



American Welding Society®
CERTIFICATION
aws.org

METRIC
BOS
SPANISH

**CERTIFIED WELDING INSPECTOR (CWI)
PART B PRACTICAL
INSPECTOR EN SOLDADURA CERTIFICADO (CWI)
PARTE B PRÁCTICA**

**BOOK OF SPECIFICATIONS
(BOS)
LIBRO DE ESPECIFICACIONES
(BOS)**

2017

DO NOT WRITE ON THIS BOOK / NO ESCRIBA EN ESTE LIBRO

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.

PREFACIO

Esta Parte B del Libro de Especificaciones está diseñada para que se use como libro de referencia al tomar el examen práctico que forma parte de los exámenes para la certificación de CWI. Este examen práctico simula una inspección real en la práctica y la revisión de los documentos que debe hacer el Inspector en Soldadura Certificado (CWI). Se espera que evalúe la aceptabilidad de las probetas para ensayo y de los documentos en cuanto al procedimiento y a las calificaciones del soldador y la soldadura de producción usando las herramientas estándar de medición, inspección visual y los documentos que se encuentran en el Libro de Anexos. La aceptabilidad depende de la información que contiene este Libro de Especificaciones. En este examen práctico se evaluará su capacidad para llevar a cabo estas funciones.

Aunque el formato de este Libro de Especificaciones está diseñado para que parezca un libro de código real, no es un código real ni debería utilizarse como uno. Aunque algunas cláusulas de este Libro de Especificaciones pueden parecer similares a los libros de código con los que está familiarizado, lea detenidamente este Libro de Especificaciones y no confíe en su memoria para tomar decisiones con respecto a las respuestas de este examen.

Revise la organización de esta Parte B del Libro de Especificaciones. Hay cláusulas específicas que se relacionan con los criterios de mano de obra e inspección visual para tres aplicaciones: estructuras, tuberías y tuberías a presión. Hay cláusulas generales que aplican para la inspección, el procedimiento y la calificación del desempeño para las tres aplicaciones. Debido a que este Libro de Especificaciones se debe usar para las tres aplicaciones, los términos y las definiciones no se limitan a la norma AWS A3.0, Definiciones y términos estándar de las soldaduras.

Además del texto principal se incluyen tres anexos, tablas y figuras que es importante considerar para tomar las decisiones del examen. Estos tienen una numeración especial para evitar confusiones. Asegúrese de tener los anexos, las tablas y las figuras que necesite antes de responder cualquier pregunta.

En el examen se utiliza un Libro de Anexos que contiene ejemplos de varios documentos y fotografías que incluyen, entre otras cosas, WPS, PQR WQTR, tablas de tratamiento térmico y métodos de ensayos no destructivos (NDE). Ni las probetas para el ensayo ni los Libros de Anexos están disponibles para revisión antes del examen.

Para algunas preguntas, se le dará información sobre la cual se le harán preguntas específicas. Las preguntas se pueden referir a las ubicaciones de ciertas probetas incluidas en su kit de ensayo o pueden referirse a documentos dentro del Libro de Anexos. Además del Libro de Anexos, todos los kits de ensayo tienen las herramientas estándar de medición necesarias para hacer el examen.

IMPORTANTE

- 1. Lea detenidamente todas las preguntas y opciones que se presentan. Solo hay una respuesta correcta. Asegúrese de colocar su opción de respuesta en la ubicación correcta de la hoja de respuestas.*
- 2. Las reproducciones de soldaduras que se encuentran en el kit de ensayo asignado son de plástico para garantizar que todos los candidatos del ensayo reciban exactamente las mismas probetas. Podrían presentarse variaciones de color con respecto al metal soldado real debido al proceso de reproducción y costuras visibles debido al proceso de montaje del plástico. Para determinar la respuesta correcta, no tome en cuenta ningún orificio puntiforme, costura, restos de pegamento ni variación de color.*
- 3. Debe saber cómo usar y aplicar cada instrumento de medición e inspección que se encuentra en el kit del examen, lo que incluye la calibración a cero del instrumento, si es necesario.*
- 4. Utilice los márgenes o las hojas en blanco de su folleto de examen para hacer cualquier cálculo necesario. No escriba en este folleto.*

