão, conforme mostrado abaixo:

X,X	$\pm 0,3$	(por exemplo, 1,0 mm pode ser de 0,7 a 1,3 mm)
X,XX	$\pm 0,13$	(por exemplo, 1,00 mm pode ser de 0,87 a 1,13 mm)

1.3.2 Whole number tolerances are determined by the overall dimensional length used in the dimension as follows:

Whole numbers > 150 mm	± 3 mm
Whole numbers from 25 to 150 mm inclusive	± 1.5 mm
Whole numbers from 1 to < 25 mm	± 0.8 mm

1.3.2 As tolerâncias para números inteiros são determinadas pelo comprimento dimensional total usado na dimensão, conforme mostrado abaixo:

Números inteiros > 150 mm	± 3 mm
Números inteiros de 25 a 150 mm, inclusive	$\pm 1,5$ mm
Números inteiros de 1 a < 25 mm	$\pm 0,8$ mm

2.0 Workmanship Requirements and Visual Acceptance Criteria – Structural Steel / Requisitos de mão de obra e critérios de aceitação da inspeção visual – Aço estrutural

2.1 Base Metal Preparation / Preparação do metal base

2.1.1 Mill-Induced Discontinuities. The length of these discontinuities is the visible long dimension on the cut surface of material and the depth is the distance that the discontinuity extends into the material from the cut surface. The limits of acceptability and the repair of visually observed cut surface discontinuities shall be as follows:

- (a) Any discontinuity 25 mm in length or less need not be repaired and the depth need not be explored.
- (b) Any discontinuity over 25 mm in length with maximum depth of 3 mm need not be repaired, but the depth should be explored.
- (c) Any discontinuity over 25 mm in length with depth over 3 mm but not greater than 6 mm shall be completely removed and repair welded.
- (d) Any discontinuity over 25 mm in length with depth over 6 mm shall be referred to the Engineer for disposition.

2.1.1 Descontinuidades induzidas por usinagem. O comprimento destas descontinuidades é a dimensão visível na superfície de corte do material, e a profundidade é a distância que a descontinuidade se estende dentro do material a partir da superfície de corte. Os limites de aceitabilidade e o reparo das descontinuidades observadas visualmente na superfície de corte deverão ser como abaixo:

- (a) Qualquer descontinuidade com 25 mm de comprimento ou menos não precisa ser reparada, e a profundidade não precisa ser explorada.
- (b) Qualquer descontinuidade com mais de 25 mm de comprimento, com profundidade máxima de 3 mm, não precisa ser reparada, mas a profundidade deve ser explorada.
- (c) Qualquer descontinuidade com mais de 25 mm de comprimento, com profundidade superior a 3 mm, mas inferior a 6 mm, deverá ser removida e reparada com solda.
- (d) Qualquer descontinuidade com mais de 25 mm de comprimento, com profundidade superior a 6 mm, deverá ser encaminhada ao Engenheiro para resolução.

2.2 Workmanship Requirements / Requisitos de mão de obra

2.2.1 Roughness Requirements. Weld edge prep and other edge surfaces shall be evaluated with the surface roughness guide AWS C4.1-77. Acceptance criteria shall be as follows:

- 2.2.1.1** Weld edge prep surfaces for manual and semiautomatic welding processes shall not be rougher than Sample 3 and shall have no gouges deeper than 1.5 mm.
- 2.2.1.2** Weld edge prep surfaces for mechanized and automatic welding processes (except SAW) shall not be rougher than Sample 4 and shall have no gouges.
- 2.2.1.3** Weld edge prep surfaces for SAW shall not be rougher than Sample 3 and shall have no gouges.

2.2.1.4 Edges of members not subject to calculated stresses shall not be rougher than Sample 2 and shall have no gouges deeper than 3 mm.

2.2.1.5 All other edges shall not be rougher than Sample 3 and shall have no gouges deeper than 1.5 mm.

2.2.1 **Requisitos de rugosidade.** As superfícies de preparação da aresta de solda e outras arestas deverão ser avaliadas com base no guia de rugosidade da superfície AWS C4.1-77. Os critérios de aceitação deverão ser como abaixo:

2.2.1.1 Superfícies de preparação da aresta de solda para processos de soldagem manuais e semiautomáticos não deverão ter rugosidade superior à da Amostra 3, e não deverão apresentar goivas com profundidade superior a 1,5 mm.

2.2.1.2 Superfícies de preparação da aresta de solda para processos de soldagem mecanizados e automáticos (exceto SAW) não deverão ter rugosidade superior à da Amostra 4, e não deverão apresentar goivas.

2.2.1.3 Superfícies de preparação da aresta de solda para o processo SAW não deverão ter rugosidade superior à da Amostra 3, e não deverão apresentar goivas.

2.2.1.4 As arestas dos membros não sujeitos às tensões calculadas não deverão ter rugosidade superior à da Amostra 2, e não deverão apresentar goivas com profundidade superior a 3 mm.

2.2.1.5 Nenhuma outra aresta deverá ter rugosidade superior à da Amostra 3, nem deverá apresentar goivas com profundidade superior a 1,5 mm.

2.2.2 **Arc Strikes.** Base metal shall be free of arc strikes.

2.2.2 **Golpes de escorvamento.** O metal base deverá estar livre de golpes de escorvamento.

2.2.3 **Cleaning of Completed Welds.** Slag shall be removed from all completed welds. Spatter is acceptable unless NDT other than visual inspection is to be performed or otherwise specified.

2.2.3 **Limpeza de soldas concluídas.** A escória deverá ser removida de todas as soldas concluídas. O salpico é aceitável, exceto em casos onde sejam realizadas avaliações não destrutivas que não a inspeção visual, ou onde indicado de outra forma.

2.2.4 **Fillet Weld Terminations and Starts.** Fillet welds shall not be terminated on corners of lap joints. Terminations and starts shall be as follows:

2.2.4.1 **Statically Loaded Connections.** Terminations and starts shall be made by either holding the weld back from the corner for a distance not less than the specified fillet weld size or by wrapping the weld around the corner not less than two times nor more than four times the specified fillet weld size.

2.2.4.2 **Cyclically Loaded Connections.** Terminations and starts shall be made by wrapping the weld around the corner for a distance not less than two times nor more than four times the specified fillet weld size.

2.2.4 **Início e término de soldas em filete.** As soldas em filete não deverão terminar em cantos de juntas sobrepostas. Os termos e inícios deverão ser como abaixo:

2.2.4.1 Ligações com carga estática. Os terminos e inícios deverão ser executados de duas formas: mantendo a solda afastada do canto em uma distância não inferior à dimensão especificada da solda em filete; ou envolvendo a solda ao redor do canto não menos do que duas vezes, nem mais do que quatro vezes, a dimensão especificada da solda em filete.

2.2.4.2 Ligações com carga cíclica. Os terminos e inícios deverão ser executados envolvendo a solda ao redor do canto por uma distância não inferior a duas vezes, nem superior a quatro vezes, a dimensão especificada da solda em filete.

2.2.5 Repairs. The removal of weld metal or portions of the base metal may be done by machining, grinding, chipping, or gouging. It shall be done in such a manner that the adjacent weld metal or base metal is not nicked or gouged. Unacceptable portions of the weld shall be removed without substantial removal of the base metal. The surfaces shall be cleaned thoroughly before welding. Weld metal shall be deposited to compensate for any deficiency in size in the weld metal.

2.2.5 Reparos. A remoção do metal de solda ou partes do metal base poderá ser executada por usinagem, esmerilhamento, raspagem ou goivadura. Ela deverá ser feita de forma que o metal de solda adjacente ou metal base não apresente entalhes ou goivas. As partes inaceitáveis da solda deverão ser removidas sem remoção substancial do metal base. As superfícies deverão ser limpas por completo antes da soldagem. Metal de solda deverá ser depositado para compensar qualquer deficiência em dimensão do metal de solda.

2.3 Visual Inspection Acceptance Criteria. All welds shall be visually inspected and meet the acceptance criteria of Table 1.

2.3 Critérios de aceitação da inspeção visual. Todas as soldas deverão ser inspecionadas visualmente e satisfazer os critérios de aceitação da Tabela 1.

2.3.1 Weld Profiles. Weld profiles shall be in accordance with Table 1, Table 2, and Table 3, Figure A, Figure B, except as otherwise allowed in 2.3.1.1, 2.3.1.2 and 2.3.1.3.

2.3.1.1 Fillet Welds. Unless otherwise specified, the faces of fillet welds may be slightly convex, flat, or slightly concave as shown in Figure B.

2.3.1.2 Exception for Intermittent Fillet Welds. Except for undercut, as allowed by this specification, the profile requirements of Figure B shall not apply to the ends of intermittent fillet welds outside their effective length.

2.3.1.3 Groove Welds. Groove weld reinforcement shall comply with Table 2 and Table 3. Welds shall have a gradual transition to the plane of the base-metal surfaces.

2.3.1.4 Overlap. All welds shall be free of overlap.

2.3.1 Perfis de solda. Os perfis de solda deverão estar em conformidade com a Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3, Imagem A, Imagem B, salvo onde permitido de outra forma em 2.3.1.1, 2.3.1.2 e 2.3.1.3.

2.3.1.1 Soldas em filete. Salvo onde especificado de outra forma, as faces das soldas em filete poderão ser levemente convexas, planas ou levemente côncavas, conforme mostrado na Imagem B.

2.3.1.2 Exceção para soldas em filete descontínuas. Exceto em caso de rebaixe, conforme permitido por esta especificação, os requisitos de perfil da Imagem B não deverão ser aplicados às extremidades de

soldas em filete descontínuas além de seu comprimento efetivo.

2.3.1.3 Soldas em chanfro. O reforço de soldas em chanfro deverá estar em conformidade com a Tabela 2 e a Tabela 3. As soldas deverão ter uma transição gradual ao plano das superfícies do metal base.

2.3.1.4 Sobreposição. Todas as soldas deverão estar livres de sobreposição.

2.4 Fillet Weld Dimensional Tolerances / Tolerâncias dimensionais da solda em filete

2.4.1 Weld length and spacing. Unless otherwise specified, the weld length indicated is the minimum weld length and there is no maximum. The length of a fillet weld is the overall length of the full size fillet, including end returns (boxing) as measured along the center line of the effective throat and excluding the undersize portions of starts and stops. The tolerances of subclause 1.3.2 shall be applied to determine if the minimum length is acceptable, e.g., a 74.2 mm weld length satisfies the requirement for a 75 mm weld.

Unless otherwise specified, the weld spacing (pitch) is the maximum spacing between the centers of adjacent welds and there is no minimum. The tolerances of subclause 1.3.2 shall be applied to determine if the actual measured maximum spacing is acceptable, e.g., a 75.8 mm spacing satisfies the requirement for a 75 mm spacing.

2.4.1 Comprimento e espaçamento da solda. Salvo onde especificado de outra forma, o comprimento da solda indicado é o comprimento mínimo da solda, não havendo um máximo. O comprimento de uma solda em filete é o comprimento total do filete em dimensão normal, incluindo contornos medidos ao longo da linha central da garganta efetiva, e excluindo as porções subdimensionadas de inícios e paradas. As tolerâncias da subcláusula 1.3.2 deverão ser consideradas para determinar se o comprimento mínimo é aceitável. Por exemplo, um comprimento de solda de 74,2 mm satisfaz o requisito para uma solda de 75 mm.

Salvo onde especificado de outra forma, o espaçamento da solda (passo) é o espaçamento máximo ente os centros de soldas adjacentes, não havendo mínimo. As tolerâncias da subcláusula 1.3.2 deverão ser consideradas para determinar se o espaçamento máximo efetivamente medido é aceitável. Por exemplo, um espaçamento de 75,8 mm satisfaz o requisito para um espaçamento de 75 mm.

2.4.2 Fillet Weld Size. Unless otherwise specified in the visual inspection acceptance criteria, the fillet weld size is the minimum weld size and there is no maximum. The tolerances of subclause 1.3.2 do not apply.

2.4.2 Dimensão da solda em filete. Salvo onde especificado de outra forma nos critérios de aceitação da inspeção visual, a dimensão da solda em filete é a dimensão mínima da solda, não havendo máximo. As tolerâncias da subcláusula 1.3.2 não serão consideradas.

Table 1
Visual Inspection Acceptance Criteria – Structural Steel

Discontinuity Category and Inspection Criteria	Statically Loaded Nontubular Connections	Cyclically Loaded Nontubular Connections	Tubular Connections (All Loads)										
(1) Crack Prohibition Any crack shall be unacceptable, regardless of size or location.	X	X	X										
(2) Weld/Base-Metal Fusion Thorough fusion shall exist between adjacent layers of weld metal and between weld metal and base metal.	X	X	X										
(3) Crater Cross Section All craters shall be filled to provide the specified weld size, except for the ends of intermittent fillet welds outside of their effective length.	X	X	X										
(4) Weld Profiles Weld profiles shall be in conformance with 2.3.1.	X	X	X										
(5) Time of Inspection Visual inspection of welds in all steels may begin immediately after the completed welds have cooled to ambient temperature. Acceptance criteria for ASTM A 514, A 517, and A 709 Grade 100 and 100 W steels shall be based on visual inspection performed not less than 48 hours after completion of the weld.	X	X	X										
(6) Undersized Welds The size of a fillet weld in any continuous weld may be less than the specified nominal size (L) without correction by the following amounts (U): <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 40px;">L,</td> <td>U,</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 40px;">specified nominal weld size, mm</td> <td>allowable decrease from L, mm</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 40px;">≤ 5</td> <td>≤ 2</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 40px;">6</td> <td>≤ 2.5</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 40px;">≥ 8</td> <td>≤ 3</td> </tr> </table>	L,	U,	specified nominal weld size, mm	allowable decrease from L, mm	≤ 5	≤ 2	6	≤ 2.5	≥ 8	≤ 3	X	X	X
L,	U,												
specified nominal weld size, mm	allowable decrease from L, mm												
≤ 5	≤ 2												
6	≤ 2.5												
≥ 8	≤ 3												
(7) Undercut (A) For material less than 25 mm thick, undercut shall not exceed 0.8 mm. For material equal to or greater than 25 mm thick, undercut shall not exceed 2 mm for any length of weld. (B) In primary members, undercut shall be no more than 0.25 mm deep when the weld is transverse to tensile stress under any design loading condition. Undercut shall be no more than 0.8 mm deep for all other cases.	X												
(8) Porosity (A) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no visible porosity. For all other groove welds and for fillet welds, the sum of the visible porosity 0.8 mm or greater in diameter shall not exceed 10 mm in any linear 25 mm of weld. (B) The frequency of porosity in fillet welds shall not exceed one in each 100 mm of weld length and the maximum diameter shall not exceed 2.5 mm. Exception: for fillet welds connecting stiffeners to web, the sum of the diameters of porosity shall not exceed 10 mm in any linear 25 mm of weld. (C) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no porosity. For all other groove welds, the frequency of porosity shall not exceed one in 100 mm of length and the maximum diameter shall not exceed 2.5 mm.	X												
		X	X										
		X	X										

Note: An “X” indicates applicability for the connection type; a shaded area indicates non-applicability.

Tabela 1
Critérios de aceitação da inspeção visual – Aço estrutural

Categoria da descontinuidade e critérios de inspeção	Conexões não tubulares com carga estática	Conexões não tubulares com carga cíclica	Conexões tubulares (Todas as cargas)										
1) Inaceitabilidade de fissuras Todas as fissuras deverão ser consideradas inaceitáveis, independentemente da dimensão ou localização.	X	X	X										
(2) Fusão da solda e metal base Deverá existir fusão total entre as camadas adjacentes do metal de solda e entre o metal de solda e o metal base.	X	X	X										
(3) Seção transversal de crateras Todas as crateras deverão ser preenchidas para acomodar a dimensão de solda especificada, exceto as extremidades de soldas em filete descontínuas além de seu comprimento efetivo.	X	X	X										
(4) Perfis de solda Os perfis de solda deverão estar em conformidade com 2.3.1.	X	X	X										
(5) Prazo de inspeção A inspeção visual de soldas em todos os aços poderá ser iniciada imediatamente após as soldas concluídas resfriarem até a temperatura ambiente. Os critérios de aceitação para aços ASTM A 514, A 517 e A 709 Grau 100 e 100 W deverão ser baseados na inspeção visual executada não menos do que 48 horas após a conclusão da soldagem.	X	X	X										
(6) Soldas subdimensionadas A dimensão de uma solda em filete em qualquer solda contínua poderá ser inferior à dimensão nominal (L) sem correção pelos valores a seguir (U): <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">dimensão nominal da solda, diminuição admissível, mm, em relação a L, mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 5</td> <td style="text-align: center;">≤ 2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">≤ 2,5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥ 8</td> <td style="text-align: center;">≤ 3</td> </tr> </table>	L,	U,	dimensão nominal da solda, diminuição admissível, mm, em relação a L, mm		≤ 5	≤ 2	6	≤ 2,5	≥ 8	≤ 3	X	X	X
L,	U,												
dimensão nominal da solda, diminuição admissível, mm, em relação a L, mm													
≤ 5	≤ 2												
6	≤ 2,5												
≥ 8	≤ 3												
(7) Rebaixe (A) Em materiais com espessura inferior a 25 mm, o rebaixe não deverá exceder 0,8 mm. Em materiais com espessura igual ou superior a 25 mm, o rebaixe não deverá exceder 2 mm em nenhuma extensão da solda.	X												
(B) Em membros primários, o rebaixe não deverá apresentar profundidade superior a 0,25 mm quando a solda estiver transversal à tensão de tração sob qualquer condição de carga projetada. Em todos os outros casos, o rebaixe não deverá apresentar profundidade superior a 0,8 mm.		X	X										
(8) Porosidade (A) Soldas em chanfro CJP (junta com penetração completa) em juntas de topo transversais à direção da tensão de tração calculada não deverão apresentar porosidades visíveis. Em todas as outras soldas em chanfro e soldas em filete, a soma da porosidade visível com diâmetro igual ou superior a 0,8 mm não deverá exceder 10 mm em nenhuma extensão linear de 25 mm de solda.	X												
(B) A frequência da porosidade em soldas em filete não deverá exceder uma ocorrência a cada 100 mm do comprimento da solda, e o diâmetro máximo não deverá exceder 2,5 mm. Exceção: para soldas em filete que ligam enrijecedores à alma, a soma dos diâmetros de porosidade não deverá exceder 10 mm em nenhuma extensão linear de 25 mm de solda.		X	X										
(C) Soldas em chanfro CJP (junta com penetração completa) em juntas de topo transversais à direção da tensão de tração calculada não deverão apresentar porosidade. Em todas as outras soldas em chanfro, a frequência da porosidade não deverá exceder uma ocorrência a cada 100 mm de comprimento, e o diâmetro máximo não deverá exceder 2,5 mm.		X	X										

Observação: O “X” indica aplicabilidade para o tipo de conexão; a área escurecida indica não aplicabilidade.

Table 2
Weld Profiles (see 2.3.1)

Weld Type	Joint Type			
	Butt	T-Joint	Lap	Corner-Inside
Groove (CJP or PJP)	Figure A	N/A	N/A	N/A
	Schedule A	N/A	N/A	N/A
Fillet	N/A	Figure B	Figure B	Figure B
	N/A	Schedule B	Schedule B	Schedule B

Tabela 2
Perfis de solda (ver 2.3.1)

Tipo de solda	Tipo de junta			
	de topo	em T	sobreposta	de canto interna
em chanfro (CJP ou PJP)	Imagem A	N/D	N/D	N/D
	Perfil A	N/D	N/D	N/D
Filete	N/D	Imagem B	Imagem B	Imagem B
	N/D	Perfil B	Perfil B	Perfil B

Table 3
Weld Profile Schedules (see 2.3.1)

Schedule A	(t = thickness of thicker plate joined for CJP; t = throat size for PJP)		
	t	R min.	R max.
	≤ 25 mm	0	2 mm
	> 25 mm	0	3 mm
	≤ 50 mm	0	3 mm
	> 50 mm	0	5 mm

Schedule B	(W = width of weld face or individual surface bead; C = allowable convexity)		
	W	C min.	C max.
	≤ 8 mm	0	2 mm
	> 8 mm	0	3 mm
	< 25 mm	0	3 mm
	≥ 25 mm	0	5 mm

Tabela 3
Perfis de solda (ver 2.3.1)

Perfil A	(t = espessura da chapa mais espessa ligada em CJP; t = dimensão da garganta em PJP)		
	t	R mín.	R máx.
	≤ 25 mm	0	2 mm
	> 25 mm	0	3 mm
	≤ 50 mm	0	3 mm
	> 50 mm	0	5 mm

Perfil B	(W = largura da face de solda ou cordão de superfície individual; C = convexidade admissível)		
	W	C mín.	C máx.
	≤ 8 mm	0	2 mm
	> 8 mm	0	3 mm
	< 25 mm	0	3 mm
	≥ 25 mm	0	5 mm

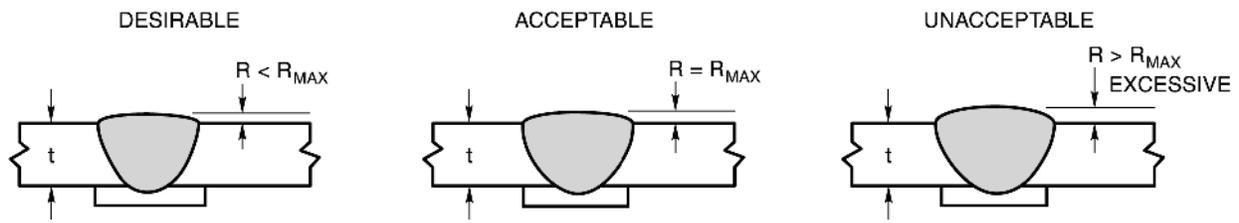


FIGURE A – WELD PROFILES FOR BUTT JOINT REQUIREMENTS (see Tables 2 and 3)

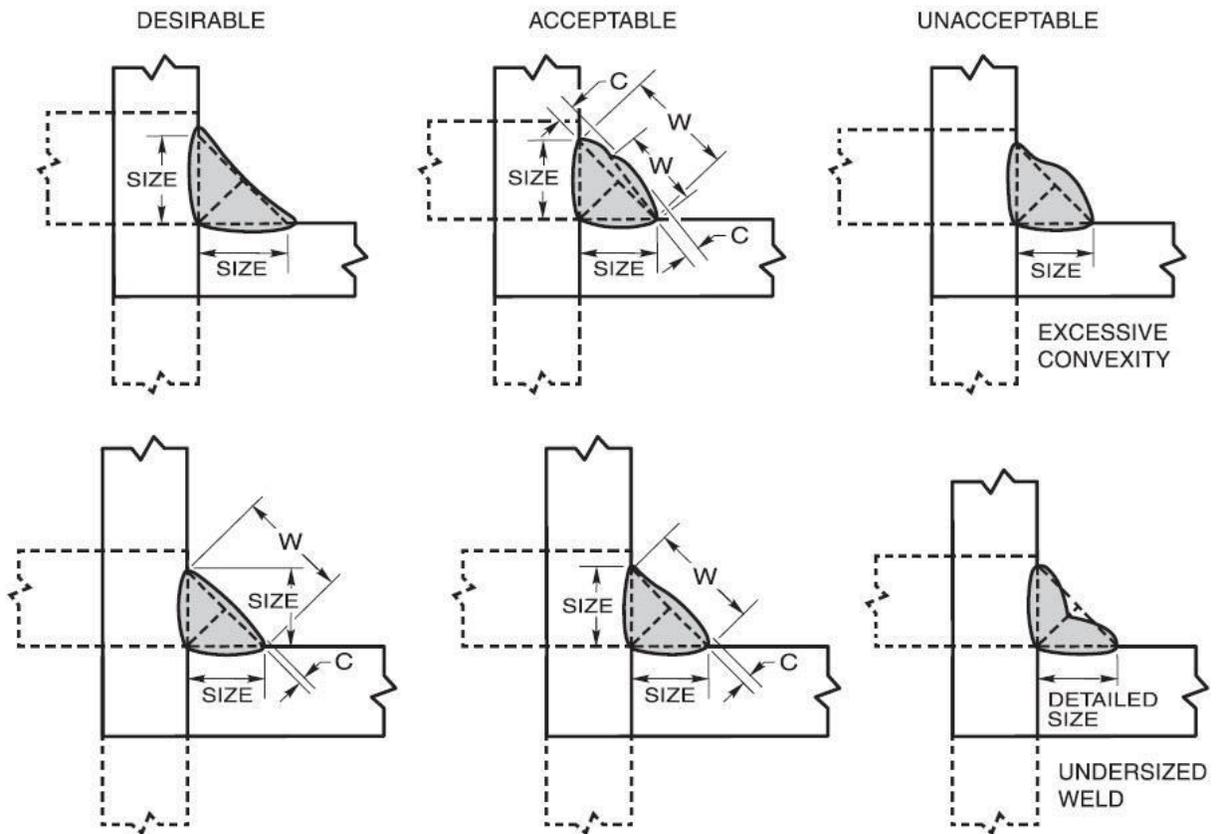


FIGURE B – FILLET WELD PROFILE REQUIREMENTS FOR INSIDE CORNER JOINTS, LAP JOINTS, AND T-JOINTS (see Tables 2 and 3)

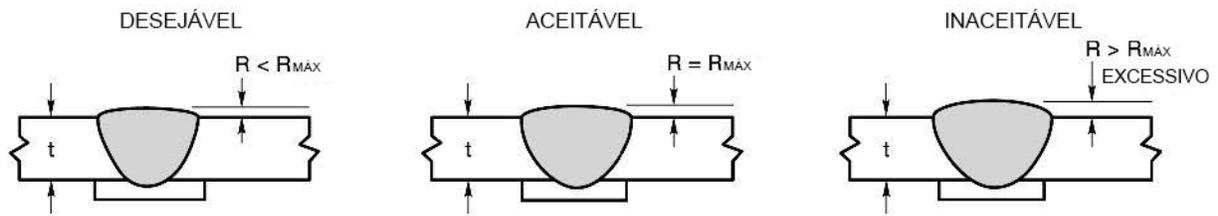


IMAGEM A – REQUISITOS DE PERFIL DE SOLDA PARA JUNTA DE TOPO (ver Tabelas 2 e 3)

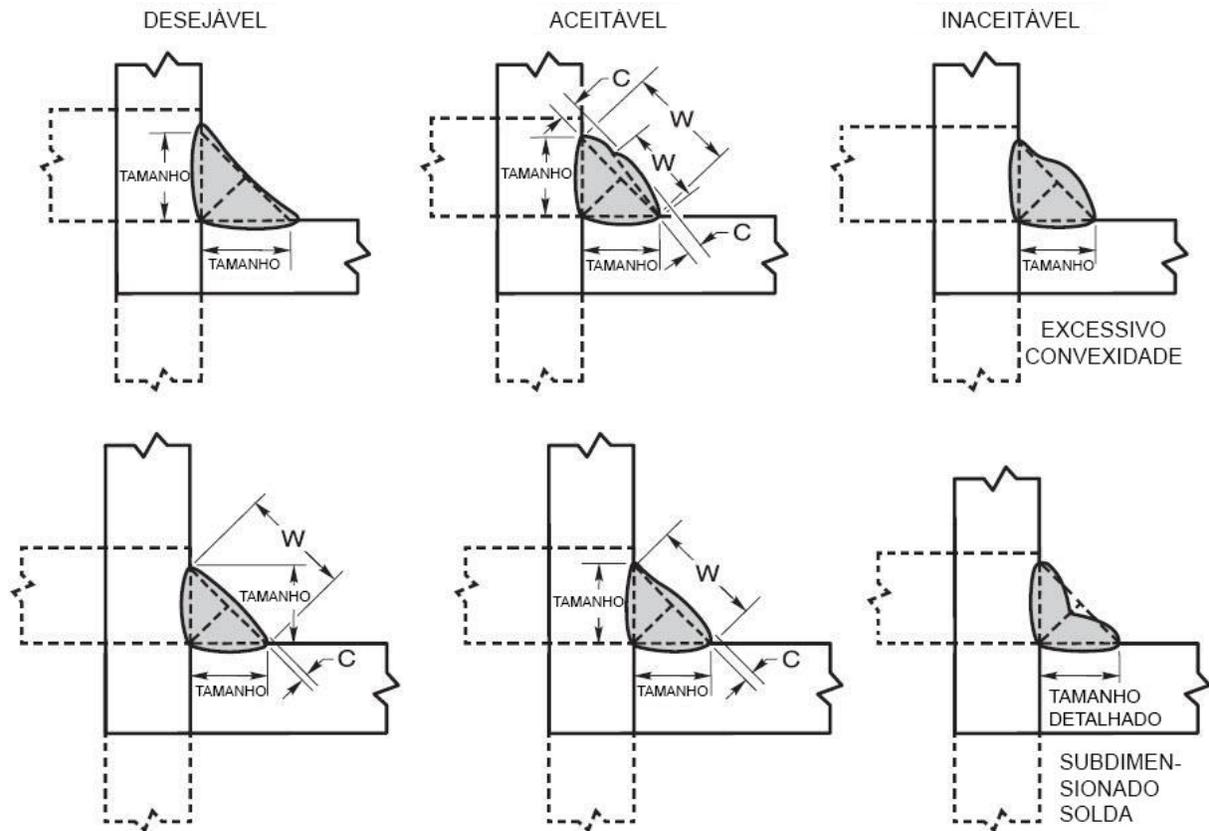


IMAGEM B – REQUISITOS DE PERFIL DE SOLDA EM FILETE PARA JUNTAS DE CANTO INTERNAS, JUNTAS SOBREPOSTAS E JUNTAS EM T (ver Tabelas 2 e 3)

This page is intentionally blank. / Página intencionalmente em branco.

3.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pipeline / Requisitos de mão de obra e critérios de aceitação da inspeção visual – Tubulação

3.1 Workmanship Requirements / Requisitos de mão de obra

3.1.1 Edge preparation details and fit-up dimensions shall be as specified in the WPS.

3.1.1 Os detalhes de preparação da aresta e as dimensões de montagem deverão ser como especificado na EPS.

3.1.2 The beveled ends shall be smooth and uniform.

3.1.2 As extremidades em bisel deverão ser regulares e uniformes.

3.1.3 The alignment of abutting ends shall minimize the offset between surfaces. For pipe ends of the same nominal thickness, the offset shall not exceed 3 mm.

3.1.3 O alinhamento de extremidades adjacentes deverá minimizar o desvio entre as superfícies. Em extremidades de tubo com a mesma espessura nominal, o desvio não deverá exceder 3 mm.

3.1.4 The number of filler and finish beads shall allow the completed weld a substantially uniform cross section around the circumference of the pipe. At no point shall the crown surface fall below the outside surface of the pipe, nor shall it be raised above the parent metal by more than 2 mm.

3.1.4 A quantidade de cordões de enchimento e acabamento deverá proporcionar à solda concluída uma seção transversal substancialmente uniforme ao redor da circunferência do tubo. Em nenhum ponto a superfície do reforço externo deverá estar abaixo da superfície externa do tubo, nem deverá estar elevada acima do metal base em mais de 2 mm.

3.1.5 Adjacent beads shall neither be started nor terminated at the same location.

3.1.5 Cordões adjacentes não deverão ser iniciados nem terminados no mesmo local.

3.1.6 The face of the completed weld shall be no more than 3 mm wider than the width of the original groove.

3.1.6 A face da solda concluída deverá apresentar largura não mais do que 3 mm superior à largura do chanfro original.

3.1.7 The completed weld (including parent metal) shall be thoroughly brushed and cleaned. All spatter shall be removed.

3.1.7 A solda concluída (incluindo o metal base) deverá ser totalmente escovada e limpa. Todos os salpicos deverão ser removidos.

3.1.8 Arc burns on the parent metal surface are unacceptable.

3.1.8 Golpes de escorvamento sobre a superfície do metal base são inaceitáveis.

3.1.9 Repair and Removal of Defects

3.1.9.1 Authorization. Company authorization is required for crack repairs, back weld repairs and double repairs. Company authorization is not required for any repairs that do not involve the application of heat or weld metal, such as grinding, filing, etc. Rework is not a repair and does not require Company authorization.

3.1.9.2 Crack Repairs. Cracked welds shall be cut out unless the repair is authorized by the Company. When a crack repair is authorized:

- (1) a cracked weld may be repaired by complete or partial removal of the weld provided the length of a single crack or aggregate length of more than one crack in a single repair area is less than 8% of the weld length using a qualified repair procedure;
- (2) a weld that contains multiple repair areas with cracks shall not be repaired unless the total accumulated repair length is less than 8% of the weld length and a qualified repair procedure is used;
- (3) a double repair of a crack is not permitted. Additional cracking in any weld after repair shall require a cut out;
- (4) shallow crater cracks or star cracks found and contained completely in internal or external weld reinforcement may be repaired by grinding (i.e., abrasive methods) without a qualified repair procedure. If the grinding exceeds the internal or external reinforcement, the reinforcement shall be replaced using a qualified weld procedure.

3.1.9.3 Repairs of Defects Other Than Cracks. Defects other than cracks in the root, filler, and finish beads may be repaired with prior Company authorization. A qualified repair procedure shall be required whenever a repair is made by welding when:

- (1) using a welding process, combination of welding processes, or method of application or filler metals different from that used to make the original weld; or
- (2) repairs are made in a previously welded repair area; or
- (3) required by the Company.

3.1.9.4 Grinding Repairs. Grinding repairs may be used to remove defects in the reinforcement of root beads and cover passes provided:

- (1) there is a smooth transition free of undercutting and other imperfections between the ground area and the original weld, and
- (2) pipe surface contour and the minimum wall and weld thickness requirements are not violated.

If the minimum wall/weld thickness is not known, the grinding depth is limited to the excess root bead penetration or external reinforcement. The grinding repair length and number of grinding repair areas is not limited. Grinding repairs do not require the use of a qualified repair procedure.

3.1.9.5 Back Weld Repairs. When back weld repairs are permitted by the Company, a repair procedure shall be qualified.

3.1.9.6 Welded Double Repairs. A double repair requires prior Company authorization. Subsequent repair of a double repair weld is not permitted.

3.1.9.7 Weld Repair and Inspection Procedure. Defects may be removed by grinding, chipping, or gouging or a combination of these methods followed by a weld repair. Prior to welding, the repair groove shall be examined visually and by either PT or MT to verify complete removal of the defect. Preheat and interpass heat treatment shall be the same as required for the original weld. The completed repair shall be visually examined and the entire weld shall be radiographed.

3.1.9 Reparo e remoção de defeitos

3.1.9.1 Autorização. É necessário obter a autorização da empresa para realizar reparos de fissuras, reparos na solda de suporte e reparos duplos. Não é necessário obter a autorização da empresa para realizar reparos que não envolvam aplicação de calor ou metal de solda, como esmerilhamento, limagem, etc. O retrabalho não constitui um reparo, e não requer a autorização da Empresa.

3.1.9.2 Reparos de fissuras. Soldas com fissuras deverão ser removidas por corte, exceto se o reparo for autorizado pela Empresa. Mediante a autorização de um reparo de fissura:

- (1) a solda com fissura poderá ser reparada por extração total ou parcial da solda através de um procedimento de reparo qualificado, contanto que o comprimento de uma fissura individual ou o comprimento agregado de mais de uma fissura em uma área de reparo individual seja inferior a 8% do comprimento da solda;
- (2) a solda que apresentar múltiplas áreas de reparo com fissuras não deverá ser reparada, exceto se o comprimento de reparo total for inferior a 8% do comprimento da solda, e com o auxílio de um procedimento de reparo qualificado;
- (3) não são permitidos reparos duplos de uma fissura. Soldas que apresentarem novas fissuras após o reparo deverão ser removidas por corte;
- (4) fissuras de cratera superficiais ou trincas de estrela encontradas e contidas completamente no reforço interno ou externo da solda poderão ser reparadas por esmerilhamento (ou seja, métodos abrasivos) sem um procedimento de reparo qualificado. Se o esmerilhamento exceder o reforço interno ou externo, o reforço deverá ser substituído através de um procedimento de soldagem qualificado.

3.1.9.3 Reparos de defeitos que não sejam fissuras. Defeitos que não sejam fissuras na raiz, enchimento e cordões de acabamento poderão ser reparados mediante autorização prévia da Empresa. Um procedimento de reparo qualificado deverá ser exigido sempre que um reparo for executado por soldagem:

- (1) quando da utilização de um processo de soldagem, combinação de processos de soldagem, ou método de aplicação ou metais de enchimento diferentes daqueles utilizados para fazer a solda original; ou
- (2) quando reparos forem feitos em uma área reparada anteriormente com solda; ou
- (3) quando exigido pela Empresa.

3.1.9.4 Reparos por esmerilhamento. Reparos por esmerilhamento poderão ser utilizados para remover defeitos no reforço dos cordões da raiz e passes de cobertura, contanto que:

- (1) haja uma transição suave, livre de rebaixas e outras imperfeições entre a área da base e a solda original, e
- (2) os requisitos de contorno da superfície e espessura mínima do tubo, e espessura da solda, não sejam desrespeitados.

Caso a espessura mínima do tubo ou solda não seja conhecida, a profundidade de esmerilhamento estará limitada ao excesso de penetração do cordão da raiz ou ao reforço externo. Não há limites para o comprimento do reparo por esmerilhamento, nem para o número de áreas reparadas por esmerilhamento. Não é necessário utilizar um procedimento de reparo qualificado em reparos por esmerilhamento.

3.1.9.5 Reparos em solda de suporte. Quando a Empresa autorizar reparos em solda de suporte, o procedimento de reparo deverá ser qualificado.

3.1.9.6 Reparos duplos com solda. É necessário obter autorização prévia da Empresa para executar um reparo duplo. Não é permitido realizar um reparo subsequente de uma solda com reparo duplo.

3.1.9.7 Reparo da solda e procedimento de inspeção. Defeitos poderão ser removidos por esmerilhamento, raspagem ou goivadura, ou uma combinação desses métodos, seguido por um reparo da solda. Antes da soldagem, o chanfro do reparo deverá ser examinado visualmente pelo ensaio de PT (líquidos penetrantes) ou MT (partículas magnéticas) para confirmar a remoção do defeito. O tratamento térmico de pré-aquecimento e interpasse deverá ser igual ao exigido para a solda original. O reparo finalizado deverá ser examinado visualmente e toda a solda deverá ser radiografada.

3.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / Critérios de aceitação da inspeção visual

3.2.1 Inadequate Penetration Without High-low (IP). Inadequate penetration without high-low is defined as the incomplete filling of the weld root. This condition is shown schematically in Figure C. IP shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.1.1 The length of an individual indication of IP exceeds 25 mm.

3.2.1.2 The aggregate length of indications of IP in any continuous 300 mm length of weld exceeds 25 mm.

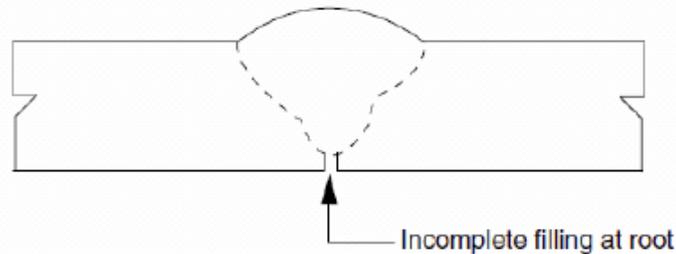
3.2.1.3 The aggregate length of indications of IP exceeds 8% of the weld length in any weld less than 300 mm in length.

3.2.1 Penetração inadequada sem desalinhamento da junta de solda (IP). A penetração inadequada sem o desalinhamento da junta de solda é definida como o enchimento incompleto da raiz de solda. Esta condição é representada esquematicamente na Imagem C. A IP deverá ser considerada um defeito na presença de uma das condições a seguir:

3.2.1.1 O comprimento de uma indicação individual de IP excede 25 mm.

3.2.1.2 O comprimento agregado de indicações de IP em qualquer extensão contínua de 300 mm de solda excede 25 mm.

3.2.1.3 O comprimento agregado de indicações de IP excede 8% do comprimento da solda em qualquer solda com menos de 300 mm de comprimento.



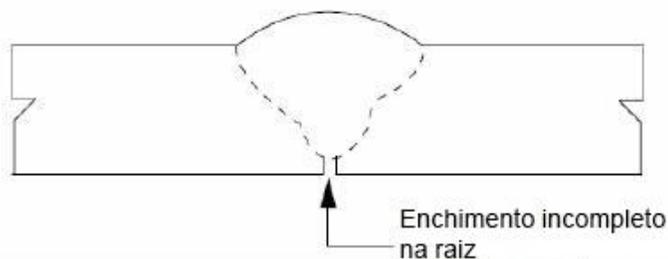
Note: One or both root faces may be inadequately filled at the inside surface.

FIGURE C – Inadequate Penetration Without High-Low (IP)

3.2.2 Inadequate Penetration Due to High-low (IPD). Inadequate penetration due to high-low is defined as the condition that exists when one edge of the root is exposed (or unbonded) because adjacent pipe or fitting joints are misaligned. This condition is shown schematically in Figure D. IPD shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.2.1 The length of an individual indication of IPD exceeds 50 mm.

3.2.2.2 The aggregate length of indications of IPD in any continuous 300 mm length of weld exceeds 75 mm.



Observação: Uma ou mais faces de raiz poderão estar preenchidas de forma inadequada na superfície interna.

IMAGEM C – Penetração inadequada sem desalinhamento da junta de solda (IP)

3.2.2 Penetração inadequada devido ao desalinhamento da junta de solda (IPD). A penetração inadequada devido ao desalinhamento da junta de solda é definida como a condição que existe quando uma aresta da raiz fica exposta (ou não ligada) graças ao desalinhamento do tubo adjacente ou juntas de montagem. Esta condição está representada esquematicamente na Imagem D. A IPD deverá ser considerada um defeito na presença de uma das condições a seguir:

3.2.2.1 O comprimento de uma indicação individual de IPD excede 50 mm.

3.2.2.2 O comprimento agregado de indicações de IPD em qualquer extensão contínua de 300 mm de solda excede 75 mm.

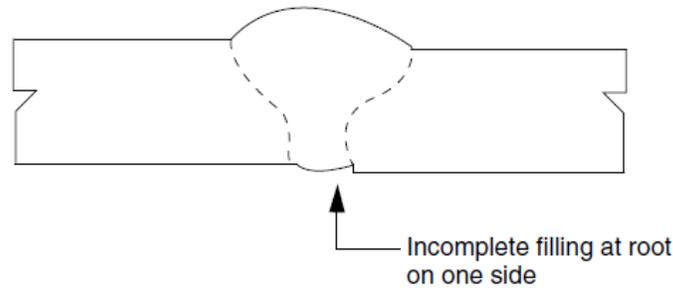


FIGURE D – Inadequate Penetration Due to High-Low (IPD)

3.2.3 Incomplete Fusion (IF). Incomplete fusion is defined as a surface imperfection between the weld metal and the base material that is open to the surface. This condition is shown schematically in Figure E. It shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.3.1 The length of an individual indication of IF exceeds 25 mm.

3.2.3.2 The aggregate length of indications of IF in any continuous 300 mm length of weld exceeds 25 mm.

3.2.3.3 The aggregate length of indications of IF exceeds 8% of the weld length in any weld less than 300 mm in length.

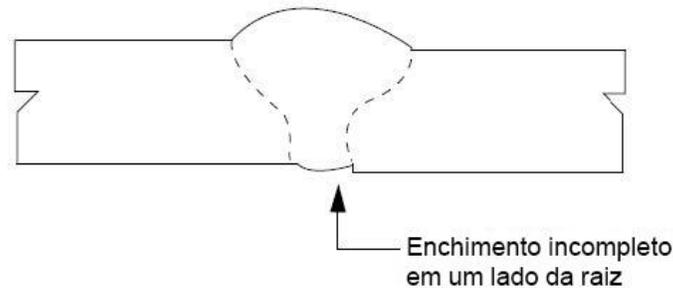


IMAGEM D – Penetração inadequada devido ao desalinhamento da junta de solda (IPD)

3.2.3 Fusão incompleta (IF). A fusão incompleta é definida como uma imperfeição de superfície entre o metal de solda e o material base exposto à superfície. Esta condição está representada esquematicamente na Imagem E. Ela deverá ser considerada um defeito na presença de uma das condições a seguir:

3.2.3.1 O comprimento de uma indicação individual de IF excede 25 mm.

3.2.3.2 O comprimento agregado de indicações de IF em qualquer extensão contínua de 300 mm de solda excede 25 mm.

3.2.3.3 O comprimento agregado de indicações de IF excede 8% do comprimento da solda em qualquer solda com menos de 300 mm de comprimento.

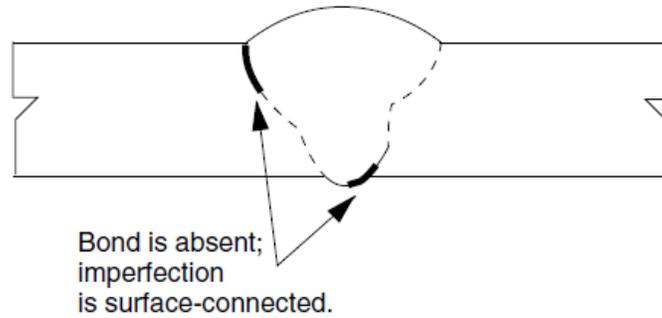


FIGURE E – Incomplete Fusion at Root of Bead or Top of Joint (IF)

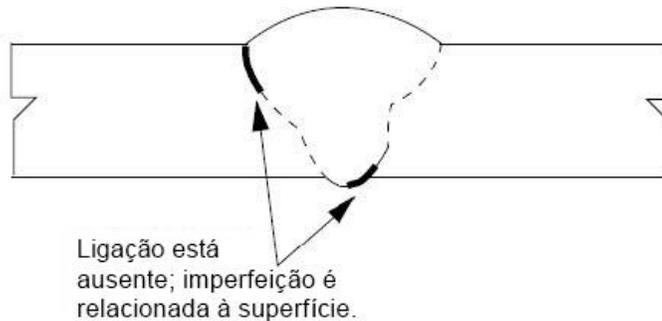


IMAGEM E – Fusão incompleta na raiz do cordão ou no topo da junta (IF)

3.2.4 Burn-through (BT). A burn-through is defined as a portion of the root bead where excessive penetration has caused the weld puddle to be blown into the pipe resulting in a hole or depression in the root bead of a single groove weld. BT shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.4.1 The maximum dimension exceeds 6 mm.

3.2.4.2 The sum of the dimensions of separate BTs exceeds 13 mm in any continuous 300 mm length of weld or the total weld length, whichever is less.

3.2.4 Perfuração (BT). Uma perfuração (burn-through) é definida como uma porção do cordão da raiz onde o excesso de penetração fez com que a poça de solda fosse lançada contra o tubo, resultando em um buraco ou depressão no cordão da raiz de uma única solda em chanfro. A BT deverá ser considerada um defeito na presença de uma das condições a seguir:

3.2.4.1 A dimensão máxima excede 6 mm.

3.2.4.2 A soma das dimensões de BTs separadas excede 13 mm em qualquer extensão contínua de 300 mm de solda, ou no comprimento total da solda, o que for menor.

3.2.5 Porosity (P). Porosity is defined as gas trapped by solidifying weld metal before the gas has a chance to rise to the surface of the molten puddle and escape. Porosity is generally spherical but may be elongated or irregular in shape, such as piping (wormhole) porosity. Porosity shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.5.1 The size of an individual pore exceeds 3 mm.

3.2.5.2 The size of an individual pore exceeds 25% of the thinner of the nominal wall thicknesses

joined.

3.2.5.3 Cluster porosity (CP) that occurs in the finish pass shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.5.3.1 The diameter of the cluster exceeds 13 mm.

3.2.5.3.2 The aggregate length of CP in any continuous 300 mm length of weld exceeds 13 mm.

3.2.5 Porosidade (P). Porosidade é definida como o gás retido pela solidificação do metal de solda antes que tenha tido a oportunidade de subir até a superfície da poça de solda e escapar. Em geral, a porosidade é esférica, mas poderá ser de formato alongado ou irregular, como a porosidade de tubulações (bolha de retração). A porosidade deverá ser considerada um defeito na presença de uma das condições a seguir:

3.2.5.1 A dimensão de um poro individual excede 3 mm.

3.2.5.2 A dimensão de um poro individual excede 25% da menor espessura nominal na ligação.

3.2.5.3 A porosidade do feixe (CP) que ocorre no passe de acabamento deverá ser considerada um defeito na presença de uma das condições a seguir:

3.2.5.3.1 O diâmetro do feixe excede 13 mm.

3.2.5.3.2 O comprimento agregado de CP em qualquer extensão contínua de 300 mm de solda excede 13 mm.

3.2.6 Cracks (C). Cracks shall be considered a defect.

3.2.6 Fissuras (C). Fissuras deverão ser consideradas um defeito.

3.2.7 External Undercutting (EU) or Internal Undercutting (IU). Undercutting is defined as a groove melted or any reduction of the parent material adjacent to the toe or root of the weld and left unfilled by weld metal. Undercutting adjacent to the cover pass (EU) or root pass (IU) shall be considered a defect should the maximum dimensions of Table 4 be exceeded.

3.2.7 Rebaixe externo (EU) ou rebaixe interno (IU). O rebaixe é definido como um chanfro fundido ou qualquer redução do material base adjacente à concordância ou raiz da solda, e não preenchido pelo metal de solda. Caso as dimensões máximas da Tabela 4 sejam excedidas, o rebaixe adjacente ao passe de cobertura (EU) ou ao passe de raiz (IU) deverá ser considerado um defeito.

Table 4 – Maximum Dimensions of Undercutting (EU or IU)	
Depth	Length
> 0.8 mm or > 12.5% of pipe wall thickness, whichever is smaller	Not acceptable
> 0.4 mm but ≤ 0.8 mm or > 6% but ≤ 12.5% of pipe wall thickness, whichever is smaller	50 mm in a continuous 300 mm weld length or one-sixth the weld length, whichever is smaller
≤ 0.4 mm or ≤ 6% of pipe wall thickness, whichever is smaller	Acceptable, regardless of length

3.2.8 Accumulation of Imperfections (AI). Excluding IPD, EU, and IU, any accumulation of otherwise acceptable imperfections such as P, CP, IF, IP, and BT, shall be considered a defect should any of the following conditions exist:

3.2.8.1 The aggregate length of AI in any continuous 300 mm length of weld exceeds 50 mm.

3.2.8.2 The aggregate length of AI exceeds 8% of the weld length.

Tabela 4 – Dimensões máximas do rebaixe (EU ou IU)	
Profundidade	Comprimento
> 0,8 mm ou > 12,5% da espessura do tubo, o que for menor	Não aceitável
> 0,4 mm, mas ≤ 0,8 mm ou > 6%, mas ≤ 12,5% da espessura do tubo, o que for menor	50 mm em uma extensão contínua de 300 mm de solda, ou em um sexto do comprimento da solda, o que for menor
≤ 0,4 mm ou ≤ 6% da espessura do tubo, o que for menor	Aceitável, independentemente do comprimento

3.2.8 Acúmulo de imperfeições (AI). Excetuando-se IPD, EU e IU, qualquer acúmulo de imperfeições que de outra forma seriam aceitáveis, como P, CP, IF, IP e BT, deverá ser considerado um defeito na presença de uma das condições a seguir:

3.2.8.1 O comprimento agregado de AI em qualquer extensão contínua de 300 mm de solda excede 50 mm.

3.2.8.2 O comprimento agregado de AI excede 8% do comprimento da solda.

4.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pressure Piping / Requisitos de mão de obra e critérios de aceitação da inspeção visual – Tubulação pressurizada

4.1 Requisitos de mão de obra / Requisitos de mão de obra

4.1.1 The internal misalignment of the ends to be joined shall not be greater than 2 mm. When the internal misalignment exceeds the allowable, it is preferred that the component with the wall extending internally be internally trimmed. However, trimming shall result in a piping component thickness not less than the minimum allowable thickness, and the change in contour shall not exceed 30 degrees.