Table of Contents / Índice	Page No. / N° de página
Foreword / Prefacio.....	i/ii
List of Tables / Lista de tablas	v
List of Figures / Lista de figuras.....	v
1.0 General Requirements / Requisitos generales.....	1
2.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Structural Steel / Requisitos de mano de obra y criterios de aceptación para la inspección visual: Acero estructural	4
2.1 Base Metal Preparation / Preparación del metal base	4
2.2 Workmanship Requirements / Requisitos de mano de obra	4
2.3 Visual Inspection Acceptance Criteria / Criterios de aceptación mediante inspección visual	6
2.4 Fillet Weld Dimensional Tolerances / Tolerancias dimensionales en la soldadura de filete	7
3.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pipeline / Requisitos de mano de obra y criterios de aceptación para la inspección visual: Tubería	15
3.1 Workmanship Requirements / Requisitos de mano de obra	15
3.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / Criterios de aceptación mediante inspección visual	18
4.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pressure Piping / Requisitos de mano de obra y criterios de aceptación para la inspección visual: Tubería a presión	25
4.1 Workmanship Requirements / Requisitos de mano de obra	25
4.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / Criterios de aceptación mediante inspección visual	27
5.0 Procedure Qualification Requirements / Requisitos para la calificación del procedimiento	29
5.1 WPS Requirements / Requisitos de las especificaciones del procedimiento de soldadura (WPS)	29/30
5.2 Procedure Qualification Variables / Variables para la calificación del procedimiento.....	33
5.3 Procedure Qualification Test Requirements / Requisitos de la prueba de calificación del procedimiento	44
5.4 Procedure Qualification Acceptance Criteria / Criterios de aceptación para la calificación del procedimiento	45
5.5 Procedure Qualification Documentation / Documentación para la calificación del procedimiento	48
6.0 Performance Qualification Requirements / Requisitos para la calificación del desempeño	49
6.1 General / Aspectos generales	49
6.2 Performance Qualification Variables / Variables para la calificación del desempeño	49
6.3 Performance Qualification Test Requirements / Requisitos de la prueba para la calificación del desempeño	52
6.4 Performance Qualification Acceptance Criteria / Criterios de aceptación para la calificación del procedimiento	58
6.5 Performance Qualification Documentation/ Documentación para la calificación del desempeño	59
Annex I (Normative)—A Number Table – Classification of Ferrous Weld Metal for Procedure Qualification/ Apéndice I (Normativo) – Tabla número A – Clasificación de metales de soldadura ferrosos para la calificación del procedimiento.....	60/61
Annex II (Normative)—F Number Table – Grouping of Welding Electrodes and Rods for Qualification / Apéndice II (Normativo) – Tabla de número F – Agrupación de electrodos y varillas de soldadura para calificación	62/63
Annex III (Normative)—Base Metal Specifications and M-Number Tables / Apéndice III (Normativo) —Especificaciones del metal base y tablas de número M.....	64-73
Annex III-A (Normative)—Base Metal Specifications / Apéndice III-A (Normativo) —Especificaciones del metal base	64/65

Annex III-B (Normative)—M Number Tables – Base Metal Specifications & M-Number Table / <i>Apéndice III-B (Normativo) —Tablas de número M – Especificaciones del metal base y tablas de número M</i>	68/69
Annex IV (Normative)—Bend Specimen Preparation Requirements / <i>Apéndice IV (Normativo) —Requisitos para la preparación de probetas para doblado</i>	74/75
Annex V (Informative)—Useful Formulas, Conversions, Abbreviations and Information / <i>Apéndice V (Informativo) —Fórmulas, conversiones, abreviaturas e información útil</i>	78/79
Annex VI (Informative)—Pipe Schedules / <i>Apéndice VI (Informativo) —Cédulas de conductos</i>	84/85
Annex VII (Informative)—Blank WPS / <i>Apéndice VII (Informativo) —WPS en blanco</i>	86/87
Annex VIII (Informative)—Blank PQR / <i>Apéndice VIII (Informativo) —PQR en blanco</i>	90/91
Annex IX (Informative)—Blank WQTR / <i>Apéndice IX (Informativo) —WQTR en blanco</i>	92/93
Annex X (Informative)—Industry-Specific Non-Standard Terms and Definitions / <i>Apéndice X (Informativo)—Términos y definiciones no estándar específicas de la industria</i>	94/95