4.1.1 O desalinhamento interno das extremidades a serem ligadas não deverá ser superior a 2 mm. Quando o desalinhamento interno exceder o limite permitido, é preferível que o componente com a face estendendo-se internamente seja aparado internamente. Entretanto, a aparar deverá resultar em um componente de tubulação com espessura não inferior à espessura mínima permitida, e a alteração no contorno não deverá exceder 30 graus.

4.1.2 Edge preparation details and the root opening of the joint shall be as specified in the WPS.

4.1.2 Os detalhes de preparação da aresta e a abertura da raiz da junta deverão ser como especificado na EPS.

4.1.3 Surfaces for welding shall be clean and free from paint, oil, rust, scale, or other material that is detrimental to welding.

4.1.3 As superfícies de soldagem deverão estar limpas e livres de tinta, óleo, ferrugem, carepa e outros materiais prejudiciais à soldagem.

4.1.4 The stopping and starting ends of tack welds shall be prepared by grinding or other mechanical means so that they can be satisfactorily incorporated into the final weld. Tack welds that have cracked are unacceptable and shall be removed and rewelded.

4.1.4 As extremidades de parada e início dos pingos de solda deverão ser preparadas por esmerilhamento ou outro processo mecânico para que possam ser incorporadas de forma satisfatória na solda final. Pingos de solda com fissuras são inaceitáveis e deverão ser removidos e ressoldados.

4.1.5 After welding commences, the minimum preheat temperature should be maintained until the joint is completed. However, welding may be interrupted and the joint allowed to cool slowly provided a minimum 10 mm thickness of weld is deposited or 25% of the groove is filled, whichever is less.

4.1.5 Após o início da soldagem, é preferível manter a temperatura mínima de pré-aquecimento até a conclusão da junta. Entretanto, contanto que uma espessura mínima de 10 mm de solda seja depositada ou 25% do chanfro sejam preenchidos, o que ocorrer primeiro, a soldagem poderá ser interrompida e a junta permitida resfriar lentamente.

4.1.6 Arc strikes outside the area of the intended weld are unacceptable.

4.1.6 Golpes de escorvamento fora da área destinada à solda são inaceitáveis.

4.1.7 As-welded surfaces, including tie-ins, shall be smooth, uniform, and free from overlap.

4.1.7 As superfícies como soldadas (as-welded), incluindo entroncamentos (tie-ins), deverão ser regulares, uniformes e livres de sobreposição.

4.1.8 Base metal surfaces shall be free of spatter.

4.1.8 As superfícies do metal base deverão estar livres de salpicos.

4.1.9 Repair Welding. Any discontinuities in excess of the maximum permitted in 4.2 shall be removed and may be repaired by welding after the area has been magnetic particle or dye penetrant inspected to assure complete removal of discontinuities.

4.1.9.1 Defect Removal. All defects in welds or base materials requiring repair shall be removed by flame or arc gouging, grinding, chipping, or machining. Preheating may be required for flame or arc gouging on certain alloy materials of the air hardening type in order to prevent surface checking or cracking adjacent to the flame or arc gouged surface. When a defect is removed but welding repair is unnecessary, the surface shall be contoured to eliminate any sharp notches or corners. The contoured surface shall be reinspected by the same means originally used for locating the defect.

4.1.9.2 Repair Welds. Repair welds shall be made in accordance with a WPS using qualified welders, recognizing that the cavity to be repair welded may differ in contour and dimension from a normal joint preparation and may present different restraint conditions. All repair welds shall meet the visual acceptance criteria of 4.2.

4.1.9.3 Inspection. All weld repairs of depth exceeding 25 mm or 20% of the section thickness, whichever is the lesser (as measured from the pipe surface), shall be inspected by radiography and by magnetic particle or dye penetrant inspection of the finished weld surface. All weld repairs of depth less than 20% of the section thickness, or 25 mm, whichever is the lesser shall be examined by magnetic particle or dye penetrant inspection of the first layer of each 6 mm thickness of deposited weld metal, and of the finished weld surface. Magnetic particle or dye penetrant testing of the finished weld surface shall be done after postweld heat treatment.

4.1.9 Soldagem de reparo. Todas as descontinuidades em excesso do máximo permitido em 4.2 deverão ser removidas. Elas poderão ser reparadas por soldagem após a área ter sido inspecionada pelo ensaio de líquidos penetrantes ou partículas magnéticas para garantir sua remoção.

4.1.9.1 Remoção de defeitos. Todos os defeitos em soldas ou materiais base que exigem reparo deverão ser removidos por goivadura por chama ou arco, esmerilhamento, raspagem ou usinagem. O pré-aquecimento poderá ser necessário para a goivadura por chama ou arco em certos materiais de liga temperados em ar para evitar trincas e fissuras na superfície adjacente à superfície goivada por chama ou arco. Quando um defeito for removido, mas o reparo por soldagem for desnecessário, a superfície deverá ser contornada para eliminar todos os entalhes ou cantos vivos. A superfície contornada deverá ser reinspecionada através do mesmo método utilizado originalmente para identificar o defeito.

4.1.9.2 Soldas de reparo. As soldas de reparo deverão ser feitas em conformidade com uma EPS usando soldadores qualificados, reconhecendo que a cavidade a ser reparada por solda poderá diferir em contorno e dimensão de uma preparação de junta normal, e poderá apresentar diferentes condições restritivas. Todas as soldas de reparo deverão satisfazer os critérios de aceitação visual de 4.2.

4.1.9.3 Inspeção. Todos os reparos de solda com profundidade superior a 25 mm ou 20% da espessura da seção, o que for menor (medido a partir da superfície do tubo), deverão ser inspecionados por radiografia e por ensaio de partículas magnéticas ou líquidos penetrantes na superfície da solda finalizada. Todos os reparos de solda com profundidade inferior a 20% da espessura da seção, ou 25 mm, o que for menor, deverão ser examinados por ensaio de partículas magnéticas ou líquidos penetrantes da primeira camada a cada 6 mm de espessura do metal de solda depositado, e da superfície da solda finalizada. O ensaio de partículas magnéticas ou líquidos penetrantes da superfície da solda finalizada deverá ser realizado após o tratamento térmico pós-soldagem.

**4.2 Visual Inspection Acceptance Criteria. Any of the following indications are unacceptable: /
 Critérios de aceitação da inspeção visual. Todas as indicações a seguir são inaceitáveis:**

4.2.1 Cracks

4.2.1 Fissuras

4.2.2 Undercut that is greater than 0.8 mm deep. This also includes any other reduction of base metal at the weld toes.

4.2.2 Rebaixe com profundidade superior a 0,8 mm. Isto inclui todas reduções do metal base nas concordâncias da solda.

4.2.3 Weld reinforcement greater than specified in Table 5

4.2.3 Reforço da solda maior do que o especificado na Tabela 5

Table 5

Thickness of Base Metal (mm)	Maximum Thickness of Reinforcement for Design Temperature		
	>400°C mm	175°C - 400°C mm	<175°C mm
Up to 3, incl.	2	2.5	5
Over 3 to 5, incl.	2	3	5
Over 5 to 13, incl.	2	4	5
Over 13 to 25, incl.	2.5	5	5
Over 25 to 50, incl.	3	6	6
Over 50	4	note (a)	note (a)

(a) The greater of 6 mm or 1/8 times the width of the weld.

NOTES:

1. For double welded butt joints, this limitation on reinforcement given above shall apply separately to both inside and outside surfaces of the joint.
2. For single welded butt joints, the reinforcement limits given above shall apply to the outside surface of the joint only.
3. The thickness of weld reinforcement shall be based on the thickness of the thinner of the materials being joined.
4. The weld reinforcement thicknesses shall be determined from the higher of the abutting surfaces involved.
5. Weld reinforcement may be removed if so desired.

Tabela 5

Espessura do metal base (mm)	Espessura máxima de reforço para a temperatura de projeto		
	>400 °C mm	175 °C a 400 °C mm	<175 °C mm
Até 3, inclusive	2	2,5	5
Acima de 3 a 5, inclusive	2	3	5
Acima de 5 a 13, inclusive	2	4	5
Acima de 13 a 25, inclusive	2,5	5	5
Acima de 25 a 50, inclusive	3	6	6
Acima de 50	4	observação (a)	observação (a)

(a) O maior valor: 6 mm ou 1/8 da largura da solda.

OBSERVAÇÕES:

1. Em juntas de topo com dupla solda, este limite sobre o reforço indicado acima deverá ser considerado individualmente nas superfícies internas e externas da junta.
2. Em juntas de topo com solda única, os limites sobre o reforço indicados acima deverão ser considerados apenas à superfície externa da junta.
3. A espessura do reforço de solda deverá ser baseada na espessura do material mais fino entre os materiais sendo ligados.
4. A espessura do reforço de solda deverá ser determinada a partir da superfície mais elevada entre as superfícies adjacentes envolvidas.
5. O reforço da solda poderá ser removido, se desejado.

4.2.4 Lack of fusion

4.2.4 Fusão incompleta

4.2.5 Incomplete penetration

4.2.5 Penetração incompleta

4.2.6 Any other linear indications greater than 5 mm long

4.2.6 Qualquer outra indicação linear com comprimento superior a 5 mm

4.2.7 Surface porosity with rounded indications having dimensions greater than 5 mm or four or more rounded indications separated by 2 mm or less edge to edge in any direction. Rounded indications are indications that are circular or elliptical with their length less than three times their width.

4.2.7 Porosidade da superfície com indicações arredondadas, tendo dimensões superiores a 5 mm ou quatro ou mais indicações arredondadas separadas por 2 mm ou menos de aresta a aresta em qualquer direção. Indicações arredondadas são aquelas de formato circular ou elíptico e comprimento inferior a três vezes sua largura.

5.0 Procedure Qualification Requirements / Requisitos da qualificação de procedimento

5.1 Welding Procedure Specification Data.

Table 6 indicates the welding data to be included in a WPS for each welding process. A WPS may be presented in any format, written or tabular, provided the data required in Table 6 are included. A suggested WPS format appears in Annex VII. The WPS may list variables recorded on the PQR within the full range permitted for qualification variables and for practical limits determined by the welding organization for other welding data.

**Table 6
 WPS Data Matrix**

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.1 Joint Design				
(1) Joint type and dimensions.	X	X	X	X
(2) Treatment of backside, method of gouging/preparation.	X	X	X	X
(3) Backing material, if used.	X	X	X	X
5.1.2 Base Metal				
(1) M-Number and Group Number.	X	X	X	X
(2) Thickness range qualified.	X	X	X	X
(3) Diameter (tubular only).	X	X	X	X
(4) The coating description or type, if present.	X	X	X	X
5.1.3 Filler Metals				
(1) Specification, classification, F- and A-Number, or if not classified the nominal composition.	X	X	X	X
(2) Weld metal thickness by process and filler metal classification.	X	X	X	X
(3) Filler metal size or diameter.	X	X	X	X
(4) Penetration enhancing flux.			X	
(5) Supplemental filler metal.	X	X	X	
(6) Consumable insert and type.			X	
(7) Energized filler metal "hot."			X	
5.1.4 Position				
(1) Welding position(s).	X	X	X	X
(2) Progression for vertical welding.	X	X	X	X

5.0 Procedure Qualification / Qualificação de procedimento

5.1 Dados de especificação do procedimento de soldagem.

A Tabela 6 indica os dados de soldagem que devem ser incluídos em uma EPS em cada processo de soldagem. Uma EPS poderá ser apresentada em qualquer formato, por escrito ou tabular, contanto que os dados exigidos na Tabela 6 estejam inclusos. O Anexo VII mostra um formato sugerido de EPS. A EPS poderá listar variáveis registradas no PQR dentro da faixa completa permitida para as variáveis de qualificação e para os limites práticos determinados pela organização de soldagem para outros dados de soldagem.

**Tabela 6
 Matriz de dados de EPS**

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.1 Desenho da junta				
(1) Tipo e dimensões da junta.	X	X	X	X
(2) Tratamento do lado inferior, método de goivadura/preparo.	X	X	X	X
(3) Material de suporte, se utilizado.	X	X	X	X
5.1.2 Metal base				
(1) Número M e Número de Grupo.	X	X	X	X
(2) Faixa de espessura qualificada.	X	X	X	X
(3) Diâmetro (somente tubular).	X	X	X	X
(4) A descrição ou tipo de revestimento, se presente.	X	X	X	X
5.1.3 Metais de enchimento				
(1) Especificação, classificação, Número F e A ou, se não classificado, a composição nominal.	X	X	X	X
(2) Espessura do metal de solda por processo e classificação do metal de enchimento.	X	X	X	X
(3) Dimensão ou diâmetro do metal de enchimento.	X	X	X	X
(4) Fundente de aprimoramento de penetração.			X	
(5) Metal de enchimento complementar.	X	X	X	
(6) Anel fusível e tipo.			X	
(7) Metal de enchimento energizado “quente”.			X	
5.1.4 Posição				
(1) Posições de soldagem.	X	X	X	X
(2) Progressão para soldagem vertical.	X	X	X	X

**Table 6
 WPS Data Matrix (Cont'd)**

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.5 Preheat and Interpass				
(1) Preheat minimum.	X	X	X	X
(2) Interpass temperature maximum (if applicable).	X	X	X	X
(3) Preheat maintenance.	X	X	X	X
5.1.6 Heat Treatment				
(1) PWHT temperature and time.	X	X	X	X
5.1.7 Shielding Gas				
(1) Torch shielding gas and flow rate range.	X	X	X	
(2) Root shielding gas and flow rate range.			X	
5.1.8 Electrical				
(1) Current (or wire feed speed), current type, and polarity.	X	X	X	X
(2) Voltage range (except for manual welding).	X	X	X	
(3) Specification, classification, and diameter of tungsten electrode.			X	
(4) Transfer mode.	X	X		
(5) A change to or from pulsed current.	X	X	X	X
5.1.9 Variables				
(1) Welding process and whether manual, semiautomatic, mechanized, or automatic.	X	X	X	X
(2) For mechanized or automatic, single or multiple electrode and spacing.	X	X	X	
(3) Single or multipass.	X	X	X	X
(4) Contact tube to work distance.	X	X		
(5) Cleaning.	X	X	X	X
(6) Peening.	X	X	X	X
(7) Stringer or weave bead.	X	X	X	X
(8) Travel-speed range for mechanized or automatic welding and manual applications requiring heat input calculations.	X	X	X	

5.0 Procedure Qualification / Qualificação de procedimento

Tabela 6
Matriz de dados de EPS (continuação)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.5 Pré-aquecimento e interpasse				
(1) Pré-aquecimento mínimo.	X	X	X	X
(2) Temperatura máxima de interpasse (se aplicável).	X	X	X	X
(3) Manutenção do pré-aquecimento.	X	X	X	X
5.1.6 Tratamento térmico				
(1) Temperatura e prazo de PWHT.	X	X	X	X
5.1.7 Gás de proteção				
(1) Gás de proteção para maçarico e faixa do fluxo.	X	X	X	
(2) Gás de proteção da raiz e faixa do fluxo.			X	
5.1.8 Sistema elétrico				
(1) Corrente (ou velocidade de alimentação de fio eletrodo), tipo de corrente e polaridade.	X	X	X	X
(2) Faixa de tensão (exceto para soldagem manual).	X	X	X	
(3) Especificação, classificação e diâmetro do eletrodo de tungstênio.			X	
(4) Modo de transferência.	X	X		
(5) Uma alteração de ou para corrente pulsada.	X	X	X	X
5.1.9 Variáveis				
(1) Processo de soldagem e se manual, semiautomático, mecanizado ou automático.	X	X	X	X
(2) Para mecanizado ou automático, único ou múltiplos eletrodos e espaçamento.	X	X	X	
(3) Único ou múltiplos passes.	X	X	X	X
(4) Distância entre o tubo de contato e a peça.	X	X		
(5) Limpeza.	X	X	X	X
(6) Martelagem.	X	X	X	X
(7) Cordão corrido ou balanceado.	X	X	X	X
(8) Faixa de velocidade de deslocamento para soldagem mecanizada ou automática e aplicações manuais que exigem cálculos da entrada de calor.	X	X	X	

5.2 Procedure Qualification Variables. A change in a WPS beyond that allowed in this clause shall require requalification of the procedure and preparation of a new or revised WPS. Changes not addressed in this clause shall not require requalification, provided such changes are documented in a new or revised WPS.

5.2 Variáveis de qualificação de procedimento. Uma alteração em uma EPS além do permitido nesta cláusula deverá exigir a requalificação do procedimento e a preparação de uma EPS nova ou revisada. Alterações não mencionadas nesta cláusula não deverão exigir a requalificação, contanto que tais alterações sejam documentadas em uma EPS nova ou revisada.

5.2.1 Test Weldments. The welding organization shall prepare a sufficient number of qualification test weldments to cover the anticipated processes, materials, thicknesses, etc. as described herein. Each groove test weldment shall be large enough to provide the necessary test specimens required in 5.3.

5.2.1.1 For the welding of base metals with different M-Numbers, a procedure qualification test shall be made for each combination of M-Numbers to be joined. However, a procedure qualification test with one M-Number shall also qualify for that metal welded to itself and to each of the lower M-Number metals for:

- (1) Base metals M-1, M-3, M-4, and M-5A; and
- (2) Welding processes SMAW, GTAW, GMAW, and FCAW.

(Example: M-5A to M-5A would qualify for M-5A to M-5A, as well as M-5A to M-4, M-5A to M-3, and M-5A to M-1. Refer to Annexes III-A and III-B for listings of base metal M-Numbers)

5.2.1.2 If fracture toughness testing is required, then procedure qualification shall be made for each combination M-Number and Group Number to be joined. A procedure qualification shall be made for each M-Number and Group Number combination of base metals, even though procedure qualification tests have been made for each of the two base metals welded to itself.

(1) If the Welding Procedure Specification (WPS) for welding the combination of base metals specifies the same qualification variables, including electrode or filler metal, as both WPSs for welding each base metal to itself, such as that the base metal is the only change, then the WPS for welding the combination of base metals is also qualified.

(2) When base metals of two different M-Numbers and Group Numbers are qualified using a single test weldment, that test weldment qualifies the welding of those two M-Numbers and Group Numbers to themselves as well as to each other using the variables qualified.

5.2.1 Montagens soldadas para exame. A organização de soldagem deverá preparar um número de montagens soldadas para o exame de qualificação suficiente para cobrir os processos, materiais, espessuras, etc, antecipados, conforme descrito neste documento. Cada montagem soldada para o exame de chanfro deverá ser grande o suficiente para fornecer os corpos de prova exigidos em 5.3.

5.2.1.1 Para a soldagem de metais base com Números M diferentes, um exame de qualificação do procedimento deverá ser realizado para cada combinação de Números M a serem ligados. Entretanto, um exame de qualificação do procedimento com um determinado Número M deverá também qualificar para o respectivo metal soldado a si mesmo, e a cada um dos metais com Número M inferior para:

- (1) Metais base M-1, M-3, M-4 e M-5A; e
- (2) Processos de soldagem SMAW, GTAW, GMAW e FCAW.

(Por exemplo: M-5A a M-5A qualificará para M-5A a M-5A, assim como M-5A a M-4, M-5A a M-3 e M-5A a M-1. Consulte a relação de Números M de metal base nos Anexos III-A e III-B)

5.2.1.2 Se for necessário realizar um ensaio de resistência à fratura, a qualificação de procedimento deverá ser feita para cada combinação de Número M e Número de Grupo a ser ligada. Uma qualificação de procedimento deverá ser feita para cada combinação de Número M e Número de Grupo de metais base, mesmo que exames de qualificação de procedimento tenham sido realizados para cada um dos dois metais bases soldados a si mesmo.

(1) Se a Especificação de Procedimento de Soldagem (EPS) para a soldagem da combinação de metais base especificar as mesmas variáveis de qualificação, incluindo o eletrodo ou metal de enchimento, que as EPS para a soldagem de cada metal base a si mesmo, de modo que o metal base seja a única diferença, então a EPS para a soldagem da combinação dos metais base também será qualificada.

(2) Quando metais base de dois Números M e Números de Grupo diferentes forem qualificados através de uma única montagem soldada para exame, a montagem soldada qualificará a soldagem de ambos os Números M e Números de Grupo a si mesmos, assim como entre si, usando as variáveis qualificadas.

5.2.2 Qualification Thickness Limitations

5.2.2.1 Limitations on the thickness ranges qualified by procedure qualification tests are given in Table 7.

5.2.2.2 The limitations in Table 7 are based upon the base metal and weld metal thickness for groove welds.

5.2.2.3 Complete penetration groove welds shall also qualify partial penetration groove welds, fillet welds, and weld buildups within the qualification limits given in Table 7.

5.2.2.4 In addition to the welding data required to be included in the WPS by 5.1, when multiple process or multiple filler metal classifications are used in a single test weldment, the thickness ranges permitted for use in the WPS shall apply separately to each welding process and filler metal classification. The weld deposit thickness for each welding process and each filler metal classification used in the qualification test shall be recorded on the PQR.

5.2.2.5 In addition to the procedure qualification variables required to be recorded on the PQR by 5.2.3, the weld deposit thickness for each welding process and each filler metal classification used in the qualification test shall be recorded on the PQR for all applications.

5.2.2 Limites de espessura de qualificação

5.2.2.1 Os limites sobre as faixas de espessura qualificadas pelos exames de qualificação de procedimento estão indicados na Tabela 7.

5.2.2.2 Os limites apresentados na Tabela 7 são baseados na espessura do metal base e metal de solda para soldas em chanfro.

5.2.2.3 Soldas em chanfro com penetração completa também deverão qualificar soldas em chanfro com penetração parcial, soldas em filete e recargas de solda dentro dos limites de qualificação indicados na Tabela 7.

5.2.2.4 Como complemento aos dados de soldagem que devem estar inclusos na EPS segundo 5.1, quando classificações de múltiplos processos de soldagem ou metal de enchimento forem utilizadas em uma única montagem soldada para exame, as faixas de espessura permitidas para uso na EPS deverão ser consideradas individualmente para cada classificação de processo de soldagem e metal de enchimento. A espessura do depósito de solda para cada classificação de processo de soldagem e metal de enchimento utilizada no exame de qualificação deverá ser registrada no PQR.

5.2.2.5 Além das variáveis de qualificação de procedimento que devem ser registradas no PQR segundo 5.2.3, a espessura do depósito de solda para cada classificação de processo de soldagem e metal de enchimento utilizada no exame de qualificação deverá se registrada no PQR para todas as aplicações.

This page is intentionally blank. / Página intencionalmente em branco.

Table 7
Thickness Limitation of Plate and Pipe for Groove Welds
for Procedure Qualification

Test Weldment Thickness (T), mm ^a	Base Metal Thickness Qualified ^{b,c,d,e,f}		Deposit Weld Metals Thickness Qualified (t) ^{b,g}
	Minimum, mm	Maximum, mm	Maximum, mm
Less than 2	1/2T	2T	2t
2 to 10	2	2T	2t
Over 10, but less than 19	5	2T	2t
19 to less than 38	5	2T	2t when t < 19 2T when t ≥ 19
38 to less than 150	5	200	2t when t < 19 200 when t ≥ 19
150 and over	25	1.33T	2t when t < 19 200 when 19 ≤ t < 150 1.33t when t ≥ 150

(a) When the groove is filled using a combination of welding processes:

- (1) The test weldment thickness “T” is applicable for the base metal and shall be determined from the Base Metal Thickness Qualified column.
- (2) The thickness “t” of the weld metal for each welding process shall be determined from the Deposited Weld Metal thickness column.
- (3) Each welding process qualified in this combination manner may be used separately only within the same qualification variables and the thickness limits.

(b) For GMAW-S, the maximum thickness of base metal qualified is 1.1 times the thickness of the test weldment until the test weldment thickness is 13 mm, beyond which Table 7 applies. The maximum weld metal thickness qualified is 1.1 times the GMAW-S weld metal thickness deposited in the weldment. In addition, for thickness 10 mm thick and greater, side bend tests shall be used to qualify GMAW-S WPSs.

(c) For fracture toughness applications, minimum base metal thickness qualified is T or 16 mm, whichever is less.

(d) If any single pass in the test weldment base metal is greater in thickness than 13 mm, the qualified base metal thickness is 1.1 times the test weldment thickness.

(e) If a test weldment receives a postweld heat treatment exceeding the lower transformation temperature, the maximum base metal thickness qualified is 1.1 times the base metal thickness of the test weldment, and the maximum weld thickness qualified is 1.1 times the weld metal of the test weldment.

(f) For base metals equal to or less than 10 mm, fillet welds have the same base metal thickness qualifications as groove welds. For base metals thickness greater than 10 mm, the maximum base metal thickness qualified for fillet welds is unlimited.

(g) Deposited weld metal thickness limitations do not apply to fillet welds or weld buildups.

NOTES:

T = The thickness of the Test Weldment Base Metal.

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement.

Tabela 7
Limite de espessura da chapa e tubo em soldas em chanfro
para a qualificação de procedimento

Espessura (T) da montagem soldada para teste, mm ^a	Espessura qualificada do metal base ^{b,c,d,e,f}		Espessura qualificada dos metais de solda depositados (t) ^{b, g}
	Mínima, mm	Máxima, mm	Máxima, mm
Menor que 2	1/2T	2T	2t
De 2 a 10	2	2T	2t
Maior que 10, mas menor que 19	5	2T	2t
19 a menos que 38	5	2T	2t quando t < 19 2T quando t ≥ 19
38 a menos que 150	5	200	2t quando t < 19 200 quando t ≥ 19
150 e acima	25	1,33 T	2t quando t < 19 200 quando 19 ≤ t < 150 1,33 t quando t ≥ 150

(a) Quando o chanfro é preenchido através de uma combinação de processos de soldagem:

- (1) A espessura “T” da montagem soldada para exame é aplicável ao metal base e deverá ser determinada a partir da coluna Espessura qualificada do metal base.
- (2) A espessura “t” do metal de solda para cada processo de soldagem deverá ser determinada a partir da coluna de Espessura qualificada dos metais de solda depositados.
- (3) Cada processo de soldagem qualificado através desta forma de combinação só poderá ser utilizado separadamente no escopo das mesmas variáveis de qualificação e dentro dos mesmos limites de espessura.

(b) Para GMAW-S, a espessura máxima do metal base qualificada é de 1,1 vez a espessura da montagem soldada para exame, dentro de um limite de espessura de 13 mm para a montagem soldada, além do qual a Tabela 7 deve ser aplicada. A espessura máxima do metal de solda qualificada é de 1,1 vez a espessura do metal de solda de GMAW-S depositada na montagem soldada. Como complemento para uma espessura de 10 mm ou mais, ensaios de dobramento lateral deverão ser utilizados para qualificar EPSs de GMAW-S.

(c) Para aplicações de resistência à fratura, a espessura mínima do metal base qualificada é T ou 16 mm, o que for menor.

(d) Se um passe qualquer no metal de base da montagem soldada apresentar espessura superior a 13 mm, a espessura do metal base qualificada será de 1,1 vez a espessura da montagem soldada para exame.

(e) Se uma montagem soldada for submetida a um tratamento térmico pós-soldagem excedendo a temperatura de transformação inferior, a espessura máxima do metal base qualificada será de 1,1 vez a espessura do metal base da montagem soldada para exame, e a espessura máxima da solda qualificada será de 1,1 vez o metal de solda da montagem soldada para exame.

(f) Para metais base iguais ou inferiores a 10 mm, soldas em filete apresentam as mesmas qualificações de espessura do metal base que soldas em chanfro. Para metais base com espessura superior a 10 mm, a espessura máxima do metal base qualificada para soldas em filete é ilimitada.

(g) Os limites de espessura do metal de solda depositado não se aplicam a soldas em filete ou recargas de solda.

OBSERVAÇÕES:

T = Espessura do metal base da montagem soldada para exame.

t = Espessura do depósito de solda, ignorando o reforço.

5.2.3 Table 8 lists the procedure qualification variables to be recorded on the PQR for each welding process. A change in a procedure qualification variable beyond the limits shown in Table 8 shall require a new or revised WPS and a new PQR. The PQR shall list the actual values of the variables used. The key to the entries in the body of the table is as follows:

Q—Qualification variable for all applications

T— Qualification variable for all fracture toughness applications

**Table 8
 PQR Data Matrix**

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.1 Joint Design				
(1) A change from a fillet to a groove weld.	Q	Q	Q	Q
(2) A change in the M-Number of backing.	Q	Q	Q	Q
5.2.3.2 Base Metal				
(1) A change in base metal thickness beyond the range permitted in 5.2.2.	Q	Q	Q	Q
(2) A change from one M-Number base metal to another M-Number base metal or to a combination of M-Number base metals, except as permitted in 5.2.1.1.	Q	Q	Q	Q
(3) A change from one M-Number Group Number to any other M-Number Group Number, except as permitted in 5.2.1.2.	T	T	T	T
(4) A change from one M-5 group (A, B, etc.) to any other. A change from M-9A to M-9B, but not vice versa. A change from one M-10 or M-11 group (A, B, etc.) to any other group.	Q	Q	Q	Q
5.2.3.3 Filler Metals				
(1) A change from one F-Number to any other F-Number or to any filler metal not listed in Annex II.	Q	Q	Q	Q
(2) For ferrous materials, a change from one A-Number to any other A-Number.	Q	Q	Q	Q

5.2.3 A Tabela 8 lista as variáveis de qualificação de procedimento a serem registradas no PQR para cada processo de soldagem. Uma alteração em uma variável de qualificação de procedimento além dos limites indicados na Tabela 8 deverá exigir uma EPS nova ou revisada, e um novo PQR. O PQR deverá listar os valores efetivos das variáveis utilizadas. A legenda abaixo explica os dados no corpo da tabela:

Q — Variável de qualificação para todas as aplicações

T — Variável de qualificação para todas as aplicações de resistência à fratura

Tabela 8 Matriz de dados de PQR					
	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W	
5.2.3.1 Desenho da junta					
(1) Uma alteração de solda em filete para solda em chanfro.	Q	Q	Q	Q	
(2) Uma alteração no Número M do suporte da raiz.	Q	Q	Q	Q	
5.2.3.2 Metal base					
(1) Uma alteração na espessura do metal base além da faixa permitida em 5.2.2.	Q	Q	Q	Q	
(2) Uma alteração de um metal base do Número M para outro metal base do Número M, ou para uma combinação de metais base do Número M, exceto como permitido em 5.2.1.1.	Q	Q	Q	Q	
(3) Uma alteração de um Número de Grupo do Número M para qualquer outro Número de Grupo do Número M, exceto como permitido em 5.2.1.2.	T	T	T	T	
(4) Uma alteração de um grupo M-5 (A, B, etc.) para qualquer outro. Uma alteração de M-9A para M-9B, mas não o oposto. Uma alteração de um grupo M-10 ou M-11 (A, B, etc.) para qualquer outro grupo.	Q	Q	Q	Q	
5.2.3.3 Metais de enchimento					
(1) Uma alteração de um Número F para qualquer outro Número F ou para qualquer metal de enchimento não listado no Anexo II.	Q	Q	Q	Q	
(2) Para materiais ferrosos, uma alteração de um Número A para qualquer outro Número A.	Q	Q	Q	Q	

**Table 8
 PQR Data Matrix (Cont'd)**

	F C A W		G M A W		G T A W		S M A W
5.2.3.3 Filler Metals (Cont'd)							
(3) A change in filler metal tensile strength exceeding 60 MPa, or a change in filler metal classified to a strength lower than the specified minimum tensile strength designator of the base metal.	Q		Q		Q		Q
(4) The addition or deletion of filler material.					Q		
(5) A change in the weld metal thickness beyond that permitted in 5.2.2.	Q		Q		Q		Q
5.2.3.4 Preheat and Interpass Temperature							
(1) A decrease in preheat of more than 55°C from that qualified.	Q		Q		Q		Q
(2) An increase of more than 55°C in the maximum interpass temperature from that recorded on the PQR.	T		T		T		T
5.2.3.5 Postweld Heat Treatment							
(1) For the following M-Numbers 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, and 11 a change from any one condition to any other requires requalification: (a) No PWHT. (b) PWHT below the lower transformation temperature. (c) PWHT within the transformation temperature range. (d) PWHT above the upper transformation temperature. (e) PWHT above the upper transformation temperature, followed by treatment below the lower transformation temperature.	Q		Q		Q		Q
(2) For all materials not covered above, a separate PQR is required for no PWHT and PWHT.	Q		Q		Q		Q

5.0 Procedure Qualification / Qualificação de procedimento

Tabela 8
Matriz de dados de PQR (continuação)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.3 Metais de enchimento (continuação)				
(3) Uma alteração na resistência à tração do metal de enchimento excedendo 60 MPa, ou uma alteração no metal de enchimento classificado para uma resistência inferior ao designador de resistência à tração do metal base.	Q	Q	Q	Q
(4) A adição ou remoção do material de enchimento.			Q	
(5) Uma alteração na espessura do metal de solda além do permitido em 5.2.2.	Q	Q	Q	Q
5.2.3.4 Temperatura de pré-aquecimento e interpasse				
(1) Uma diminuição de mais de 55 °C na temperatura de pré-aquecimento em relação à qualificada.	Q	Q	Q	Q
(2) Um aumento de mais de 55 °C na temperatura máxima de interpasse em relação à registrada no PQR.	T	T	T	T
5.2.3.5 Tratamento térmico pós-soldagem				
(1) Para os seguintes números M, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 e 11, uma alteração de qualquer condição para outra requer a requalificação: (a) Sem PWHT (tratamento térmico pós-soldagem). (b) PWHT abaixo da temperatura de transformação inferior. (c) PWHT dentro da faixa de temperatura de transformação. (d) PWHT acima da temperatura de transformação superior. (e) PWHT acima da temperatura de transformação superior, seguido por tratamento abaixo da temperatura de transformação inferior.	Q	Q	Q	Q
(2) Um PQR à parte será necessário para todos os materiais não contemplados acima, com e sem PWHT.	Q	Q	Q	Q

**Table 8
 PQR Data Matrix (Cont'd)**

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.6 Shielding Gas				
(1) Addition or deletion of torch shielding gas.	Q	Q	Q	
(2) A change in the specified nominal composition of shielding gas.	Q	Q	Q	
5.2.3.7 Electrical Characteristics				
(1) An increase in heat input or volume of weld metal deposited per unit length of weld, over that qualified, except when a grain refining austenitizing heat treatment is applied after welding. The increase may be measured by either of the following: (a) Heat Input (kJ/mm) = $\frac{\text{Volts} \times \text{Amps} \times 0.06}{\text{Travel Speed (mm/min)}}$ (b) Weld Metal Volume—An increase in bead size, (width x thickness) or a decrease in the length of weld bead per unit length of electrode.	T	T	T	T
(2) A change in the mode of metal transfer from short circuiting to globular, spray, or pulsed and vice versa.	Q	Q		
5.2.3.8 Other Variables				
(1) A change in welding process.	Q	Q	Q	Q
(2) A change exceeding ± 20% in the oscillation variables for mechanized or automatic welding.	T	T	T	
(3) A change from multipass per side to single pass per side.	T	T	T	T
(4) A change from a stringer bead to a weave bead in vertical uphill welding.	T	T	T	T

5.0 Procedure Qualification / Qualificação de procedimento

Tabela 8
Matriz de dados de PQR (continuação)

	F	G	G	S
	C	M	T	M
	A	A	A	A
	W	W	W	W
5.2.3.6 Gás de proteção				
(1) Adição ou remoção de gás de proteção para maçarico.	Q	Q	Q	
(2) Uma alteração na composição nominal do gás de proteção.	Q	Q	Q	
5.2.3.7 Características elétricas				
(1) Um aumento na entrada de calor ou volume do metal de solda depositado por unidade de comprimento da solda em relação à qualificada, exceto quando um tratamento térmico de austenitização com refino do grão é aplicado após a soldagem. O aumento poderá ser medido por um dos métodos a seguir:	T	T	T	T
(a) Entrada de calor (kJ/mm) =				
$\frac{\text{Volts} \times \text{Amps} \times 0,06}{\text{Velocidade de deslocamento (mm/min)}}$				
(b) Volume do metal de solda – Um aumento na dimensão do cordão, (largura x espessura) ou uma diminuição no comprimento do cordão de solda por unidade de comprimento do eletrodo.				
(2) Uma alteração no modo de transferência de metal de curto-circuito para globular, pulverização ou pulsado e vice-versa.	Q	Q		
5.2.3.8 Outras variáveis				
(1) Uma alteração no processo de soldagem.	Q	Q	Q	Q
(2) Uma alteração excedendo $\pm 20\%$ nas variáveis de oscilação para soldagem mecanizada ou automática.	T	T	T	
(3) Uma alteração de passes múltiplos por lado para passe único por lado.	T	T	T	T
(4) Uma alteração de cordão corrido para cordão balanceado na soldagem vertical ascendente.	T	T	T	T

5.3 Procedure Qualification Test Requirements / Requisitos do exame de qualificação de procedimento

5.3.1 Evaluation of Groove Test Weldments. Test weldments shall be subjected to the following:

- (1) Visual Examination
- (2) Guided Bend Test
 - (a) 4 side bend specimens, or
 - (b) 2 face bend and 2 root bend specimens

Side bend specimens may be substituted for face and root bend specimens for metal thicknesses from 10 to 19 mm inclusive. For metal over 19 mm thick, side bend specimens are required. For base metals 10 mm thick and greater, side bends are required for GMAW-S.

- (3) Tension Test
 - (a) 2 transverse specimens
- (4) CVN Fracture Toughness (if required)
 - (a) 3 specimens from weld metal
 - (b) 3 specimens from HAZ

5.3.1 valiação de montagens soldadas para exame em chanfro. As montagens soldadas para exame deverão ser submetidas ao seguinte:

- (1) Exame visual
- (2) Ensaio de dobramento guiado
 - (a) Quatro corpos de prova para dobramento lateral, ou
 - (b) Dois corpos de prova para dobramento de face e dois para dobramento de raiz

Os corpos de prova para dobramento lateral poderão ser substituídos por corpos de prova para dobramento de face e de raiz em metais com espessura de 10 a 19 mm, inclusive. Corpos de prova para dobramento lateral são necessários em metais com espessura superior a 19 mm. Corpos de prova para dobramento lateral são necessários para o GMAW-S em metais de base com espessura igual ou superior a 10 mm.

- (3) Ensaio de tração
 - (a) Dois corpos de prova de tração transversal
- (4) Ensaio Charpy (se necessário)
 - (a) Três corpos de prova do metal de solda
 - (b) Três corpos de prova da zona afetada pelo calor (HAZ)

5.4 Procedure Qualification Acceptance Criteria / Critérios de aceitação da qualificação de procedimento

5.4.1 Visual Examination Acceptance Criteria. Prior to removing specimen blanks from the completed test weldment, the weld shall be visually examined on all accessible surfaces and shall meet the following criteria:

5.4.1.1 There shall be no evidence of cracks, incomplete fusion, or incomplete joint penetration.

5.4.1.2 The depth of undercut shall not exceed the lesser of 10% of the base metal thickness or 0.8 mm.

5.4.1.3 Porosity shall not exceed the limitations of clause 2.0, 3.0, or 4.0, as applicable.

5.4.1 Critérios de aceitação do exame visual. Antes de remover os blanques do corpo de prova da montagem soldada concluída, a solda deverá ser examinada visualmente em todas as superfícies acessíveis, e deverá satisfazer os critérios a seguir:

5.4.1.1 Não deverá haver evidências de fissuras, fusão incompleta ou junta com penetração incompleta.

5.4.1.2 A profundidade do rebaixe não deverá exceder 10% da espessura do metal base ou 0,8 mm, o que for menor.

5.4.1.3 A porosidade não deverá exceder os limites das cláusulas 2.0, 3.0 ou 4.0, conforme aplicável.

5.4.2 Bend Criteria. Transverse bend specimens shall be prepared as specified in Annex IV. The specimen edge radius shall not exceed 3 mm. It is recommended, but not a requirement, that the specimen grinding direction be parallel to the direction of bending. For face bend specimens, the weld face side shall be on the convex side of the bend specimen. For root bend specimens, the weld root side shall be on the convex side of the bend specimen. Side bend specimens may be bent in either direction. For all transverse bend specimens, the weld metal and heat-affected zone shall be completely within the bent portion of the specimen after bending.

Unless otherwise specified, specimens containing a rejectable discontinuity shall be considered as failed, regardless of their conformance to preparation or bending requirements. Specimens not meeting preparation or bending requirements that do not contain a rejectable discontinuity shall be disregarded and a replacement specimen prepared from the original weldment shall be tested.

The convex surface of the bend test specimen (beginning at the edge of the specimen and including the specimen edge radius) shall be visually examined and meet the requirements of 5.4.2.1, 5.4.2.2 or 5.4.2.3, as applicable.

5.4.2.1 Structural Steel Applications. For acceptance, the surface shall contain no discontinuities in the weld or heat-affected zone per the following:

(1) >3 mm measured in any direction on the surface, or

(2) >10 mm —the sum of the greatest dimensions of all discontinuities exceeding 0.8 mm, but less than or equal to 3 mm, or

(3) 6 mm —the maximum corner crack, except when that corner crack results from visible slag

inclusion or other fusion type discontinuity, then the 3 mm maximum shall apply. Specimens with corner cracks exceeding 6 mm with no evidence of slag inclusions or other fusion type discontinuity shall be disregarded, and a replacement test specimen from the original weldment shall be tested.

5.4.2.2 Pipeline Applications. The bend test shall be considered acceptable if no crack or other imperfection exceeding 3 mm or one-half the specified wall thickness, whichever is smaller, in any direction is present in the weld or between the weld and the fusion zone after bending. Cracks that originate on the outer radius of the bend along the edges of the specimen during testing and that are less than 6 mm, measured in any direction, shall not be considered unless obvious imperfections are observed.

5.4.2.3 Pressure Piping Applications. For acceptance, the surface shall contain no discontinuities in the weld or heat-affected zone per the following:

(1) >3 mm measured in any direction on the surface.

(2) Open discontinuities occurring on the corners of the specimen during testing shall not be considered and a replacement test specimen from the original weldment shall be tested unless there is definite evidence that the open discontinuities result from lack of fusion, slag inclusions, or other internal discontinuities.

5.4.2 Critérios de dobramento. Os corpos de prova de dobramento transversal deverão ser preparados conforme especificado no Anexo IV. O raio de aresta do corpo de prova não deverá exceder 3 mm. Apesar de não ser um requisito, recomenda-se que a direção de esmerilhamento do corpo de prova seja paralela à direção do dobramento. Em corpos de prova para dobramento de face, o lado da face da solda deverá estar no lado convexo do corpo de prova. Em corpos de prova para dobramento de raiz, o lado da raiz da solda deverá estar no lado convexo do corpo de prova. Corpos de prova para dobramento lateral poderão ser dobrados em qualquer direção. Em todos os corpos de prova para dobramento transversal, o metal de solda e a zona afetada pelo calor deverão estar inteiramente contidos na porção dobrada do corpo de prova após o dobramento.

Salvo onde especificado de outra forma, corpos de prova contendo uma descontinuidade rejeitável deverão ser considerados como reprovados, independentemente de sua conformidade com os requisitos de preparação ou dobramento. Corpos de prova em não conformidade com os requisitos de preparação ou dobramento que não contenham uma descontinuidade rejeitável deverão ser desconsiderados, e um corpo de prova de substituição preparado a partir da montagem soldada original deverá ser avaliado.

A superfície convexa do corpo de prova para ensaio de dobramento (com início na aresta do corpo de prova e incluindo o raio da aresta do corpo de prova) deverá ser examinada visualmente e satisfazer os requisitos de 5.4.2.1, 5.4.2.2 ou 5.4.2.3, conforme aplicável.

5.4.2.1 Aplicações de aço estrutural. Para aceitação, a superfície não deverá conter descontinuidades na solda ou na zona afetada pelo calor nos termos a seguir:

(1) > 3 mm medidos em qualquer direção na superfície, ou

(2) > 10 mm — a soma das maiores dimensões de todas as descontinuidades excedendo 0,8 mm, mas inferiores ou iguais a 3 mm, ou

(3) 6 mm — a fissura de canto máxima, exceto quando a fissura de canto resultar da inclusão visível de escória ou outra descontinuidade relacionada à fusão; nesse caso, o máximo de 3 mm deverá ser considerado.

Corpos de prova com fissuras de canto excedendo 6 mm sem evidência de inclusão de escória ou outra descontinuidade relacionada à fusão deverão ser desconsiderados, e um corpo de prova de substituição, preparado a partir da montagem soldada original, deverá ser avaliado.

5.4.2.2 Aplicações de tubulação. O ensaio de dobramento deverá ser considerado aceitável se nenhuma fissura ou outra imperfeição excedendo 3 mm ou metade da espessura especificada, o que for menor, em qualquer direção, estiver presente na solda ou entre a solda e a zona de fusão após o dobramento. Fissuras que surgirem no raio externo do dobramento ao longo das arestas do corpo de prova durante o ensaio, e com extensão inferior a 6 mm, medidos em qualquer direção, não deverão ser consideradas salvo se imperfeições óbvias forem observadas.

5.4.2.3 Aplicações de tubulação pressurizada. Para aceitação, a superfície não deverá conter descontinuidades na solda ou na zona afetada pelo calor nos termos a seguir:

(1) > 3 mm medidos em qualquer direção na superfície.

(2) Descontinuidades abertas nos cantos do corpo de prova durante o ensaio não deverão ser consideradas, e uma substituição do corpo de prova preparada a partir da montagem soldada original deverá ser avaliada, exceto se houver evidência concreta de que as descontinuidades abertas resultam de fusão incompleta, inclusão de escória ou outras descontinuidades internas.

5.4.3 Tension Test Criteria. The procedures and method for tension testing shall conform to AWS B4.0, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*. (Note: B4.0 is referenced, but not needed when taking this examination.) Each tensile test specimen shall have a tensile strength not less than the following:

5.4.3.1 The minimum tensile strength of the base metal as specified in Annex III-B, or of the weaker of the two base metals if metals of different minimum tensile strength are used; or

5.4.3.2 The specified minimum tensile strength of the electrode or filler metal classification when undermatching filler metal is used; or

5.4.3.3 If the specimen breaks in the base metal outside of the weld or weld interface, the test shall be accepted, provided the strength is not more than 5% below the specified minimum tensile strength of the base metal; or

5.4.3.4 If the base metal has no specified minimum tensile strength then failure in the base metal shall be acceptable.

5.4.3. Critérios do ensaio de tração. Os procedimentos e o método do ensaio de tração deverão estar em conformidade com AWS B4.0, *Métodos convencionais para ensaio mecânico de soldas*. (Observação: B4.0 é apresentado como referência, mas não é necessário durante a realização deste exame). Cada corpo de prova para ensaio de tração deverá apresentar uma resistência à tração não inferior ao seguinte:

5.4.3.1 A resistência à tração do metal base, conforme especificado no Anexo III-B, ou do metal menos resistente entre os dois metais base, se metais de diferentes resistências à tração forem utilizados; ou

5.4.3.2 A resistência à tração especificada da classificação do eletrodo ou metal de enchimento quando um metal de enchimento não correspondente for utilizado; ou

5.4.3.3 Se o corpo quebrar no metal base fora da solda ou interface de solda, o ensaio deverá ser aceito, contanto que a resistência não esteja mais de 5% abaixo da resistência à tração do metal base; ou

5.4.3.4 Se o metal base não tiver uma resistência à tração especificada, a falha do metal base deverá ser aceitável.

5.4.4 CVN Fracture Toughness Criteria. For fracture toughness testing, the type of test, number of specimens, and acceptance criteria shall be as specified. The procedures and apparatus shall conform to the requirements of AWS B4.0, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*. (Note: B4.0 is referenced, but not needed when taking this examination.)

5.4.4 Critérios de resistência à fratura do Ensaio Charpy. Para o ensaio de resistência à fratura, o tipo de ensaio, quantidade de corpos de prova e critérios de aceitação deverão ser como especificado. Os procedimentos e equipamentos deverão estar em conformidade com os requisitos de AWS B4.0, *Métodos convencionais para ensaio mecânico de soldas*. (Observação: B4.0 é apresentado como referência, mas não é necessário durante a realização deste exame).

5.5 Procedure Qualification Documentation. Welding variables used to produce an acceptable test weldment and the results of tests conducted on that weldment to qualify a WPS shall be recorded on a Welding Procedure Qualification record (PQR). The PQR may be presented in any format, written or tabular. A suggested format for the PQR is included in Annex VIII. The WPS shall reference all PQR's which support the qualification of that WPS.

5.5 Documentação de qualificação de procedimento. As variáveis de soldagem usadas para produzir uma montagem soldada para exame aceitável e os resultados dos ensaios conduzidos com essa montagem soldada para qualificar uma EPS deverão ser registrados em um Registro da Qualificação de Procedimento de Soldagem (PQR). O PQR poderá ser apresentado em qualquer formato, por escrito ou tabular. O Anexo VIII mostra um formato sugerido de PQR. A EPS deverá fazer referência a todos os PQRs que fundamentam a qualificação da respectiva EPS.

6.0 Performance Qualification Requirements / Requisitos da qualificação de execução

6.1 General / Geral

6.1.1 This specification addresses the requirements for welder performance qualifications. It does not contain requirements for welding operators or tack welders. Tack welds shall be made by welders qualified in accordance with this specification.

6.1.1 Esta especificação trata dos requisitos para as qualificações de execução do soldador. Ela não apresenta requisitos para operadores de soldagem ou soldadores de pingos. Pingos de solda deverão ser feitos por soldadores qualificados em conformidade com esta especificação.

6.1.2 Welder qualification on one WPS will also qualify for welding with any other WPS within the performance qualification variables specified in 6.2.

6.1.2 A qualificação de soldador em uma EPS também qualificará para soldagem com qualquer outra EPS no escopo das variáveis de qualificação de execução especificadas em 6.2.

6.1.3 Completion of an acceptable procedure or performance qualification test shall qualify the welder who welded the test weldment within the limits of performance qualification variables specified in 6.2.

6.1.3 A conclusão de um exame de qualificação de execução ou procedimento aceitável deverá qualificar o soldador responsável por soldar a montagem soldada para exame dentro dos limites das variáveis de qualificação de execução especificados em 6.2.

6.1.4 Qualification on a complete joint penetration groove weld also qualifies the welder for partial joint penetration groove welds and fillet welds. Qualification on a partial joint penetration groove weld qualifies only for partial joint penetration groove welds and fillet welds.

6.1.4 A qualificação em uma solda em chanfro com penetração completa da junta também qualifica o soldador para soldas em chanfro com penetração parcial da junta e soldas em filete. A qualificação em soldas em chanfro com penetração parcial da junta qualifica apenas para soldas em chanfro com penetração parcial da junta e soldas em filete.

6.2 Performance Qualification Variables / Variáveis da qualificação de execução

A change in any variable listed below from that which was used in a welder's qualification test will require requalification of that welder:

- (1) A change in welding process except that welders qualified with GMAW spray, pulsed spray, or globular transfer are also qualified to weld with gas shielded FCAW and vice versa.
- (2) The deletion of backing.
- (3) A change in filler metal F-Number except as allowed in 6.3.2.2.
- (4) A change in base metal except as permitted in 6.3.2.1.
- (5) For GTAW, a change from alternating to direct current or vice versa, or a change in polarity.
- (6) A change in position from that qualified, except as permitted in 6.3.2.3 .

(7) A change in vertical weld progression from uphill to downhill, or vice versa for any pass except root passes that are completely removed by back gouging or final passes used to dress the final weld surface.

(8) For GMAW, a change from spray transfer, globular transfer, or pulsed spray welding to short-circuiting transfer; or vice versa.

(9) For GMAW or GTAW, omission or addition of consumable inserts, or deletion of root shielding gas except for double welded butt joints, partial penetration groove, and fillet welds.