List of Tables / Lista de tablas

Tables / Tablas	Page No. / N° de página
1 Visual Inspection Acceptance Criteria – Structural Steel / <i>Criterios de aceptación para la inspección visual – Acero estructural</i>	8/9
2 Weld Profiles / <i>Perfiles de soldadura</i>	10
3 Weld Profile Schedules / <i>Cédulas de perfiles de soldadura</i>	11
4 Maximum Dimensions of Undercutting (Pipeline) / <i>Dimensiones máximas de socavación (tubería)</i>	24
5 Maximum Thickness of Reinforcement for Design Temperature / <i>Espesor máximo del refuerzo para la temperatura de diseño</i>	27/28
6 WPS Data Matrix / <i>Matriz de datos de WPS</i>	29/30
7 Thickness Limitation of Plate and Pipe for Groove Welds for Procedure Qualification / <i>Limitaciones de espesor de placa y conducto para soldaduras de ranura para la calificación del procedimiento</i>	36/37
8 PQR Data Matrix / <i>Matriz de datos del PQR</i>	38/39
9 Limitations for Performance Qualification on Groove Welds in Pipe and Tube / <i>Limitaciones para la calificación del desempeño en soldaduras de ranura en conductos y tubos</i>	51
10 Limitations for Performance Qualification in Plate Groove Welds / <i>Limitaciones para la calificación de desempeño en soldaduras de ranura en placas</i>	52
11 Examination Requirements for Performance Qualification / <i>Requisitos del examen para la calificación del desempeño</i>	53
12 Number of Bend Tests for Performance Qualification / <i>Cantidad de pruebas de doblado para la calificación del desempeño</i>	53
13 Allowable Base Metals for Performance Qualification / <i>Metales base permitidos para la calificación de desempeño</i>	55
14 Allowable Filler Metals for Performance Qualification / <i>Metales de aporte permitidos para la calificación de desempeño</i>	55
15 Position Limitation for Performance Tests / <i>Limitaciones de posición para las pruebas de desempeño</i>	56/57
16 SI Conversion Factors / <i>Factores de conversión del sistema SI</i>	80/81
17 SI Prefixes / <i>Prefijos en el sistema SI</i>	80/81
18 Fraction/Decimal Equivalencies / <i>Equivalencias en fracciones/decimales</i>	

List of Figures / Lista de figuras

Figures / Figuras	Page No. / N° de página
A Weld Profiles for Butt Joint Requirements / <i>Requisitos de perfiles de soldadura para juntas a tope</i>	12/13
B Fillet Weld Profile Requirements for Inside Corner Joints, Lap Joints, and T-Joints / <i>Requisitos de perfil de soldadura de filete para juntas en esquina internas, juntas traslapadas y juntas en T</i>	12/13
C Inadequate Penetration Without High-Low (IP) / <i>Penetración inadecuada sin alto-bajo (IP)</i>	18/19
D Inadequate Penetration Due to High-Low (IPD) / <i>Penetración inadecuada debida a alto-bajo (IPD)</i>	20
E Incomplete Fusion at Root of Bead or Top of Joint (IF) / <i>Fusión incompleta en la raíz del cordón o en la parte superior de la junta (IF)</i>	21

1.0 General Requirements / *Requisitos generales*

1.1 Scope/ *Alcance*

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 especificación corresponde al examen de Inspector de Soldadura Certificado (CWI) de American Welding Society y no deberá usarse para ningún otro fin. El examen práctico de CWI se basa en el uso de reproducciones de plástico moldeado de las probetas de soldadura reales y debido a que algunas características visuales del metal no se reproducen con suficiente fidelidad en el plástico, los criterios de aceptación no se toman en cuenta para estas características, lo que no debe interpretarse como que se aprueba la exclusión de estos criterios para la fabricación real.*

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 especificación incluye requisitos representativos para aplicaciones de acero estructural, tuberías y tuberías a presión. Estos se diseñaron para que se apliquen en las reproducciones de soldadura del examen del inspector y no en instalaciones, equipos ni estructuras industriales reales.*

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 *A menos que se especifique de otra manera, los requisitos que se presentan en las secciones 1.0, 5.0 y 6.0 de este Libro de Especificaciones deben aplicarse a las tres aplicaciones.*

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 *En esta especificación se incluye apéndices normativos que contienen los requisitos y apéndices informativos que contienen información. Ambos se consideran parte de esta especificación. No se debe hacer deducciones por la asignación de los términos Normativo e Informativo en cuanto al uso del Apéndice en el examen.*