(10) A change in thickness or diameter from that tested except as permitted in Tables 9 and 10.

Uma alteração em qualquer variável listada abaixo em relação ao utilizado no exame de qualificação do soldador vai exigir a requalificação do soldador:

(1) Uma alteração no processo de soldagem, exceto que soldadores qualificados com transferência por pulverização, pulverização pulsada ou globular de GMAW também estarão qualificados para soldar com FCAW protegido por gás e vice-versa.

(2) A remoção do suporte de raiz.

(3) Uma alteração no Número F do metal de enchimento, exceto como permitido em 6.3.2.2.

(4) Uma alteração no metal base, exceto como permitido em 6.3.2.1.

(5) Para GTAW, uma alteração de corrente alternada para corrente contínua ou vice-versa, ou uma alteração na polaridade.

(6) Uma alteração na posição em relação à qualificada, exceto como permitido em 6.3.2.3.

(7) Uma alteração na progressão da solda vertical de ascendente para descendente, ou vice-versa, para qualquer passe, exceto passes de raiz que sejam removidos por goivadura da raiz ou passes finais usados para revestir a superfície de solda finalizada.

(8) Para GMAW, uma alteração de transferência por pulverização, transferência globular ou soldagem por pulverização pulsada para transferência por curto-circuito; ou vice-versa.

(9) Para GMAW ou GTAW, omissão ou adição de anéis fusíveis, ou a remoção do gás de proteção da raiz, exceto para juntas de topo com dupla solda, soldas em chanfro com penetração parcial e soldas em filete.

(10) Uma alteração na espessura ou diâmetro em relação ao avaliado, exceto como permitido nas Tabelas 9 e 10.

Table 9
Limitations for Performance Qualification on Groove Welds in Pipe and Tube

Test Weldment, mm		Qualifies for Pipe and Plates			
		Minimum Outside Diameter, mm		Maximum Deposit Thickness	
Outside Diameter	Deposit Thickness (t)	Grooves	Fillet	Grooves	Fillet
Less than 25		Size welded	All		
25 through 73		25	All		
Over 73		73	All		
	Less than 19			2t	All
	19 and over			Unlimited	All

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement.

Note:

For GMAW-S, the maximum weld metal thickness qualified shall not exceed 1.1 times the thickness of weld metal deposited by the GMAW-S process in the qualification test. For base metals 10 mm thick and greater, side bends are required for GMAW-S.

Tabela 9
Limites para a qualificação de execução em soldas em chanfro em tubos e canos

Montagem soldada, mm		Qualifica para tubos e chapas			
		Diâmetro externo mínimo, mm		Espessura máxima do depósito	
Diâmetro externo	Espessura do depósito (t)	Chanfros	Filetes	Chanfros	Filetes
Menor que 25		Dimensão da solda	Todos		
25 a 73		25	Todos		
Acima de 73		73	Todos		
	Menor que 19			2t	Todos
	19 ou mais			Ilimitado	Todos

t = Espessura do depósito de solda, ignorando o reforço.

Observação:

Para GMAW-S, a espessura máxima do metal de solda qualificada não deverá exceder 1,1 vez a espessura do metal de solda depositado pelo processo GMAW-S no exame de qualificação. Corpos de prova para dobramento lateral são necessários para o GMAW-S em metais de base com espessura igual ou superior a 10 mm.

Table 10
Limitations for Performance Qualification in Plate Groove Welds

Test Weldment Thickness (T), mm	Qualifies for Plate ^a	
	Deposit Thickness (t), Maximum ^b	Fillet Weld Size
< 19	2t	Unlimited
≥ 19	Unlimited	Unlimited

^a Qualification on plate will also qualify for groove welds in pipe over 600 mm in diameter.

^b For GMAW-S, the maximum weld metal thickness qualified shall not exceed 1.1 times the thickness of weld metal deposited by the GMAW-S process in the qualification test. For base metals 10 mm thick and greater, side bends are required for GMAW-S.

NOTES:

T = The thickness of the Test Weldment Base Metal.

t = The thickness of the Weld Deposit, excluding reinforcement.

Tabela 10
Limites para a qualificação de execução em soldas em chanfro em chapas

Espessura da montagem soldada (T), mm	Qualifica para chapas ^a	
	Espessura do depósito (t), Máxima ^b	Dimensão da solda em filete
< 19	2t	Ilimitada
≥ 19	Ilimitada	Ilimitada

^a A qualificação em chapas também qualificará para soldas em chanfro em tubos com diâmetro superior a 600 mm.

^b Para GMAW-S, a espessura máxima do metal de solda qualificada não deverá exceder 1,1 vez a espessura do metal de solda depositado pelo processo GMAW-S no exame de qualificação. Corpos de prova para dobramento lateral são necessários para o GMAW-S em metais de base com espessura igual ou superior a 10 mm.

OBSERVAÇÕES:

T = Espessura do metal base da montagem soldada para exame.

t = Espessura do depósito de solda, ignorando o reforço.

6.3 Performance Qualification Test Requirements / Requisitos de avaliação da qualificação de execução

6.3.1 Qualification by Standard Test. Qualification requires completion of a standard test weldment in accordance with a qualified WPS, evaluation of the test weldment by the methods listed in Table 11, and acceptance of the weldment in accordance with the criteria of 6.4, Examination Acceptance Criteria. The number of bend tests required for each position and product form is shown in Table 12.

6.3.1 Qualificação por exame padrão. Para obter a qualificação, é necessário concluir uma montagem soldada para exame padrão em conformidade com uma EPS qualificada, avaliar a montagem soldada usando os métodos listados na Tabela 11 e aceitar a montagem soldada em conformidade com os critérios de 6.4, Critérios de aceitação do exame. O número de ensaios de dobramento necessários para cada posição e forma de produto está indicado na Tabela 12.

Table 11
Examination Requirements for Performance Qualification

Type of Test	Tube or Sheet Less Than 2 mm	Pipe or Plate Equal to or Greater than 2 mm
	Groove	Groove
Visual Examination	Yes	Yes
Radiography	No	Yes ^a (in lieu of bends)
Bend Test	No	Yes ^{a, b}

^a Radiography may be substituted for bend testing for the SMAW, GTAW, GMAW (except short-circuiting), and FCAW processes, as applicable, for qualifications.

^b See Table 12.

Tabela 11
Requisitos de avaliação para a qualificação de execução

Tipo de exame	Tubo ou chapa inferior a 2 mm	Tubo ou chapa igual ou superior a 2 mm
	Em chanfro	Em chanfro
Exame visual	Sim	Sim
Radiografia	Não	Sim ^a (em substituição a dobramentos)
Ensaio de dobramento	Não	Sim ^{a, b}

^a A radiografia poderá ser substituída pelo ensaio de dobramento nos processos SMAW, GTAW, GMAW (exceto com curto-circuito) e FCAW, conforme aplicável, para qualificações.

^b Ver Tabela 12.

Table 12
Number of Bend Tests for Performance Qualification

	Product Form			
	Plate	Pipe	Tube	Sheet
1G	2	2	2	2
2G	2	2	2	2
3G	2	—	—	2
4G	2	—	—	2
5G	—	4	4	—
6G	—	4	4	—

Tabela 12
Número de ensaios de dobramento para a qualificação de execução

	Formato do produto			
	Chapa	Cano	Tubo	Folha
1G	2	2	2	2
2G	2	2	2	2
3G	2	—	—	2
4G	2	—	—	2
5G	—	4	4	—
6G	—	4	4	—

6.3.2 Test Weldments / Montagens soldadas para exame

6.3.2.1 Qualification is valid only for metals having the same M-Numbers, except as otherwise permitted in Table 13.

6.3.2.1 A qualificação é válida somente para metais que tenham os mesmos Números M, salvo onde permitido de outra forma na Tabela 13.

6.3.2.2 Tests shall be performed using a filler metal which has an assigned F-Number listed in Annex II. Table 14 provides a matrix showing filler metals which, if used in qualification testing, will qualify that welder to use other filler metals without further testing. A test using a filler metal not assigned an F-Number in Annex II shall qualify only for that filler metal.

6.3.2.2 Os exames deverão ser realizados usando um metal de enchimento designado por um Número F listado no Anexo II. A Tabela 14 contém uma matriz indicando metais de enchimento que, se utilizados no exame de qualificação, vão qualificar o soldador para usar outros metais de enchimento sem exames adicionais. Exames que utilizam um metal de enchimento não designado por um Número F no Anexo II deverão qualificar apenas para esse metal de enchimento.

6.3.2.3 Test coupons welded in the specific test positions qualify the welder to weld plate or pipe as permitted in Table 15.

6.3.2.3 Corpos de prova soldados nas posições de exame específicas qualificam o soldador para soldar chapas ou tubos como permitido na Tabela 15.

6.3.2.4 One or more welding process may be qualified on a single test weldment. Multiple welders may be qualified for specific portions of one test. Failure of any portion of such test weldments constitutes failure for all processes and welders used in that test weldment.

6.3.2.4 Um ou mais processos de soldagem poderão ser qualificados em uma única montagem soldada. Múltiplos soldadores poderão ser qualificados para porções específicas de um exame. Ser reprovado em qualquer parte dessas montagens soldadas constitui reprovação para todos os processos e soldadores utilizados na respectiva montagem soldada.

Table 13
Allowable Base Metals for Performance Qualification

Test Weldment Material ^a	Qualifies for Production Welding Materials
M-1 through M-11	M-1 through M-11

^a If materials not listed in Annex III are used for qualification tests, the welder shall be qualified to weld only on the material used in the test weldment.

Tabela 13
Metais base admissíveis para a qualificação de execução

Material da montagem soldada para exame ^a	Qualifica para materiais de soldagem de produção
M-1 a M-11	M-1 a M-11

^a Se materiais não listados no Anexo III forem utilizados nos exames de qualificação, o soldador deverá ser qualificado para soldar somente o material utilizado na montagem soldada.

Table 14
Allowable Filler Metals for Performance Qualification

Filler Metal Used In Qualification Test	Qualifies a Welder to Use the Filler Metals Listed Below
F-Number 1 through 5	The F-Number used in the test and any lower F-Number
F-Number 6 ^a	All F-Number 6 filler metals

^a Deposited solid bare wire, which is not covered by an AWS specification but which conforms to an A-Number analysis in Annex I may be considered classified as F-Number 6.

Tabela 14
Metais de enchimento admissíveis para a qualificação de execução

Metal de enchimento usado no exame de qualificação	Qualifica um soldador para usar os metais de enchimento listados abaixo
Número F de 1 a 5	O Número F usado no exame e todos os Números F inferiores
Número F 6 ^a	Todos os metais de enchimento do Número F 6

^a O depósito de fio de solda sólido e não revestido, não contemplado por uma especificação da AWS, mas que esteja em conformidade com uma análise de Número A no Anexo I, poderá ser classificado como Número F 6.

Table 15
Position Limitation for Performance Tests

Weld	Test Positions ^d	Qualified Position ^c		
		Groove		Fillet
		Plate and Pipe Over 600 mm O.D.	Pipe ≤ 600 mm O.D.	Plate and Pipe
Plate Groove	1G	F		F, H
	2G	F, H		F, H
	3G	F, V		F, H, V
	4G	F, O		F, H, O
	3G and 4G	F, V, O		All
	2G, 3G, and 4G	All		All
Plate Fillet	1F	—	—	F
	2F	—	—	F, H
	3F	—	—	F, H, V
	4F	—	—	F, H, O
	3F and 4F	—	—	All
Pipe Groove ^{a,b}	1G	F	F	F, H
	2G	F, H	F, H	F, H
	5G	F, V, O	F, V, O	All
	6G	All	All	All
	2G and 5G	All	All	All
Pipe Fillet	1F	—	—	F
	2F	—	—	F, H
	2FR	—	—	F, H
	4F	—	—	F, H, O
	5F	—	—	All

^a Welders qualified on tubular product forms may weld on both tubular and plate in accordance with any restrictions on diameter contained in other portions of this document.

^b See Table 9.

^c F = Flat, H = Horizontal, V = Vertical, O = Overhead.

^d Welding test position definitions are as defined in AWS A3.0, "Standard Welding Terms and Definitions".

Tabela 15
Limite de posição para os exames de execução

Solda	Posições do exame ^d	Posição qualificada ^c		
		Chanfro		Filete
		Chapa e tubo com DE superior a 600 mm	Tubo com DE ≤ 600 mm	Chapa e tubo
Chanfro em chapa	1G	F		F, H
	2G	F, H		F, H
	3G	F, V		F, H, V
	4G	F, O		F, H, O
	3G e 4G	F, V, O		Todos
	2G, 3G e 4G	Todos		Todos
Filete em chapa	1F	—	—	F
	2F	—	—	F, H
	3F	—	—	F, H, V
	4F	—	—	F, H, O
	3F e 4F	—	—	Todos
Chanfro em tubo ^{a,b}	1G	F	F	F, H
	2G	F, H	F, H	F, H
	5G	F, V, O	F, V, O	Todos
	6G	Todos	Todos	Todos
	2G e 5G	Todos	Todos	Todos
Filete em tubo	1F	—	—	F
	2F	—	—	F, H
	2FR	—	—	F, H
	4F	—	—	F, H, O
	5F	—	—	Todos

^a Soldadores qualificados em formas de produto tubulares poderão soldar em tubos e chapas, de acordo com as restrições sobre o diâmetro contidas em outras seções deste documento.

^b Ver Tabela 9.

^c F = Lado superior (Flat), H = Horizontal, V = Vertical, O = Ao teto (Overhead).

^d As definições de posição para exames de soldagem estão indicadas em AWS A3.0, "Termos e definições convencionais de soldagem".

6.4 Performance Qualification Acceptance Criteria / Critérios de aceitação da qualificação de execução

6.4.1 Visual. Examination procedures and acceptance criteria shall be as specified in the following paragraphs.

6.4.1.1 Visual Examination Procedure. The test weld may be examined visually at any time, and the test terminated at any stage if the necessary skills are not exhibited. The completed test weld shall be visually examined.

6.4.1.2 Visual Examination Acceptance Criteria. Acceptance criteria for visual examination of standard test plate and pipe weldments shall be as follows:

- (1) No cracks or incomplete fusion.
- (2) No incomplete joint penetration in groove welds, except where partial joint penetration groove welds are specified.
- (3) Undercut depth shall not exceed the lesser of 10% of the base metal thickness or 0.8 mm.
- (4) Face reinforcement or root reinforcement shall not exceed 3 mm.
- (5) No single pore shall exceed 2.5 mm diameter.

6.4.1 Visual. Os procedimentos do exame e critérios de aceitação deverão ser como especificado nos parágrafos a seguir.

6.4.1.1 Procedimento de exame visual. A solda de exame poderá ser examinada visualmente a qualquer momento, e o exame poderá ser encerrado em qualquer estágio caso as habilidades necessárias não sejam demonstradas. A solda de exame concluída deverá ser examinada visualmente.

6.4.1.2 Critérios de aceitação do exame visual. Os critérios de aceitação para a inspeção visual de montagens soldada de chapa e tubo deverão ser como a seguir:

- (1) Ausência de fissuras e fusão incompleta.
- (2) Ausência de penetração incompleta da junta em soldas em chanfro, exceto onde forem especificadas soldas em chanfro com penetração parcial da junta.
- (3) A profundidade do rebaixe não deverá exceder 10% da espessura do metal base ou 0,8 mm, o que for menor.
- (4) O reforço de face ou reforço de raiz não deverá exceder 3 mm.
- (5) Nenhum poro individual deverá exceder 2,5 mm de diâmetro.

6.4.2 Bend Tests. Bend testing requirements and acceptance criteria are as specified in 5.3.1(2) and 5.4.2.

6.4.2 Ensaios de dobramento. Os requisitos e critérios de aceitação do ensaio de dobramento estão especificados em 5.3.1(2) e 5.4.2.

6.5 Performance Qualification Documentation / Documentação da qualificação de execução

The qualification test for each welder shall be documented for both acceptable and unacceptable tests. There is no required format for Welder Performance Qualification Test Records (WQTR). Any WQTR form may be used. See Annex IX for a suggested format. The documentation shall:

- (1) Identify the WPS used;
- (2) Address each of the qualification variables in 6.2;
- (3) Identify test and examination methods used and results; and
- (4) Identify the limits of qualification for the welder.

O exame de qualificação para cada soldador deverá ser documentado tanto para exames aceitáveis como inaceitáveis. Não há um formato obrigatório para os Registros do Exame de Qualificação de Execução do Soldador (WQTR). Qualquer formato de WQTR poderá ser utilizado. Veja formatos sugeridos no Anexo IX. A documentação deverá:

- (1) Identificar a EPS utilizada;
- (2) Tratar cada variável de qualificação em 6.2;
- (3) Identificar os métodos de exame e avaliação utilizados, e os resultados; e
- (4) Identificar os limites de qualificação para o soldador.

Annex I (Normative) – A Number Table**Classification of Ferrous Weld Metal for Procedure Qualification**

A-No.	Type of Weld Metal	Chemical Composition, wt %					
		C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	Low-carbon	0.20	0.20	0.30	0.50	1.60	1.00
2	Carbon-Molybdenum	0.15	0.50	0.40–0.65	0.50	1.60	1.00
3	Chromium-Molybdenum	0.15	0.40–2.00	0.40–0.65	0.50	1.60	1.00
4	Chromium-Molybdenum	0.15	2.00–4.00	0.40–1.50	0.50	1.60	2.00
5	Chromium-Molybdenum	0.15	4.00–10.5	0.40–1.50	0.80	1.20	2.00
6	Chromium, martensitic	0.15	11.00–15.0	0.70	0.80	2.00	1.00
7	Chromium, ferritic	0.15	11.00–30.0	1.00	0.80	1.00	3.00
8	Chromium-Nickel	0.15	14.50–30.0	4.00	7.50–15.00	2.50	1.00
9	Chromium-Nickel	0.30	19.0–30.0	6.00	15.0–37.00	2.50	1.00
10	Nickel	0.15	0.50	0.55	0.80–4.00	1.70	1.00
11	Manganese-Molybdenum	0.17	0.50	0.25–0.75	0.85	1.25–2.25	1.00
12	Nickel-Chromium-Molybdenum	0.15	1.50	0.25–0.80	1.25–2.80	0.75–2.25	1.00

Note:

Single values in this table are maximum values.

Anexo I (Normativo) – Tabela do Número A

Classificação do metal de solda ferroso para qualificação de procedimento							
Nº A	Tipo de metal de solda	Composição química, % em peso					
		C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	Baixo carbono	0,20	0,20	0,30	0,50	1,60	1,00
2	Carbono-Molibdênio	0,15	0,50	0,40 a 0,65	0,50	1,60	1,00
3	Cromo-Molibdênio	0,15	0,40 a 2,00	0,40 a 0,65	0,50	1,60	1,00
4	Cromo-Molibdênio	0,15	2,00 a 4,00	0,40 a 1,50	0,50	1,60	2,00
5	Cromo-Molibdênio	0,15	4,00 a 10,5	0,40 a 1,50	0,80	1,20	2,00
6	Cromo, martensítico	0,15	11,00 a 15,0	0,70	0,80	2,00	1,00
7	Cromo, ferrítico	0,15	11,00 a 30,0	1,00	0,80	1,00	3,00
8	Cromo-Níquel	0,15	14,50 a 30,0	4,00	7,50 a 15,00	2,50	1,00
9	Cromo-Níquel	0,30	19,0 a 30,0	6,00	15,0 a 37,00	2,50	1,00
10	Níquel	0,15	0,50	0,55	0,80 a 4,00	1,70	1,00
11	Manganês-Molibdênio	0,17	0,50	0,25 a 0,75	0,85	1,25 a 2,25	1,00
12	Níquel-Cromo-Molibdênio	0,15	1,50	0,25 a 0,80	1,25 a 2,80	0,75 a 2,25	1,00

Observação:

Os valores individuais na tabela representam valores máximos.

Annex II (Normative) – F Number Table

Grouping of Welding Electrodes and Rods for Qualification		
F-No.	AWS Specification	AWS Classification
Steel		
1	A5.1	EXX20, EXX22, EXX24, EXX27, EXX28
1	A5.4	EXXX(X)-26
1	A5.5	EXX20-XX, EXX27-XX
2	A5.1	EXX12, EXX13, EXX14, EXX19
2	A5.5	E(X)XX13-XX
3	A5.1	EXX10, EXX11
3	A5.5	E(X)XX10-XX, E(X)XX11-XX
4	A5.1	EXX15, EXX16, EXX18, EXX18M, EXX48
4	A5.4 other than austenitic and duplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
4	A5.5	E(X)XX15-XX, E(X)XX16-XX, E(X)XX18-XX, E(X)XX18M, E(X)XX18M1, E(X)XX45-P2
5	A5.4 austenitic and duplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
6	A5.9	All Classifications
6	A5.18	All Classifications
6	A5.20	All Classifications
6	A5.22	All Classifications
6	A5.28	All Classifications
6	A5.29	All Classifications
6	A5.30	INMs-X, IN5XX, IN3XX(X)

Anexo II (Normativo) – Tabela do Número F

Agrupamento de eletrodos e varetas de soldagem para qualificação		
F-No.	Especificação AWS	Classificação AWS
		Aço
1	A5.1	EXX20, EXX22, EXX24, EXX27, EXX28
1	A5.4	EXXX(X)-26
1	A5.5	EXX20-XX, EXX27-XX
2	A5.1	EXX12, EXX13, EXX14, EXX19
2	A5.5	E(X)XX13-XX
3	A5.1	EXX10, EXX11
3	A5.5	E(X)XX10-XX, E(X)XX11-XX
4	A5.1	EXX15, EXX16, EXX18, EXX18M, EXX48
4	A5.4 que não austenítico e duplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
4	A5.5	E(X)XX15-XX, E(X)XX16-XX, E(X)XX18-XX, E(X)XX18M, E(X)XX18M1, E(X)XX45-P2
5	A5.4 austenítico e duplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
6	A5.9	Todas as classificações
6	A5.18	Todas as classificações
6	A5.20	Todas as classificações
6	A5.22	Todas as classificações
6	A5.28	Todas as classificações
6	A5.29	Todas as classificações
6	A5.30	INMs-X, IN5XX, IN3XX(X)

Annex III-A (Normative)

List of Base Metal Specifications—Ferrous Alloys

Standard	Base Metal Specification	Material Number	Group Number	Type, Grade, or Alloy Designation	UNS Number	Product Form
Steel and Steel Alloys						
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02599	Plate & Bars
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02598	Plate & Bars
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02597	Plate & Bars
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02596	Plate & Bars
ASTM	A 106	1	1	Grade B	K03006	Seamless Pipe
ASTM	A 106	1	2	Grade C	K03501	Seamless Pipe
ASTM	A 202	4	1	Grade A	K11742	Plate
ASTM	A 202	4	1	Grade B	K12542	Plate
ASTM	A 203	9A	1	Grade A	K21703	Plate
ASTM	A 203	9A	1	Grade B	K22103	Plate
ASTM	A 203	9B	1	Grade D	K31718	Plate
ASTM	A 203	9B	1	Grade E	K32018	Plate
ASTM	A 204	3	1	Grade A	K11820	Plate
ASTM	A 204	3	2	Grade B	K12020	Plate
ASTM	A 204	3	2	Grade C	K12320	Plate
ASTM	A 225	10A	1	Grade C	K12524	Plate
ASTM	A 225	10A	1	Grade D	—	Plate
ASTM	A 240	6	1	Type 410	S41000	Plate
ASTM	A 240	6	2	Type 429	S42900	Plate
ASTM	A 240	6	4	Grade S41500	S41500	Plate
ASTM	A 240	7	1	Type 405	S40500	Plate
ASTM	A 240	7	1	Type 409	S40900	Plate
ASTM	A 240	7	1	Type 410S	S41008	Plate
ASTM	A 240	7	2	Type 18-2	S44400	Plate
ASTM	A 240	7	2	Type 430	S43000	Plate
ASTM	A 240	8	2	S30815	S30815	Plate, Sheet & Strip
ASTM	A 312	8	1	TP304	S30400	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	1	TP304L	S30403	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	1	TP316	S31600	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	1	TP316L	S31603	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	3	TPXM-19	S20910	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	3	TP-11	S21904	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	4	317LM	S31725	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 312	8	4	S31254	S31254	Seamless & Welded Pipe
ASTM	A 333	4	2	Grade 4	K11267	Pipe
ASTM	A 333	9A	1	Grade 7	K21903	Pipe
ASTM	A 333	9A	1	Grade 9	K22035	Pipe
ASTM	A 333	9B	1	Grade 3	K31918	Pipe
ASTM	A 335	4	1	Grade P11	K11597	Pipe
ASTM	A 335	4	1	Grade P12	K11562	Pipe
ASTM	A 335	5B	2	Grade P91	K91560	Seamless Pipe
ASTM	A 353	11A	1		K81340	Plate
ASTM	A 369	3	1	Grade FP1	K11522	Forged Pipe
ASTM	A 387	3	2	Grade 2, Class 2	K12143	Plate
ASTM	A 387	5A	1	Grade 21, Class 1	K31545	Plate

Anexo III-A (Normativo)

Lista de especificações do metal base — Ligas ferrosas

Padrão	Especificação do metal base	Número do material	Número de grupo	Tipo, grau ou designação da liga	Número UNS	Formato do produto
Aço e aço-liga						
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02599	Chapa e barras
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02598	Chapa e barras
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02597	Chapa e barras
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02596	Chapa e barras
ASTM	A 106	1	1	Grau B	K03006	Tubo sem costura
ASTM	A 106	1	2	Grau C	K03501	Tubo sem costura
ASTM	A 202	4	1	Grau A	K11742	Chapa
ASTM	A 202	4	1	Grau B	K12542	Chapa
ASTM	A 203	9A	1	Grau A	K21703	Chapa
ASTM	A 203	9A	1	Grau B	K22103	Chapa
ASTM	A 203	9B	1	Grau D	K31718	Chapa
ASTM	A 203	9B	1	Grau E	K32018	Chapa
ASTM	A 204	3	1	Grau A	K11820	Chapa
ASTM	A 204	3	2	Grau B	K12020	Chapa
ASTM	A 204	3	2	Grau C	K12320	Chapa
ASTM	A 225	10A	1	Grau C	K12524	Chapa
ASTM	A 225	10A	1	Grau D	—	Chapa
ASTM	A 240	6	1	Tipo 410	S41000	Chapa
ASTM	A 240	6	2	Tipo 429	S42900	Chapa
ASTM	A 240	6	4	Grau S41500	S41500	Chapa
ASTM	A 240	7	1	Tipo 405	S40500	Chapa
ASTM	A 240	7	1	Tipo 409	S40900	Chapa
ASTM	A 240	7	1	Tipo 410S	S41008	Chapa
ASTM	A 240	7	2	Tipo 18-2	S44400	Chapa
ASTM	A 240	7	2	Tipo 430	S43000	Chapa
ASTM	A 240	8	2	S30815	S30815	Chapa, folha e tira
ASTM	A 312	8	1	TP304	S30400	Tubo com e sem costura
ASTM	A 312	8	1	TP304L	S30403	Tubo com e sem costura
ASTM	A 312	8	1	TP316	S31600	Tubo com e sem costura
ASTM	A 312	8	1	TP316L	S31603	Tubo com e sem costura
ASTM	A 312	8	3	TPXM-19	S20910	Tubo com e sem costura
ASTM	A 312	8	3	TP-11	S21904	Tubo com e sem costura
ASTM	A 312	8	4	317LM	S31725	Tubo com e sem costura
ASTM	A 312	8	4	S31254	S31254	Tubo com e sem costura
ASTM	A 333	4	2	Grau 4	K11267	Tubo
ASTM	A 333	9A	1	Grau 7	K21903	Tubo
ASTM	A 333	9A	1	Grau 9	K22035	Tubo
ASTM	A 333	9B	1	Grau 3	K31918	Tubo
ASTM	A 335	4	1	Grau P11	K11597	Tubo
ASTM	A 335	4	1	Grau P12	K11562	Tubo
ASTM	A 335	5B	2	Grau P91	K91560	Tubo sem costura
ASTM	A 353	11A	1		K81340	Chapa
ASTM	A 369	3	1	Grau FP1	K11522	Tubo forjado
ASTM	A 387	3	2	Grau 2, Classe 2	K12143	Chapa
ASTM	A 387	5A	1	Grau 21, Classe 1	K31545	Chapa

List of Base Metal Specifications—Ferrous Alloys

Standard	Base Metal Specification	Material Number	Group Number	Type, Grade, or Alloy Designation	UNS Number	Product Form
Steel and Steel Alloys						
ASTM	A 387	5A	1	Grade 21, Class 2	K31545	Plate
ASTM	A 387	5B	1	Grade 5, Class 1	K41545	Plate
ASTM	A 387	5B	1	Grade 5, Class 2	K41545	Plate
ASTM	A 387	5B	2	Grade 91, Class 2	S50460	Plate
ASTM	A 420	11A	1	Grade WPL8	K81340	Pipe
ASTM	A 514	11B	1	Grade A	K11856	Plate
ASTM	A 514	11B	2	Grade E	K11856	Plate
ASTM	A 516	1	1	Grade 55	K01800	Plate
ASTM	A 516	1	1	Grade 65	K02403	Plate
ASTM	A 516	1	2	Grade 70	K02700	Plate
ASTM	A 517	11B	1	Grade A	K11856	Plate
ASTM	A 517	11B	2	Grade E	K21604	Plate
ASTM	A 533	3	3	Type A, Class 1	K12521	Plate
ASTM	A 533	3	3	Type A, Class 2	K12521	Plate
ASTM	A 533	3	3	Type B, Class 1	K12539	Plate
ASTM	A 533	3	3	Type B, Class 2	K12539	Plate
ASTM	A 533	11A	4	Grade A, Class 3	K12521	Plate
ASTM	A 533	11A	4	Grade B, Class 3	K12539	Plate
ASTM	A 543	11A	5	Type B, Class 1	K42339	Plate
ASTM	A 543	11A	5	Type B, Class 3	K42339	Plate
ASTM	A 542	5C	3	Type A, Class 3	K21590	Plate
ASTM	A 542	5C	4	Type A, Class 1	K21590	Plate
ASTM	A 542	5C	5	Type A, Class 2	K21590	Plate
ASTM	A 612	10C	1	—	K02900	Plate
ASTM	A 645	11A	2	—	K41583	Plate
ASTM	A 709	11B	1	Grade 100, Type A	K11856	Plate & Shapes
ASTM	A 709	11B	1	Grade 100W, Type A	K11856	Plate & Shapes
ASTM	A 709	11B	2	Grade 100, Type E	K21604	Plate & Shapes
ASTM	A 709	11B	2	Grade 100W, Type E	K21604	Plate & Shapes
ASTM	A 832	5C	1	Grade 21V	K31830	
ASTM	A 871	3	2	Grade 60	—	Plate
ASTM	A 945	3	2	Grade 65	—	Plate
API	5L	1	1	Grade X42	—	Pipe
API	5L	1	2	Grade X52	—	Pipe
API	5L	1	2	Grade X60	—	Pipe
API	5L	1	4	Grade X80	—	Pipe

Lista de especificações do metal base — Ligas ferrosas

Padrão	Especificação do metal base	Número do material	Número de grupo	Tipo, grau ou designação da liga	Número UNS	Formato do produto
Aço e aço-liga						
ASTM	A 387	5A	1	Grau 21, Classe 2	K31545	Chapa
ASTM	A 387	5B	1	Grau 5, Classe 1	K41545	Chapa
ASTM	A 387	5B	1	Grau 5, Classe 2	K41545	Chapa
ASTM	A 387	5B	2	Grau 91, Classe 2	S50460	Chapa
ASTM	A 420	11A	1	Grau WPL8	K81340	Tubo
ASTM	A 514	11B	1	Grau A	K11856	Chapa
ASTM	A 514	11B	2	Grau E	K11856	Chapa
ASTM	A 516	1	1	Grau 55	K01800	Chapa
ASTM	A 516	1	1	Grau 65	K02403	Chapa
ASTM	A 516	1	2	Grau 70	K02700	Chapa
ASTM	A 517	11B	1	Grau A	K11856	Chapa
ASTM	A 517	11B	2	Grau E	K21604	Chapa
ASTM	A 533	3	3	Tipo A, Classe 1	K12521	Chapa
ASTM	A 533	3	3	Tipo A, Classe 2	K12521	Chapa
ASTM	A 533	3	3	Tipo B, Classe 1	K12539	Chapa
ASTM	A 533	3	3	Tipo B, Classe 2	K12539	Chapa
ASTM	A 533	11A	4	Grau A, Classe 3	K12521	Chapa
ASTM	A 533	11A	4	Grau A, Classe 3	K12539	Chapa
ASTM	A 543	11A	5	Tipo B, Classe 1	K42339	Chapa
ASTM	A 543	11A	5	Tipo B, Classe 3	K42339	Chapa
ASTM	A 542	5C	3	Tipo A, Classe 3	K21590	Chapa
ASTM	A 542	5C	4	Tipo A, Classe 1	K21590	Chapa
ASTM	A 542	5C	5	Tipo A, Classe 2	K21590	Chapa
ASTM	A 612	10C	1	—	K02900	Chapa
ASTM	A 645	11A	2	—	K41583	Chapa
ASTM	A 709	11B	1	Grau 100, Tipo A	K11856	Chapa e formas
ASTM	A 709	11B	1	Grau 100W, Tipo A	K11856	Chapa e formas
ASTM	A 709	11B	2	Grau 100, Tipo E	K21604	Chapa e formas
ASTM	A 709	11B	2	Grau 100W, Tipo E	K21604	Chapa e formas
ASTM	A 832	5C	1	Grau 21V	K31830	
ASTM	A 871	3	2	Grau 60	—	Chapa
ASTM	A 945	3	2	Grau 65	—	Chapa
API	5L	1	1	Grau X42	—	Tubo
API	5L	1	2	Grau X52	—	Tubo
API	5L	1	2	Grau X60	—	Tubo
API	5L	1	4	Grau X80	—	Tubo

M-Number Listing of Base Metals—Ferrous Alloys

Material Number	Group Number	Standard	Base Metal Specifications	Type, Grade, or Alloy Designation	UNS Number	Thickness Limitations mm	Minimum Tensile/Yield Strength, MPa	Product Form	Nominal Composition
Steel and Steel Alloys									
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02595	≤20	400/250	Plate & Bars	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	>20≤40	400/250	Plate & Bars	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02597	>40≤65	400/250	Plate & Bars	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	>65≤100	400/250	Plate & Bars	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A106	Grade B	K03006	—	415/240	Seamless Pipe	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	Grade 55	K01800	—	380/205	Plate	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	Grade 65	K02403	—	450/240	Plate	C-Mn-Si
1	1	API	5L	Grade X42	—	—	415/290	Pipe	C-Mn
1	2	ASTM	A 106	Grade C	K03501	—	485/275	Seamless Pipe	C-Mn-Si
1	2	ASTM	A 516	Grade 70	K02700	—	485/260	Plate	C-Mn-Si
1	1	API	5L	Grade X52	—	—	460/360	Pipe	C-Mn
1	2	API	5L	Grade X60	—	—	515/415	Pipe	C-Mn-Cb-V-Ti
1	4	API	5L	Grade X80	—	—	625/550	Pipe	C-Mn
3	1	ASTM	A 204	Grade A	K11820	—	450/255	Plate	C-0.5Mo
3	1	ASTM	A 369	Grade FP1	K11522	—	380/205	Pipe	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 204	Grade B	K12020	—	485/275	Plate	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 204	Grade C	K12320	—	515/295	Plate	C-0.5Mo
3	2	ASTM	A 387	Grade 2, Class 2	K12143	—	485/310	Plate	0.5Cr-0.5Mo
3	2	ASTM	A 871	Grade 60	—	—	515/415	Plate	C-Mn-Ni-Cu-Cr-V
3	2	ASTM	A 945	Grade 65	—	—	540/450	Plate	LowC-Mn
3	3	ASTM	A 533	Type A, Class 1	K12521	—	550/345	Plate	Mn-0.5Mo
3	3	ASTM	A 533	Type A, Class 2	K12521	—	620/485	Plate	Mn-0.5Mo
3	3	ASTM	A 533	Type B, Class 1	K12539	—	550/345	Plate	Mn-0.5Mo-0.5Ni
3	3	ASTM	A 533	Type B, Class 2	K12539	—	620/485	Plate	Mn-0.5Mo-0.5Ni

68

Annex III-B (Normative)
Base Metal Specifications & M-Number Tables

Anexo III-B (Normativo)
Especificações do metal base e tabelas do Número M

Listagem do Número M de metais base — Ligas ferrosas

Número do material	Número de Grupo	Padrão	Especificações do metal base	Tipo, grau ou designação da liga	Número UNS	Limites de espessura mm	Resistência à tração/limite de elasticidade, MPa	Formato do produto	Composição nominal
Aço e aço-liga									
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02595	≤20	400/250	Chapa e barras	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	>20≤40	400/250	Chapa e barras	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02597	>40≤65	400/250	Chapa e barras	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	>65≤100	400/250	Chapa e barras	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A106	Grau B	K03006	—	415/240	Tubo sem costura	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	Grau 55	K01800	—	380/205	Chapa	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	Grau 65	K02403	—	450/240	Chapa	C-Mn-Si
1	1	API	5L	Grau X42	—	—	415/290	Tubo	C-Mn
1	2	ASTM	A 106	Grau C	K03501	—	485/275	Tubo sem costura	C-Mn-Si
1	2	ASTM	A 516	Grau 70	K02700	—	485/260	Chapa	C-Mn-Si
1	1	API	5L	Grau X52	—	—	460/360	Tubo	C-Mn
1	2	API	5L	Grau X60	—	—	515/415	Tubo	C-Mn-Cb-V-Ti
1	4	API	5L	Grau X80	—	—	625/550	Tubo	C-Mn
3	1	ASTM	A 204	Grau A	K11820	—	450/255	Chapa	C-0,5Mo
3	1	ASTM	A 369	Grau FP1	K11522	—	380/205	Tubo	C-0,5Mo
3	2	ASTM	A 204	Grau B	K12020	—	485/275	Chapa	C-0,5Mo
3	2	ASTM	A 204	Grau C	K12320	—	515/295	Chapa	C-0,5Mo
3	2	ASTM	A 387	Grau 2, Classe 2	K12143	—	485/310	Chapa	0,5Cr-0,5Mo
3	2	ASTM	A 871	Grau 60	—	—	515/415	Chapa	C-Mn-Ni-Cu-Cr-V
3	2	ASTM	A 945	Grau 65	—	—	540/450	Chapa	BaixoC-Mn
3	3	ASTM	A 533	Tipo A, Classe 1	K12521	—	550/345	Chapa	Mn-0,5Mo
3	3	ASTM	A 533	Tipo A, Classe 2	K12521	—	620/485	Chapa	Mn-0,5Mo
3	3	ASTM	A 533	Tipo B, Classe 1	K12539	—	550/345	Chapa	Mn-0,5Mo-0,5Ni
3	3	ASTM	A 533	Tipo B, Classe 2	K12539	—	620/485	Chapa	Mn-0,5Mo-0,5Ni

4	1	ASTM	A 202	Grade A	K11742	—	515/310	Plate	0.5Cr-1.25Mn-Si
4	1	ASTM	A 202	Grade B	K12542	—	585/325	Plate	0.5Cr-1.25Mn-Si
4	1	ASTM	A 335	Grade P11	K11597	—	415/205	Pipe	1.25Cr-0.5Mo-Si
4	1	ASTM	A 335	Grade P12	K11562	—	415/220	Pipe	1Cr-0.5Mo
4	2	ASTM	A 333	Grade 4	K11267	—	415/240	Pipe	0.75Cr-0.75Ni-Cu-Al
5A	1	ASTM	A 387	Grade 21, Class 1	K31545	—	415/205	Plate	3Cr-1Mo
5A	1	ASTM	A 387	Grade 21, Class 2	K31545	—	515/310	Plate	3Cr-1Mo
5B	1	ASTM	A 387	Grade 5, Class 1	K41545	—	415/205	Plate	5Cr-0.5Mo
5B	1	ASTM	A 387	Grade 5, Class 2	K41545	—	515/310	Plate	5Cr-0.5Mo
5B	2	ASTM	A 335	Grade P91	K91560	—	585/415	Seamless Pipe	9Cr-1Mo-V
5B	2	ASTM	A 387	Grade 91, Class 2	S50460	—	585/415	Plate	9Cr-1Mo-V
5C	1	ASTM	A 832	Grade 21V	K31830	—	585/415	Plate	3Cr-1Mo-0.25V
5C	3	ASTM	A 542	Type A, Class 3	K21590	—	655/515	Plate	2.25Cr-1Mo
5C	4	ASTM	A 542	Type A, Class 1	K21590	—	725/585	Plate	2.25Cr-1Mo
5C	5	ASTM	A 542	Type A, Class 2	K21590	—	795/690	Plate	2.25Cr-1Mo
6	1	ASTM	A 240	Type 410	S41000	—	450/205	Plate	13Cr
6	2	ASTM	A 240	Type 429	S42900	—	450/205	Plate	15Cr
6	4	ASTM	A 240	S41500	S41500	—	795/620	Plate	13Cr-4.5Ni-Mo
7	1	ASTM	A 240	Type 405	S40500	—	415/170	Plate	12Cr-1Al
7	1	ASTM	A 240	Type 409	S40900	—	380/170	Plate	11Cr-Ti
7	1	ASTM	A 240	Type 410S	S41008	—	415/205	Plate	13Cr
7	2	ASTM	A 240	Type 18-2	S44400	—	415/275	Plate	18Cr-2Mo
7	2	ASTM	A 240	Type 430	S43000	—	450/205	Plate	17Cr
8	1	ASTM	A 312	TP304	S30400	—	515/205	Seamless & Welded Pipe	18Cr-8Ni
8	1	ASTM	A 312	TP304L	S30403	—	485/170	Seamless & Welded Pipe	18Cr-8Ni
8	1	ASTM	A 312	TP316	S31600	—	515/205	Seamless & Welded Pipe	16Cr-12Ni-2Mo
8	1	ASTM	A 312	TP316L	S31603	—	485/170	Seamless & Welded Pipe	16Cr-12Ni-2Mo
8	2	ASTM	A 240	S30815	S30815	<3	600/310	Plate, Sheet & Strip	21Cr-11Ni-N
8	3	ASTM	A 312	TP-11	S21904	—	620/345	Seamless & Welded Pipe	21Cr-6Ni-9Mn
8	3	ASTM	A 312	TPXM-19	S20910	—	690/380	Seamless & Welded Pipe	22Cr-13Ni-5Mn
8	4	ASTM	A 312	S31254	S31254	—	650/305	Seamless & Welded Pipe	20Cr-18Ni-6Mo
8	4	ASTM	A 312	317LM	S31725	—	515/205	Seamless & Welded Pipe	19Cr-15Ni-4Mo

Anexo III-B (Normativo)
Especificações do metal base e tabelas do Número M

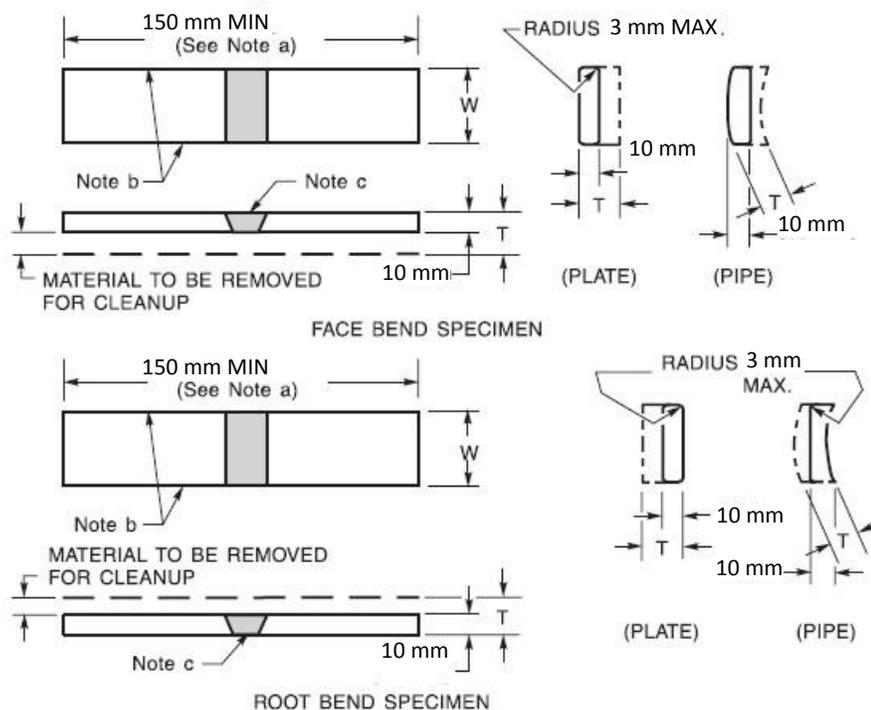
4	1	ASTM	A 202	Grau A	K11742	—	515/310	Chapa	0,5Cr-1,25Mn-Si
4	1	ASTM	A 202	Grau B	K12542	—	585/325	Chapa	0,5Cr-1,25Mn-Si
4	1	ASTM	A 335	Grau P11	K11597	—	415/205	Tube	1,25Cr-0,5Mo-Si
4	1	ASTM	A 335	Grau P12	K11562	—	415/220	Tube	1Cr-0,5Mo
4	2	ASTM	A 333	Grau 4	K11267	—	415/240	Tube	0,75Cr-0,75Ni-Cu-Al
5A	1	ASTM	A 387	Grau 21, Classe 1	K31545	—	415/205	Chapa	3Cr-1Mo
5A	1	ASTM	A 387	Grau 21, Classe 2	K31545	—	515/310	Chapa	3Cr-1Mo
5B	1	ASTM	A 387	Grau 5, Classe 1	K41545	—	415/205	Chapa	5Cr-0,5Mo
5B	1	ASTM	A 387	Grau 5, Classe 2	K41545	—	515/310	Chapa	5Cr-0,5Mo
5B	2	ASTM	A 335	Grau P91	K91560	—	585/415	Tube sem costura	9Cr-1Mo-V
5B	2	ASTM	A 387	Grau 91, Classe 2	S50460	—	585/415	Chapa	9Cr-1Mo-V
5C	1	ASTM	A 832	Grau 21V	K31830	—	585/415	Chapa	3Cr-1Mo-0,25V
5C	3	ASTM	A 542	Tipo A, Classe 3	K21590	—	655/515	Chapa	2,25Cr-1Mo
5C	4	ASTM	A 542	Tipo A, Classe 1	K21590	—	725/585	Chapa	2,25Cr-1Mo
5C	5	ASTM	A 542	Tipo A, Classe 2	K21590	—	795/690	Chapa	2,25Cr-1Mo
6	1	ASTM	A 240	Tipo 410	S41000	—	450/205	Chapa	13Cr
6	2	ASTM	A 240	Tipo 429	S42900	—	450/205	Chapa	15Cr
6	4	ASTM	A 240	S41500	S41500	—	795/620	Chapa	13Cr-4,5Ni-Mo
7	1	ASTM	A 240	Tipo 405	S40500	—	415/170	Chapa	12Cr-1Al
7	1	ASTM	A 240	Tipo 409	S40900	—	380/170	Chapa	11Cr-Ti
7	1	ASTM	A 240	Tipo 410S	S41008	—	415/205	Chapa	13Cr
7	2	ASTM	A 240	Tipo 18-2	S44400	—	415/275	Chapa	18Cr-2Mo
7	2	ASTM	A 240	Tipo 430	S43000	—	450/205	Chapa	17Cr
8	1	ASTM	A 312	TP304	S30400	—	515/205	Tube com e sem costura	18Cr-8Ni
8	1	ASTM	A 312	TP304L	S30403	—	485/170	Tube com e sem costura	18Cr-8Ni
8	1	ASTM	A 312	TP316	S31600	—	515/205	Tube com e sem costura	16Cr-12Ni-2Mo
8	1	ASTM	A 312	TP316L	S31603	—	485/170	Tube com e sem costura	16Cr-12Ni-2Mo
8	2	ASTM	A 240	S30815	S30815	<3	600/310	Chapa, folha e tira	21Cr-11Ni-N
8	3	ASTM	A 312	TP-11	S21904	—	620/345	Tube com e sem costura	21Cr-6Ni-9Mn
8	3	ASTM	A 312	TPXM-19	S20910	—	690/380	Tube com e sem costura	22Cr-13Ni-5Mn
8	4	ASTM	A 312	S31254	S31254	—	650/305	Tube com e sem costura	20Cr-18Ni-6Mo
8	4	ASTM	A 312	317LM	S31725	—	515/205	Tube com e sem costura	19Cr-15Ni-4Mo

9A	1	ASTM	A 203	Grade A	K21703	—	450/255	Plate	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 203	Grade B	K22103	—	485/275	Plate	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 333	Grade 7	K21903	—	450/240	Pipe	2.5Ni
9A	1	ASTM	A 333	Grade 9	K22035	—	435/315	Pipe	2Ni-1Cu
9B	1	ASTM	A 203	Grade D	K31718	—	450/255	Plate	3.5Ni
9B	1	ASTM	A 203	Grade E	K32018	—	485/275	Plate	3.5Ni
9B	1	ASTM	A 333	Grade 3	K31918	—	450/240	Pipe	3.5Ni
10A	1	ASTM	A 225	Grade C	K12524	—	725/485	Plate	Mn-0.5Ni-V
10A	1	ASTM	A 225	Grade D	—	≤75	550/415	Plate	Mn-0.5Ni-V
10A	1	ASTM	A 225	Grade D	—	>75≤150	515/380	Plate	Mn-0.5Ni-V
10C	1	ASTM	A 612	—	K02900	≤13	570/345	Plate	C-Mn-Si
10C	1	ASTM	A 612	—	K02900	>13	560/345	Plate	C-Mn-Si
11A	1	ASTM	A 353	—	K81340	—	690/515	Plate	9Ni
11A	1	ASTM	A 420	Grade WPL8	K81340	—	690/515	Pipe	9Ni
11A	2	ASTM	A 645	—	K41583	—	655/450	Plate	0.5Ni-0.25Mo
11A	4	ASTM	A 533	Grade A, Class 3	K12521	—	690/570	Plate	Mn-0.5Mo
11A	4	ASTM	A 533	Grade B, Class 3	K12539	—	690/570	Plate	Mn-0.5Mo-0.5Ni
11A	5	ASTM	A 543	Type B, Class 1	K42339	—	725/585	Plate	3Ni-1.75Cr-0.5Mo
11A	5	ASTM	A 543	Type B, Class 3	K42339	—	620/485	Plate	3Ni-1.75Cr-0.5Mo
11B	1	ASTM	A 514	Grade A	K11856	≤65	760/690	Plate	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grade A	K11856	>65≤300	760/620	Plate	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grade A	K11856	≤65	795/690	Plate	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grade A	K11856	>65≤300	725/620	Plate	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 709	Grade 100, Type A	K11856	≤65	760/690	Plate & Shapes	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 709	Grade 100W, Type A	K11856	≤55	760/690	Plate & Shapes	0.5Cr-0.25Mo-Si
11B	2	ASTM	A 514	Grade E	K21604	≤65	760/690	Plate	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 514	Grade E	K21604	>65≤300	760/620	Plate	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 517	Grade E	K21604	≤65	795/690	Plate	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 517	Grade E	K21604	>65≤300	725/620	Plate	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grade 100, Type E	K21604	≤65	760/690	Plate & Shapes	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grade 100, Type E	K21604	>65≤200	690/620	Plate & Shapes	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grade 100W, Type E	K21604	≤65	760/690	Plate & Shapes	1.75Cr-0.5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grade 100W, Type E	K21604	>65≤200	690/620	Plate & Shapes	1.75Cr-0.5Mo-Cu

Anexo III-B (Normativo)
Especificações do metal base e tabelas do Número M

9A	1	ASTM	A 203	Grau A	K21703	—	450/255	Chapa	2,5Ni
9A	1	ASTM	A 203	Grau B	K22103	—	485/275	Chapa	2,5Ni
9A	1	ASTM	A 333	Grau 7	K21903	—	450/240	Tubo	2,5Ni
9A	1	ASTM	A 333	Grau 9	K22035	—	435/315	Tubo	2Ni-1Cu
9B	1	ASTM	A 203	Grau D	K31718	—	450/255	Chapa	3,5Ni
9B	1	ASTM	A 203	Grau E	K32018	—	485/275	Chapa	3,5Ni
9B	1	ASTM	A 333	Grau 3	K31918	—	450/240	Tubo	3,5Ni
10A	1	ASTM	A 225	Grau C	K12524	—	725/485	Chapa	Mn-0,5Ni-V
10A	1	ASTM	A 225	Grau D	—	≤75	550/415	Chapa	Mn-0,5Ni-V
10A	1	ASTM	A 225	Grau D	—	>75≤150	515/380	Chapa	Mn-0,5Ni-V
10C	1	ASTM	A 612	—	K02900	≤13	570/345	Chapa	C-Mn-Si
10C	1	ASTM	A 612	—	K02900	>13	560/345	Chapa	C-Mn-Si
11A	1	ASTM	A 353	—	K81340	—	690/515	Chapa	9Ni
11A	1	ASTM	A 420	Grau WPL8	K81340	—	690/515	Tubo	9Ni
11A	2	ASTM	A 645	—	K41583	—	655/450	Chapa	0,5Ni-0,25Mo
11A	4	ASTM	A 533	Grau A, Classe 3	K12521	—	690/570	Chapa	Mn-0,5Mo
11A	4	ASTM	A 533	Grau A, Classe 3	K12539	—	690/570	Chapa	Mn-0,5Mo-0,5Ni
11A	5	ASTM	A 543	Tipo B, Classe 1	K42339	—	725/585	Chapa	3Ni-1,75Cr-0,5Mo
11A	5	ASTM	A 543	Tipo B, Classe 3	K42339	—	620/485	Chapa	3Ni-1,75Cr-0,5Mo
11B	1	ASTM	A 514	Grau A	K11856	≤65	760/690	Chapa	0,5Cr-0,25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grau A	K11856	>65≤300	760/620	Chapa	0,5Cr-0,25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grau A	K11856	≤65	795/690	Chapa	0,5Cr-0,25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 514	Grau A	K11856	>65≤300	725/620	Chapa	0,5Cr-0,25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 709	Grau 100, Tipo A	K11856	≤65	760/690	Chapa e formas	0,5Cr-0,25Mo-Si
11B	1	ASTM	A 709	Grau 100W, Tipo A	K11856	≤55	760/690	Chapa e formas	0,5Cr-0,25Mo-Si
11B	2	ASTM	A 514	Grau E	K21604	≤65	760/690	Chapa	1,75Cr-0,5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 514	Grau E	K21604	>65≤300	760/620	Chapa	1,75Cr-0,5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 517	Grau E	K21604	≤65	795/690	Chapa	1,75Cr-0,5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 517	Grau E	K21604	>65≤300	725/620	Chapa	1,75Cr-0,5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grau 100, Tipo E	K21604	≤65	760/690	Chapa e formas	1,75Cr-0,5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grau 100, Tipo E	K21604	>65≤200	690/620	Chapa e formas	1,75Cr-0,5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grau 100W, Tipo E	K21604	≤65	760/690	Chapa e formas	1,75Cr-0,5Mo-Cu
11B	2	ASTM	A 709	Grau 100W, Tipo E	K21604	>65≤200	690/620	Chapa e formas	1,75Cr-0,5Mo-Cu

Annex IV (Normative)
Transverse Face and Root Bend Specimen Preparation Requirements



TRANSVERSE BEND SPECIMEN	
Dimensions	
Test Weldment	Test Specimen Width, W
Plate	38 mm
Test pipe or tube ≤ 100 mm diameter DN	Note d
> 100 mm diameter DN	38 mm

- (a) A longer specimen length may be necessary when using a wraparound type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 620 MPa or more.
- (b) Except on M-1 materials, thermal cut edges shall be dressed by grinding.
- (c) The weld reinforcement and backing, if any, shall be removed flush with the surface of the specimen. If a recessed backing is used, this surface may be machined to a depth not exceeding the depth of the recess to remove the backing; in such a case, the thickness of the finished specimen shall be that specified above. Cut surfaces shall be smooth and parallel.
- (d) For pipe diameters of 50 mm through 100 mm DN, the width of the bend specimen shall not be less than 19 mm. For pipe diameters of 10 mm to 50 mm DN, the bend specimen width shall not be less than 10 mm with an alternative (permitted for pipe 25 mm DN and less) of cutting the pipe into quarter sections, in which case the weld reinforcement may be removed and no other preparation of the specimens is required.

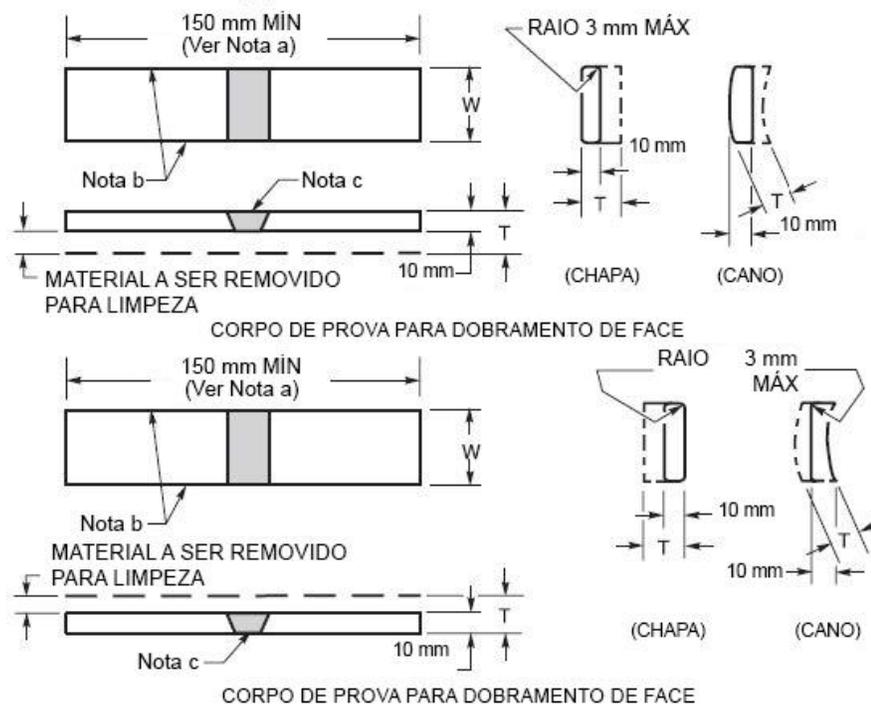
Notes:

- 1. T = plate or pipe thickness.
- 2. When the thickness of the test plate is less than 10 mm, the nominal thickness shall be used for face and root bends.
- 3. The specimen grinding direction should be parallel to the direction of bending.

Transverse Face and Root Bend Specimens

Anexo IV (Normativo)

Requisitos de preparação do corpo de prova para dobramento transversal de face e de raiz



CORPO DE PROVA PARA DOBRAMENTO TRANSVERSAL

Dimensões

Montagem soldada para teste	Largura do corpo de prova, W
Chapa	38 mm
Tubo para exame ≤ 100 mm diâmetro nominal	Nota d
> 100 mm diâmetro nominal	38 mm

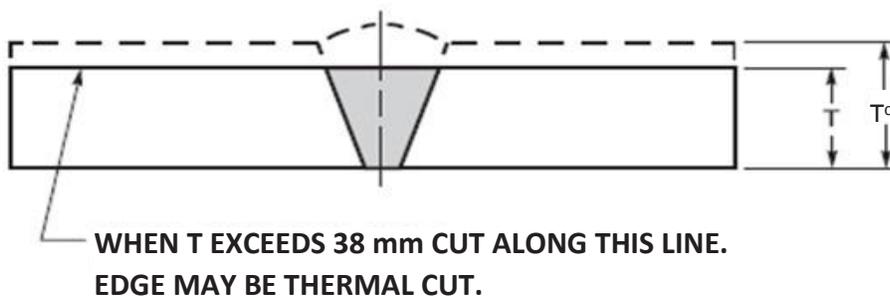
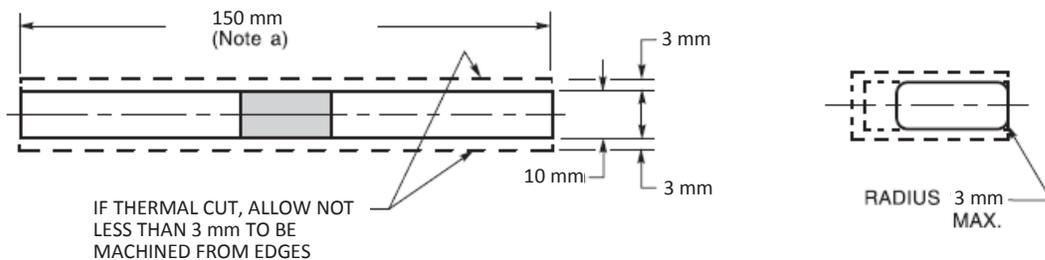
- (a) Um corpo de prova de maior comprimento poderá ser necessário ao utilizar uma fixação de dobramento do tipo envolvente (wraparound) ou ao fazer ensaios usando aços com limite de elasticidade igual ou superior a 620 MPa.
- (b) Exceto em materiais M-1, arestas de corte térmico deverão ser corrigidas por esmerilhamento.
- (c) O reforço e suporte da solda, se houver, deverão ser removidos em nível com a superfície do corpo de prova. Se um suporte recuado for utilizado, essa superfície poderá ser usinada a uma profundidade não excedendo a profundidade do recuo para remover o suporte; nesse caso, a espessura do corpo de prova finalizado deverá ser igual à especificada acima. As superfícies de corte deverão ser regulares e paralelas.
- (d) Para tubos com diâmetro nominal de 50 mm a 100 mm, a largura do corpo de prova não deverá ser inferior a 19 mm. Para tubos com diâmetro nominal de 10 mm a 50 mm, a largura do corpo de prova não deverá ser inferior a 10 mm, com a alternativa (permitida para tubos com diâmetro nominal igual ou inferior a 25 mm) de cortar o tubo em seções de um quarto. Nesse caso, o reforço de solda poderá ser removido e preparação adicional dos corpos de prova será necessária.

Observações:

1. T = Espessura da chapa ou tubo.
2. Quando a espessura da chapa para exame for inferior a 10 mm, a espessura nominal deverá ser utilizada para os dobramentos de face e raiz.
3. É preferível que a direção de esmerilhamento no corpo de prova seja paralela à direção de dobramento.

Corpos de prova para dobramento transversal de face e de raiz

**Annex IV (Normative)
Side Bend Specimen Preparation Requirements**



T	W
10 to 38 mm	T (mm)
> 38 mm	(Note b)

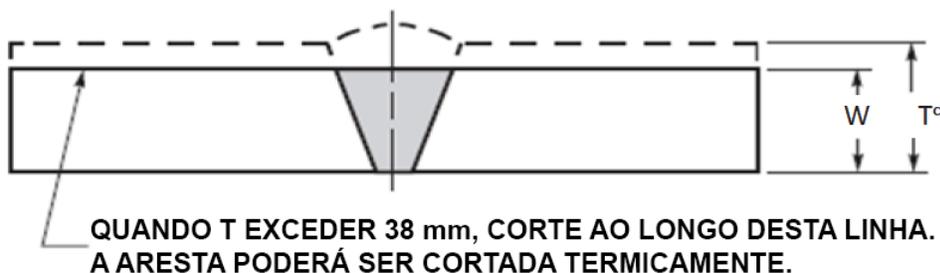
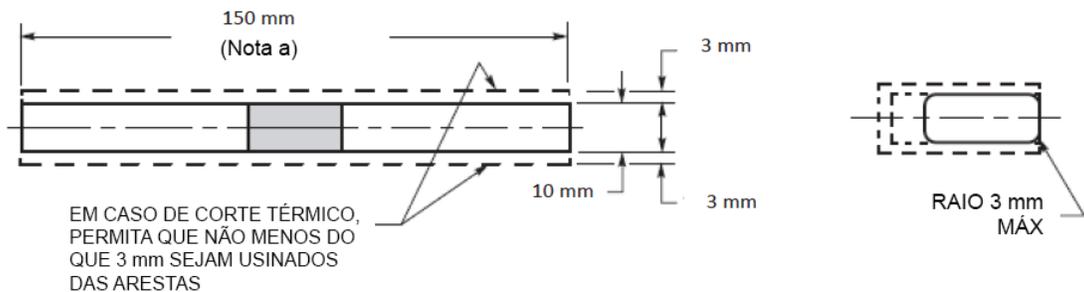
- (a) A longer specimen length may be necessary when using a wraparound-type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 620 MPa or more.
- (b) For plates over 38 mm thick, the specimen shall be cut into approximately equal strips with W between 19 mm and 38 mm and each strip shall be tested.
- (c) T = nominal plate or pipe thickness.

Note:

- 1. The specimen grinding direction should be parallel to the direction of bending.
- 2. Except on M-1 materials, thermal cut edges shall be dressed by grinding.

Side Bend Specimens

Anexo IV (Normativo)
Requisitos de preparação do corpo de prova para dobramento lateral



T	W
10 a 38 mm	T (mm)
> 38 mm	(Nota b)

- (a) Um corpo de prova de maior comprimento poderá ser necessário ao utilizar uma fixação de dobramento do tipo envolvente (wraparound) ou ao fazer ensaios usando aços com limite de elasticidade igual ou superior a 620 MPa.
- (b) Para chapas com espessura superior a 38 mm, o corpo de prova deverá ser cortado em tiras aproximadamente iguais, com largura entre 19 mm e 38 mm. Todas as tiras deverão ser avaliadas.
- (c) T = Espessura nominal da chapa ou tubo.

Observação:

1. É preferível que a direção de esmerilhamento no corpo de prova seja paralela à direção de dobramento.
2. Exceto em materiais M-1, arestas de corte térmico deverão ser corrigidas por esmerilhamento.

Corpos de prova para dobramento lateral

Annex V (Informative)**Useful Formulas, Conversions, Abbreviations and Information**

The purpose of this annex is to provide some direction to test takers regarding abbreviations, concepts, and terms used within this Book of Specifications solely for the purpose of taking an AWS examination. The scope of this Book of Specifications covers multiple industries which use different terms for the same concepts. This annex explains how these differences are addressed in this AWS exam.

Abbreviation	Description		
AI	accumulation of imperfections	OD	outside diameter
BT	burn-through	P	porosity
C	cracks	PJP	partial joint penetration
CJP	complete joint penetration	PQR	procedure qualification record
CP	cluster porosity	PT	penetrant testing
CSA	cross sectional area	PWHT	post weld heat treatment
CVN	Charpy V-notch testing	RT	radiographic testing
EU	undercut adjacent to the cover pass	TYP	typical
ET	electromagnetic testing	UNS	unified numbering system
ID	inside diameter	UT	ultrasonic testing
IF	incomplete fusion	UTS	ultimate tensile strength
INCL	inclusive	VT	visual testing
IP	inadequate penetration without high-low	W	width of bend specimen
IPD	inadequate penetration due to high-low	WPS	welding procedure specification
m	meter	WQTR	welder qualification test record
mmpm	millimeters per minute		
mpm	meters per minute		
IU	undercut adjacent to the root pass		
J	Joule		
J/mm	Joules per millimeter		
ℓ	liter		
LT	leak testing		
LPH	liters per hour		
MT	magnetic particle testing		
NDE	nondestructive examination		
NDT	nondestructive testing		
DN	diameter nominal		

Concept	Description
AWS C4.1-77	refers to both the written standard and physical gauge for comparative measurement of oxyfuel cut surfaces
Sample 1	first roughness sample on the AWS C4.1-77 gauge; roughest cut
Sample 2	second roughness sample on the AWS C4.1-77 gauge
Sample 3	third roughness sample on the AWS C4.1-77 gauge
Sample 4	fourth roughness sample on the AWS C4.1-77 gauge; smoothest cut

Anexo V (Informativo)**Fórmulas, conversões, abreviações e informações úteis**

A finalidade deste anexo é fornecer orientações aos examinandos a respeito de abreviações, conceitos e termos utilizados no Livro de Especificações, exclusivamente para realização do exame da AWS. O escopo do Livro de Especificações abrange diversos setores, onde diferentes termos são utilizados para os mesmos conceitos. Este anexo explica como essas diferenças são tratadas no exame da AWS.

Abreviação	Descrição		
AI	Acúmulo de imperfeições (Accumulation of imperfections)	MT	Ensaio por partículas magnéticas (Magnetic particle testing)
BT	Perfuração (Burn-Through)	NDE	Avaliação não destrutiva (Nondestructive examination)
C	Fissuras (Cracks)	NDT	Ensaio não destrutivo (Nondestructive testing)
CJP	Penetração completa da junta (Complete joint penetration)	DN	Diâmetro nominal
CP	Porosidade do feixe (Cluster porosity)	OD	Diâmetro externo (Outside diameter)
CSA	Área de seção transversal (Cross sectional area)	P	Porosidade (Porosity)
CVN	Ensaio Charpy (Charpy V-notch testing)	PJP	Penetração parcial da junta (Partial joint penetration)
EU	Rebaixe adjacente ao passe de cobertura (Undercut adjacent to the cover pass)	PQR	Registro da qualificação de procedimento (Procedure qualification record)
ET	Ensaio eletromagnético (Electromagnetic testing)	PT	Ensaio por líquidos penetrantes (Penetrant testing)
ID	Diâmetro interno (Inside diameter)	PWHT	Tratamento térmico pós- soldagem (Post weld heat treatment)
IF	Fusão incompleta (Incomplete fusion)	RT	Ensaio radiográfico (Radiographic testing)
INCL	Inclusive	TYP	Típico (Typical)
IP	Penetração inadequada sem desalinhamento da junta de solda (Inadequate penetration without high-low)	UNS	Sistema unificado de numeração (Unified numbering system)
IPD	Penetração inadequada devido ao desalinhamento da junta de solda (Inadequate penetration due to high-low)	UT	Ensaio por ultrassom (Ultrasonic testing)
m	Metro	UTS	Resistência à tração (Ultimate tensile strength)
mmpm	Milímetros por minuto	VT	Ensaio de inspeção visual (Visual testing)
mpm	Metros por minuto	W	Largura do corpo de prova para dobramento (Width of bend specimen)
IU	Rebaixe adjacente ao passe de cobertura (Undercut adjacent to the root pass)	EPS	Especificação do procedimento de soldagem
J	Joule	WQTR	Registro do exame de qualificação para soldador (Welder qualification test record)
J/mm	Joules por milímetro		
ℓ	Litro		
LT	Teste de estanqueidade (Leak testing)		
LPH	Litros por hora		

Conceito	Descrição
AWS C4.1-77	Refere-se ao padrão por escrito e ao instrumento físico para medição comparativa de superfícies cortadas por oxigás
Amostra 1	Primeira amostra de rugosidade no instrumento AWS C4.1-77; corte mais rugoso
Amostra 2	Segunda amostra de rugosidade no instrumento AWS C4.1-77
Amostra 3	Terceira amostra de rugosidade no instrumento AWS C4.1-77
Amostra 4	Quarta amostra de rugosidade no instrumento AWS C4.1-77; corte mais regular

The International System of Units (SI) is used in many applications. Shown in the tables below are the conversion factors used to convert U. S. Customary units to SI units, and the metric (SI) prefixes for the multiplication factors of units.

Table 16 – SI Conversion Factors

Property	To Convert from	To	Multiply by
	SI Units	U. S. Customary Units	
Force	Newton (N)	pound-force (lbf)	0.2248
	Newton (N)	kip (1000 lbf)	0.0002248
Linear Dimension	millimeter (mm)	inch (in)	0.0394
Tensile Strength	Pascal (Pa)	pounds per square inch (psi)	0.000145
	kiloPascal (kPa)	pounds per square inch (psi)	0.145
	megaPascal (MPa)	pounds per square inch (psi)	145.14
Mass	kilogram (kg)	pound mass	2.205
Angle, plane	radian	degree	57.296
Flow Rate	liter per minute (l/min)	cubic feet per hour (cfh)	2.119
Heat Input	Joules per meter (J/m)	Joules per inch (J/in)	0.0254
Travel Speed, wire	millimeters per second (mm/s)	inches per minute (in/min)	2.364
Temperature	degrees Celsius (°C)	degrees Fahrenheit (°F)	use the formula: °F = (°C x 1.8) + 32

Table 17 – SI Prefixes

Exponential Expression	Multiplication	Prefix	Symbol
	Factor		
10^9	1 000 000 000	giga	G
10^6	1 000 000	mega	M
10^3	1 000	kilo	k
10^{-3}	0.001	milli	m
10^{-6}	0.000 001	micro	μ
10^{-9}	0.000 000 001	nano	n

O Sistema Internacional de Unidades (SI) é utilizado em diversas aplicações. As tabelas abaixo mostram os fatores de conversão utilizados para converter as unidades usuais nos Estados Unidos para unidades do SI, e os prefixos métricos (SI) para os fatores de multiplicação das unidades.

Tabela 16 – Fatores de conversão do SI

Propriedade	Para converter de unidades do SI	Para unidades usuais nos Estados Unidos	Multiplicar por
Força	Newton (N)	libra-força (lbf)	0,2248
	Newton (N)	kip (1000 lbf)	0,0002248
Dimensão linear	milímetro (mm)	polegada (pol/in)	0,0394
Resistência à tração	Pascal (Pa)	libras por polegada quadrada (psi)	0,000145
	quilopascal (kPa)	libras por polegada quadrada (psi)	0,145
	megapascal (MPa)	libras por polegada quadrada (psi)	145,14
Massa	quilograma (kg)	libra	2,205
Ângulo, plano	radiano	grau	57,296
Vazão	litros por minuto (L/min)	pés cúbicos por hora (cfh)	2,119
Entrada de calor	Joules por metro (J/m)	Joules por polegada (J/in)	0,0254
Velocidade de deslocamento, fio eletrodo	milímetros por segundo (mm/s)	polegadas por minuto (in/min)	2,364
Temperatura	graus Celsius (°C)	graus Fahrenheit (°F)	usar a fórmula: °F = (°C x 1,8) + 32

Tabela 17 – Prefixos do SI

Expressão exponencial	Fator de multiplicação	Prefixo	Símbolo
10 ⁹	1.000.000.000	giga	G
10 ⁶	1.000.000	mega	M
10 ³	1.000	quilo	k
10 ⁻³	0,001	mili	m
10 ⁻⁶	0,000.001	micro	μ
10 ⁻⁹	0,000.000.001	nano	n

Cross Sectional Area (CSA) for rectangular tensile bars:**Área de seção transversal (CSA) para barras de tração retangulares:**

$$CSA = w \times t / CSA = l \times e$$

Where w = width and t = thickness / Onde l = largura e e = espessura

Cross Sectional Area (CSA) for round tensile bars:**Área de seção transversal (CSA) para barras de tração arredondadas:**

$$CSA = \pi d^2/4 / CSA = \pi d^2/4$$

Where π = mathematical constant 3.1416 and
d = original diameter of the bar

Onde π = constante matemática 3,1416 e
d = diâmetro original da barra

Ultimate Tensile Strength (UTS) [Pa]:**Resistência à tração (UTS) [Pa]:**

$$UTS \text{ (in MPa)} = \text{Maximum Force (in kN)} / \text{original cross sectional area (in mm}^2\text{)} \times 1000$$

$$UTS \text{ (em MPa)} = \text{Força máxima (em kN)} / \text{área de seção transversal original (em mm}^2\text{)} \times 1000$$

Formula to convert pascals (Pa) to Megapascal (MPa) and vice versa:**Fórmula para converter pascais (Pa) para megapascais (MPa) e vice-versa:**

$$Pa = MPa \times 1,000,000 / Pa = MPa \times 1.000.000$$

$$MPa = Pa / 1,000,000 / MPa = Pa/1.000.000$$

This page is intentionally blank. / Página intencionalmente em branco.

**Annex VI (Informative)
Pipe Schedules**

Pipe Size (mm)	Outside Diameter OD (mm)	Identification			Nominal Wall Thickness - T - (mm)	Minimum Wall Thickness (mm) -12.5%	Inside Diameter - ID - (mm)
		Steel		Stainless Steel Schedule No.			
		Iron Pipe Size	Schedule No.				
65	73.0	-	-	5S	2.11	1.85	68.78
		-	-	10S	3.05	2.67	66.90
		STD	40	40S	5.16	4.52	62.68
		XS	80	80S	7.01	6.13	58.98
		-	160	-	9.53	8.34	53.94
		XXS	-	-	14.02	12.27	44.96
80	88.9	-	-	5S	2.11	1.85	84.68
		-	-	10S	3.05	2.67	82.80
		STD	40	40S	5.49	4.80	77.92
		XS	80	80S	7.62	6.67	73.66
		-	160	-	11.13	9.74	66.64
		XXS	-	-	15.24	13.34	58.42
90	101.6	-	-	5S	2.11	1.85	97.38
		-	-	10S	3.05	2.67	95.50
		STD	40	40S	5.74	5.02	90.12
		XS	80	80S	8.08	7.07	85.44
100	114.3	-	-	5S	2.11	1.85	110.08
		-	-	10S	3.05	2.67	108.20
		STD	40	40S	6.02	5.27	102.26
		XS	80	80S	8.56	7.49	97.18
		-	120	-	11.13	9.74	92.04
		-	160	-	13.49	11.80	87.32
XXS	-	-	17.12	14.98	80.06		
125	141.3	-	-	5S	2.77	2.42	135.76
		-	-	10S	3.40	2.98	134.50
		STD	40	40S	6.55	5.73	128.20
		XS	80	80S	9.53	8.34	122.24
		-	120	-	12.70	11.11	115.90
		-	160	-	15.88	13.90	109.54
XXS	-	-	19.05	16.67	103.20		
150	168.3	-	-	5S	2.77	2.42	162.76
		-	-	10S	3.40	2.98	161.50
		STD	40	40S	7.11	6.22	154.08
		XS	80	80S	10.97	9.60	146.36
		-	120	-	14.27	12.49	139.76
		-	160	-	18.26	15.98	131.78
XXS	-	-	21.95	19.21	124.40		
200	219.1	-	-	5S	2.77	2.42	213.56
		-	-	10S	3.76	3.29	211.58
		-	20	-	6.35	5.56	206.40
		-	30	-	7.04	6.16	205.02
		STD	40	40S	8.18	7.16	202.74
		-	60	-	10.31	9.02	198.48
		XS	80	80S	12.70	11.11	193.70
		-	100	-	15.09	13.20	188.92
		-	120	-	18.26	15.98	182.58
		-	140	-	20.62	18.04	177.86
XXS	-	-	22.23	19.45	174.64		

**Anexo VI (Informativo) –
Schedules de tubos**

Dimensão do tubo (mm)	Diâmetro externo OD (mm)	Identificação			Espessura nominal - T - (mm)	Espessura mínima (mm) -12,5%	Diâmetro interno - ID - (mm)
		Aço		Aço inoxidável Schedule N°.			
		Dimensão do tubo de ferro	Schedule N°.				
65	73,0	-	-	5S	2,11	1,85	68,78
		-	-	10S	3,05	2,67	66,90
		STD	40	40S	5,16	4,52	62,68
		XS	80	80S	7,01	6,13	58,98
		-	160	-	9,53	8,34	53,94
		XXS	-	-	14,02	12,27	44,96
80	88,9	-	-	5S	2,11	1,85	84,68
		-	-	10S	3,05	2,67	82,80
		STD	40	40S	5,49	4,80	77,92
		XS	80	80S	7,62	6,67	73,66
		-	160	-	11,13	9,74	66,64
		XXS	-	-	15,24	13,34	58,42
90	101,6	-	-	5S	2,11	1,85	97,38
		-	-	10S	3,05	2,67	95,50
		STD	40	40S	5,74	5,02	90,12
		XS	80	80S	8,08	7,07	85,44
100	114,3	-	-	5S	2,11	1,85	110,08
		-	-	10S	3,05	2,67	108,20
		STD	40	40S	6,02	5,27	102,26
		XS	80	80S	8,56	7,49	97,18
		-	120	-	11,13	9,74	92,04
		-	160	-	13,49	11,80	87,32
XXS	-	-	17,12	14,98	80,06		
125	141,3	-	-	5S	2,77	2,42	135,76
		-	-	10S	3,40	2,98	134,50
		STD	40	40S	6,55	5,73	128,20
		XS	80	80S	9,53	8,34	122,24
		-	120	-	12,70	11,11	115,90
		-	160	-	15,88	13,90	109,54
XXS	-	-	19,05	16,67	103,20		
150	168,3	-	-	5S	2,77	2,42	162,76
		-	-	10S	3,40	2,98	161,50
		STD	40	40S	7,11	6,22	154,08
		XS	80	80S	10,97	9,60	146,36
		-	120	-	14,27	12,49	139,76
		-	160	-	18,26	15,98	131,78
XXS	-	-	21,95	19,21	124,40		
200	219,1	-	-	5S	2,77	2,42	213,56
		-	-	10S	3,76	3,29	211,58
		-	20	-	6,35	5,56	206,40
		-	30	-	7,04	6,16	205,02
		STD	40	40S	8,18	7,16	202,74
		-	60	-	10,31	9,02	198,48
		XS	80	80S	12,70	11,11	193,70
		-	100	-	15,09	13,20	188,92
		-	120	-	18,26	15,98	182,58
		-	140	-	20,62	18,04	177,86
		XXS	-	-	22,23	19,45	174,64

Annex VII (Informative) Welding Procedure Specification (WPS)

WPS Number [1]	Date [2]	Revision [3]	Page 1 of 2
SUPPORTING PQR (s) ID.			
[4]			
SCOPE			
[5]			
WELDING PROCESS(ES) & TYPE			
Process(es): [6]			
JOINT DESIGN			
Joint Design:	[7]		
Root Spacing:	[8]		
Backing Material:	[9]		
Treatment of backside, method of gouging/preparation:	[10]		
Maximum Mismatch:	[11]		
Typical Joint Details:	[12]		
[13]			
BASE METALS			
M-No. [14]	Group No. [15]	To M-No. [16]	Group No. [17]
_____	_____	_____	_____
Thickness Range Qualified: [18]			
Diameter (Tubular Only): [19]			
Coating Description or Type: [20]			
FILLER METALS			
Process:	[21]		
AWS Specification No.:	[22]		
AWS No. (Classification):	[23]		
F-No.	[24]		
Weld Metal Analysis A-No.:	[25]		
Weld Metal Deposit Thickness:	[26]		
Filler Metal Size:	[27]		
Flux-Electrode Classification:	[28]		
Supplemental Filler Metal:	[29]		
Consumable Insert & Type:	[30]		
Consumable Insert:	[31]		
Supplemental Deoxidant:	[32]		
Energized Filler Metal "Hot"	[33]		

Anexo VII (Informativo)
Especificação de procedimento de soldagem (EPS)

Número de EPS	[1]	Data	[2]	Revisão	[3]	Página 1 de 2	
IDENTIFICADORES DOS PQRs DE SUPORTE							
	[4]						
ESCOPO							
	[5]						
PROCESSOS DE SOLDAGEM E TIPO							
Processos:	[6]						
DESENHO DA JUNTA							
Desenho da junta:	[7]						
Espaçamento da raiz:	[8]						
Material de suporte da raiz:	[9]						
Tratamento do lado inferior, método de goivadura/preparo:	[10]						
Desalinhamento máximo:	[11]						
Detalhes típicos da junta:	[12]						
	[13]						
METAIS BASE							
Nº M	[14]	Nº de Grupo	[15]	Para Nº M	[16]	Nº de Grupo	[17]
Faixa de espessura qualificada:	[18]						
Diâmetro (somente tubular):	[19]						
Descrição ou tipo de revestimento:	[20]						
METAIS DE ENCHIMENTO							
Processo:	[21]						
Nº da especificação AWS:	[22]						
Nº AWS (Classificação):	[23]						
Nº F	[24]						
Nº A da análise do metal de solda:	[25]						
Espessura do depósito de metal de solda:	[26]						
Dimensão do metal de enchimento:	[27]						
Classificação de fundente-eletrodo:	[28]						
Metal de enchimento complementar:	[29]						
Anel fusível e tipo:	[30]						
Anel fusível:	[31]						
Desoxidante complementar:	[32]						
Metal de enchimento energizado "quente"	[33]						

WPS Number	[1]	Date	[2]	Revision	[3]	Page 2 of 2
POSITION						
Welding Positions:	[34]					
Progression for Vertical Welding:	[35]					
PREHEAT AND INTERPASS						
Preheat Minimum:	[36]					
Interpass Temperature Maximum:	[37]					
Preheat Maintenance:	[38]					
HEAT TREATMENT						
PWHT Type:	[39]					
PWHT Temperature:	[40]					
PWHT Holding Time:	[41]					
Heating and Cooling Rate:	[42]					
SHIELDING GAS						
	Type and % Composition (if applicable)	Flow Rate Range				
Torch Shielding Gas:	[43]	[48]				
Root Shielding Gas:	[44]	[49]				
Environmental Shielding:	[45]					
Vacuum Pressure:	[46]					
Gas Cup Size:	[47]					
ELECTRICAL						
Process:	[50]					
Filler Metal Diameter:	[51]					
Current Type and Polarity:	[52]					
Amperage Range:	[53]					
Transfer Mode:	[54]					
Wire Feed Speed (m/min)	[55]					
Voltage Range:	[56]					
Tungsten Specification No.:	[57]					
Tungsten Classification:	[58]					
Tungsten Electrode Diameter:	[59]					
Maximum Heat Input (kJ/mm):	[60]					
Pulsed Current:	[61]					
VARIABLES						
Single to Multiple Electrodes:	[62]					
Electrode Spacing (mm):	[63]					
Single or Multipass:	[64]					
Contact Tube to Work Distance (mm):	[65]					
Cleaning:	[66]					
Peening:	[67]					
Conventional or Keyhole Technique:	[68]					
Stringer or Weave Bead:	[69]					
Travel-Speed Range (mm/min):	[70]					

Número de EPS	[1]	Data	[2]	Revisão	[3]	Página 2 de 2
POSIÇÃO						
Posições de soldagem:	[34]					
Progressão para soldagem vertical:	[35]					
PRÉ-AQUECIMENTO E INTERPASSE						
Pré-aquecimento mínimo:	[36]					
Temperatura máxima de interpasse:	[37]					
Manutenção do pré-aquecimento:	[38]					
TRATAMENTO TÉRMICO						
Tipo de PWHT:	[39]					
Temperatura de PWHT:	[40]					
Tempo de espera de PWHT:	[41]					
Taxa de aquecimento e resfriamento:	[42]					
GÁS DE PROTEÇÃO						
	Tipo e % de composição (se aplicável)		Faixa de vazão			
Gás de proteção do maçarico:	[43]	[48]				
Gás de proteção da raiz:	[44]	[49]				
Proteção ambiental:	[45]					
Pressão de vácuo:	[46]					
Dimensão do bocal de gás:	[47]					
SISTEMA ELÉTRICO						
Processo:	[50]					
Diâmetro do metal de enchimento:	[51]					
Tipo de corrente e polaridade:	[52]					
Faixa de corrente:	[53]					
Modo de transferência:	[54]					
Velocidade de deslocamento do fio eletrodo (m/min)	[55]					
Faixa de tensão:	[56]					
Nº de especificação do tungstênio:	[57]					
Classificação do tungstênio:	[58]					
Diâmetro do eletrodo de tungstênio:	[59]					
Entrada máxima de calor (kJ/mm):	[60]					
Corrente pulsada:	[61]					
VARIÁVEIS						
Eletrodo único a múltiplos eletrodos:	[62]					
Espaçamento do eletrodo (mm):	[63]					
Único passe ou múltiplos passes:	[64]					
Distância entre o tubo de contato e a peça (mm):	[65]					
Limpeza:	[66]					
Martelagem:	[67]					
Técnica convencional ou capilar:	[68]					
Cordão corrido ou balanceado:	[69]					
Faixa da velocidade de deslocamento (mm/min):	[70]					

Annex VIII (Informative) Procedure Qualification Record (PQR)

WELDING PROCESS & Type				JOINTS			
Process 1:		[1]		Weld Type:		[31]	
Process 2:		[2]		Groove Type:		[32]	
				Root Spacing:		[33]	
BASE METALS				Metal Backing:		[34]	
Base Material Spec.:		[3]		to		[4]	
M-No.:		[5]		Group No.:		[36]	
Plate or Pipe:		[6]		Pipe Diameter:		[7]	
Thickness:		[8]					
Coating:		[9]					
FILLER METALS							
Specification No.:		[10]					
AWS No. Classification:		[11]					
F-No.:		[12]					
Weld Metal Analysis A-No.:		[13]		Sketch of Joint			
Filler Metal Size:		[14]		POSTWELD HEAT TREATMENT			
Supplemental Filler:		[15]		PWHT Type:		[37]	
Weld Metal Deposit Thickness:		[16]		PWHT Temperature:		[38]	
				PWHT Time:		[39]	
POSITION				GAS			
Position of Joint:		[17]		Shielding Gas:		[40]	
Vertical Welding Progression:		[18]		Composition:		[41]	
				Flow:		[42]	
PREHEAT				Gas Cup Size:		[43]	
Min. Preheat Temperature:		[19]					
Max. Interpass Temperature:		[20]					
ELECTRICAL				TECHNIQUE			
Current & Polarity:		[21]		Stringer or Weave:		[44]	
Amperage Range:		[22]		Method of Cleaning:		[45]	
Pulsed Current:		[23]		Oscillation:		[46]	
Wire Feed Speed (m/min)		[24]		Contact Tube to Work Distance:		[47]	
Voltage Range:		[25]		Multipass or Single pass per side:		[48]	
Travel Speed (mm/min)		[26]		Number of Electrodes:		[49]	
Transfer Mode:		[27]		Electrode Spacing:		[50]	
Maximum Heat Input (kJ/mm)		[28]		Peening:		[51]	
Tungsten Type:		[29]					
Tungsten Diameter:		[30]					

**VISUAL EXAMINATION: [52]
TENSILE TESTS**

Specimen No.	Width mm	Thickness mm	Area mm ²	Ultimate Total Load (kN)	Ultimate Unit Stress (MPa)	Type of Failure & Location
[53]	[54]	[55]	[56]	[57]	[58]	[59]

GUIDED-BEND TESTS

Type	Results	Type	Results
[60]	[61]	[62]	[63]

Welder's Name _____ [64] _____ Stamp or Clock No. _____ [65] _____

We certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of the Part B Practical CWI Exam Requirements. It is intended to be used for the CWI Part B Exam only and is not intended to be used for actual production welding or any other use without the written consent of AWS.

Anexo VIII (Informativo) Registro de qualificação do procedimento (PQR)

PROCESSO DE SOLDAGEM e tipo				JUNTAS			
Processo 1:		[1]		Tipo de solda:		[31]	
Processo 2:		[2]		Tipo de chanfro:		[32]	
				Espaçamento da raiz:		[33]	
METAIS BASE				Suporte do metal:		[34]	
Especificações do material base:		[3]		a		[4]	
Goivadura térmica da raiz:						[35]	
Nº M:		[5]		Nº de Grupo:			
para Nº M:				Nº de Grupo:			
Chapa ou tubo:		[6]		Diâmetro do tubo:		[7]	
Espessura:		[8]		[36]			
Revestimento:		[9]					
METAIS DE ENCHIMENTO							
Nº da especificação:		[10]					
Nº de classificação AWS:		[11]					
Nº F:		[12]					
Nº A da análise do metal de solda:		[13]		Esboço da junta			
Dimensão do metal de enchimento:		[14]		TRATAMENTO TÉRMICO PÓS-SOLDAGEM			
Enchimento complementar:		[15]		Tipo de PWHT:		[37]	
Espessura do depósito de metal de solda:		[16]		Temperatura de PWHT:		[38]	
				Duração de PWHT:		[39]	
POSIÇÃO							
Posição da junta:		[17]		GÁS			
Progressão para soldagem vertical:		[18]		Gás de proteção:		[40]	
				Composição:		[41]	
PRÉ-AQUECIMENTO				Fundente: [42]			
Mín. Temperatura de pré-aquecimento:		[19]		Dimensão do bocal de gás:		[43]	
Máx. Temperatura de interpasse:		[20]		TÉCNICA			
SISTEMA ELÉTRICO				Corrido ou balanceado:		[44]	
Corrente e polaridade:		[21]		Método de limpeza:		[45]	
Faixa de corrente:		[22]		Oscilação:		[46]	
Corrente pulsada:		[23]		Distância entre o tubo de contato e a peça:		[47]	
Velocidade de deslocamento do fio eletrodo (m/min)		[24]		Múltiplos ou único passe por lado:		[48]	
Faixa de tensão:		[25]		Número de eletrodos:		[49]	
Velocidade de deslocamento (mm/min)		[26]		Espaçamento do eletrodo:		[50]	
Modo de transferência:		[27]		Martelagem:		[51]	
Entrada máxima de calor (kJ/mm)		[28]					
Tipo de tungstênio:		[29]					
Diâmetro do tungstênio:		[30]					

**EXAME VISUAL: [52]
ENSAIOS DE TRAÇÃO**

Corpo de prova Nº.	Largura mm	Espessura mm	Área mm ²	Carga máxima (kN)	Tensão máxima na unidade (MPa)	Tipo de falha e local
[53]	[54]	[55]	[56]	[57]	[58]	[59]

ENSAIOS DE DOBRAMENTO GUIADO

Tipo	Resultados	Tipo	Resultados
[60]	[61]	[62]	[63]

Nome do soldador _____ [64] _____ Carimbo ou código de identificação _____ [65] _____

Nós certificamos que as declarações presentes neste registro estão corretas e que as soldas para exame foram preparadas, soldadas e avaliadas em conformidade com a Parte B Prática, Requisitos do Exame de CWI. O presente registro destina-se apenas a uso na Parte B do Exame de CWI e não deverá ser utilizado para a produção efetiva de soldagem ou qualquer outro uso sem o consentimento por escrito da AWS.

Annex IX (Informative) Welder Qualification Test Record (WQTR)

Welder's Name _____ [1] ID No. _____ [2] Symbol _____ [3]

Identification of WPS followed: _____ [4]

Specification of base metal(s) welded: _____ [5] Thickness: _____ [6]

Welding Variables		Testing Variables and Qualification Limits	
		Actual Values	Range Qualified
Welding Process(es)		_____ [13]	_____ [31]
Type (i.e.; manual, semi-automatic)		_____ [14]	_____ [32]
Backing (metal, weld metal)	Process 1: _____ [7]	_____ [15]	_____ [33]
	Process 2: _____ [8]	_____ [16]	_____ [34]
<input type="checkbox"/> Plate <input type="checkbox"/> Pipe (enter diameter if pipe or tube)		_____ [17]	_____ [35]
Base Metal M-Number to M-Number		_____ [18]	_____ [36]
AWS Filler metal or Electrode Specification(s)		_____ [19]	
Filler metal or electrode classification(s)		_____ [20]	
Filler metal F-Numbers	Process 1: _____ [9]	_____ [21]	_____ [37]
	Process 2: _____ [10]	_____ [22]	_____ [38]
Consumable Insert for GTAW		_____ [23]	_____ [39]
Weld deposit thickness for each welding process::			
	Process 1: _____ [11]	_____ [24]	_____ [40]
	Process 2: _____ [12]	_____ [25]	_____ [41]
Position Qualified (2G, 6G, etc.)		_____ [26]	_____ [42]
Vertical progression (Uphill or Downhill)		_____ [27]	_____ [43]
Inert gas backing for GTAW or GMAW		_____ [28]	_____ [44]
Transfer Mode (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)		_____ [29]	_____ [45]
GTAW welding current type/polarity (AC, DCEP, DCEN)		_____ [30]	_____ [46]

Results

Visual Examination of Completed Weld : _____ [47]

Guided Bend Test Type: Transverse Side Transverse Root & Face

Specimen No.	Results	Specimen No.	Results
_____ [48]	_____ [49]	_____ [50]	_____ [51]

Alternative radiographic examination results _____ [52]

Fillet Weld – fracture test _____ [53] Length and percent of defects _____ [54] mm

Macro Examination _____ [55] Fillet size (mm) _____ [56] x _____ [57] Concavity/convexity (mm) _____ [58]

Other tests _____ [59]

Film or specimens evaluated by _____ [60] Company _____ [61]

Mechanical tests conducted by _____ [62] Laboratory test no. _____ [63]

Welding supervised by _____ [64]

We certify that the statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of CWI Part B Practical Book of Specifications. It is to be used for the CWI Part B Practical Exam only and is not intended to be used for actual production welding or any other use without the written consent of AWS.

Organization _____ [65]

By _____ [66] Date _____ [67]

Annex X (Informative)

Industry-Specific Non-Standard Terms and Definitions

arc burn. Preferred term for ‘arc strike’ in pipeline applications.

backstep sequence. A longitudinal sequence in which weld passes are made in the direction opposite to the progress of welding.

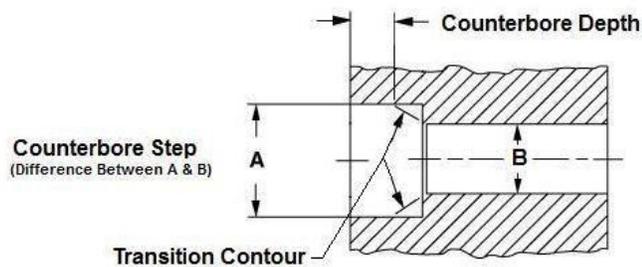
back weld repair. For pipeline applications, a repair weld made at the back side of a groove weld.

Company. For the purpose of this examination, the Company is the fictitious entity responsible for legal ownership and public safety of weldments fabricated in accordance with this specification.

counterbore. A machined feature on out-of-round pipe inside diameters to make sure inside diameters are in proper alignment for welding. See also **counterbore depth**.

counterbore step. The transition area between the machined counterbore and the unmachined pipe inside diameter. See also **counterbore** and **counterbore depth**.

counterbore depth. The distance a counterbore extends axially into a pipe. See also **counterbore** and **counterbore step**.



Counterbore

crown surface. Alternate term for Weld Face in the pipeline applications.

double repair. For Pipeline applications, second repair in a previously repaired area of a completed weld; typically referred to as a “repair of a repair” or a “re-repair.”

high-low. Preferred term for ‘internal misalignment’ in pipeline applications.

imperfection. A departure of a quality characteristic from its intended condition.

indication. The response or evidence from the application of a nondestructive examination.

internal misalignment. Misalignment of joint members such as the inside diameter of misaligned pipes or pipes with different inside diameters. *(Also called weld joint mismatch and high-low offset.)*

nominal size. A size “in name only” used for identification purposes. The nominal size may not correspond to an actual measured size, but would represent a range of sizes falling within standardized tolerances.

parent metal surface. Preferred term for ‘base metal’ in pipeline applications.

primary member. A structural element which transmits the primary tensile stress and whose sole failure would be catastrophic.

repair. For Pipeline applications, any grinding or welding on a completed weld to correct an individual defect or accumulation of defects in the weld that has been rejected by visual or nondestructive testing.

rework. For Pipeline applications, during welding or after the weld has been completed, the removal of an imperfection that requires grinding and/or welding that is performed prior to visual or nondestructive testing of a completed weld. Note: rework is not a repair.

temper bead. A weld bead placed at a specific location in or at the surface of a weld for the purpose of affecting the metallurgical properties of the heat-affected zone or previously deposited weld metal.

weld crown. Alternate term in pipeline applications for weld reinforcement.

Anexo X (Informativo)

Termos e definições não convencionais específicos para a indústria

arc burn. Termo preferencial para “arc strike” (golpe de escorvamento) em aplicações de tubulação.

seqüência de retrocesso. Uma seqüência longitudinal onde passes de solda são feitos na direção oposta ao progresso da soldagem.

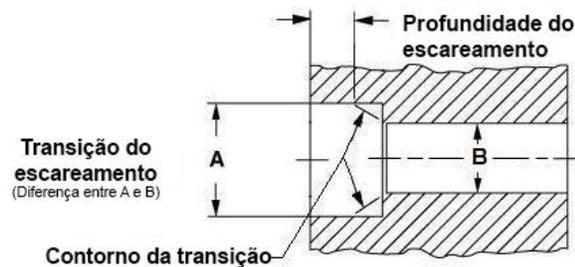
reparo da solda de suporte. Em aplicações de tubulação, uma solda de reparo feita no lado inferior de uma solda em chanfro.

Empresa. No escopo deste exame, a Empresa é a entidade fictícia responsável pela propriedade jurídica e segurança pública de montagens soldadas fabricadas em conformidade com esta especificação.

escareamento. Uma característica usinada em diâmetros internos de tubos com perda da circularidade para garantir que os diâmetros internos estejam alinhados adequadamente para soldagem. Ver também **profundidade de escareamento**.

transição do escareamento. A área de transição entre o escareamento usinado e o diâmetro interno não usinado do tubo. Ver também **escareamento** e **profundidade de escareamento**.

profundidade de escareamento. A distância em que o escareamento se estende axialmente no tubo. Ver também **escareamento** e **transição do escareamento**.



Escareamento

superfície do reforço. Termo alternativo para face de solda em aplicações de tubulação.

reparo duplo. Em aplicações de tubulação, é o segundo reparo em uma área de uma solda concluída reparada anteriormente; normalmente, chamado de “reparo do reparo” ou “rreparo”.

desalinhamento da junta de solda. Termo preferencial para “desalinhamento interno” em aplicações de tubulação.

imperfeição. Um afastamento de uma característica de qualidade em relação à sua condição pretendida.

indicação. A resposta ou evidência da aplicação de uma avaliação não destrutiva.

desalinhamento interno. Desalinhamento dos membros de junta, como o diâmetro interno de tubos desalinhados ou tubos com diâmetros internos diferentes. *(Também chamado de desalinhamento da junta de solda).*

dimensão nominal. Uma dimensão válida “apenas em nome” para fins de identificação. A dimensão nominal poderá não corresponder a uma dimensão efetivamente medida, mas representa uma faixa de dimensões contida nas tolerâncias padronizadas.

superfície do metal base (parent metal). Termo preferencial para “metal base” em aplicações de tubulação.

membro primário. Um elemento estrutural que transmite a tensão de tração primária e cuja falha individual seria catastrófica.

reparo. Em aplicações de tubulação, qualquer operação de esmerilhamento ou soldagem em uma solda concluída para corrigir um defeito individual ou acúmulo de defeitos na solda, que tenham sido rejeitados por inspeção visual ou ensaio não destrutivo.

retrabalho. Em aplicações de tubulação, durante a soldagem ou após a conclusão da solda, é a remoção de uma imperfeição que requer esmerilhamento e/ou soldagem realizada antes da inspeção visual ou ensaio não destrutivo da solda concluída. Observação: o retrabalho não é um reparo.

passo de revenimento. Cordão de solda colocado em um local específico na superfície de uma solda com a finalidade de alterar as propriedades metalúrgicas da zona afetada pelo calor ou do metal de solda depositado anteriormente.

coroa da solda (weld crown). Termo alternativo para o reforço externo da solda em aplicações de tubulação.

**CERTIFIED WELDING INSPECTOR (CWI)
PART B PRACTICAL
INSPETOR DE SOLDAGEM CERTIFICADO (CWI)
PARTE B PRÁTICA**

**BOOK OF SPECIFICATIONS
(BOS)
LIVRO DAS ESPECIFICAÇÕES
(BOS)**

2017



American Welding Society®
CERTIFICATION