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 *Los cálculos, las fórmulas, las definiciones y las propiedades de materiales que se usan en el examen de CWI se basan en los datos que se publican en los apéndices de esta especificación. Debido a que este Libro de Especificaciones se debe usar para las tres aplicaciones, los términos y las definiciones no se limitan a la norma AWS A3.0, Definiciones y términos estándar de las soldaduras.*

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 *El uso de los términos "deberá", "debería" y "puede" en esta especificación tiene el siguiente significado:*

1.1.6.1 Deberá. *La especificación establece que el uso de "deberá" indica obligatoriedad.*

1.1.6.2 Debería. *La especificación establece que el uso de "debería" implica una práctica no obligatoria que se considera útil.*

1.1.6.3 Puede. *La especificación establece que el uso de "puede" se refiere a la selección de prácticas o procedimientos opcionales que se pueden usar como una alternativa o complemento a los requisitos de la especificación.*

1.2 Visual Inspection / Inspección 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 *La inspección visual de grietas en las soldaduras y en el metal base y de otras discontinuidades debe hacerse con ayuda de una linterna, lupa o espejo, según sea necesario o útil.*

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

1.2.2 *El tamaño, longitud y ubicación de las soldaduras debe cumplir con los requisitos que se establecen en esta especificación.*

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

1.2.3 *Se debe verificar las separaciones de las juntas, el montaje y las técnicas de soldadura.*

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

1.2.4 *Se debe usar herramientas de medición y medidores adecuados, cuando sea necesario.*

1.3 Dimensional Tolerances / Tolerancias dimensionales

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.

A menos que se especifique de otra manera, cuando se use esta especificación se deben aplicar las siguientes tolerancias dimensionales. Estas no aplican a las dimensiones de las probetas de prueba, Apéndice IV, ni a los límites de aceptación de discontinuidades.

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 *Las tolerancias dimensionales se determinan por el número de lugares decimales (precisión) que se usa en las dimensiones, como se muestra a continuación:*

X,X	± 0,3	(p. ej., 1,0 mm podría ser 0,7 a 1,3 mm)
X,XX	± 0,13	(p. ej., 1,00 mm podría ser 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 *Las tolerancias de los números enteros se determinan por la longitud dimensional total usada en la dimensión, como se muestra a continuación:*

Números enteros > 150 mm	± 3 mm
Números enteros de 25 a 150 mm inclusive	± 1,5 mm
Números enteros de 1 a < 25 mm	± 0,8 mm

2.0 Workmanship Requirements and Visual Acceptance Criteria – Structural Steel / Requisitos de mano de obra y criterios de aceptación mediante inspección visual: Acero estructural

2.1 Base Metal Preparation / Preparación del 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 Discontinuidad inducida por la laminación. La longitud de estas discontinuidades es la dimensión longitudinal visible de la superficie de corte del material, y la profundidad es la distancia que la discontinuidad se extiende hacia el material desde la superficie de corte. Los límites de aceptación y reparación de las discontinuidades visibles de la superficie de corte son los siguientes:

- (a) No es necesario reparar las discontinuidades con una longitud igual o menor de 25 mm y tampoco es necesario explorar su profundidad.
- (b) No es necesario reparar las discontinuidades de más de 25 mm de longitud con una profundidad máxima de 3 mm, pero debe explorarse su profundidad.
- (c) Toda discontinuidad de más de 25 mm de longitud, con una profundidad mayor de 3 mm, pero no mayor de 6 mm, deberá retirarse completamente y repararse mediante soldadura.
- (d) Toda discontinuidad de más de 25 mm de longitud, con una profundidad mayor de 6 mm, deberá remitirse al ingeniero para que determine lo que se debe hacer.

2.2 Workmanship Requirements / Requisitos de mano 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 rugosidad.* Deberá evaluarse la preparación del borde para soldar y otras superficies de borde con la guía de rugosidad de superficie AWS C4.1-77. Los criterios de aceptación son los siguientes:

2.2.1.1 *Las superficies preparadas de bordes para soldadura para procesos de soldadura manual y semiautomática no deberán tener una rugosidad mayor que la de la Muestra 3 y no deberán tener ranurados de más de 1,5 mm de profundidad.*

2.2.1.2 *Las superficies preparadas de bordes para soldadura para procesos de soldadura mecanizada y automática (excepto SAW) no deberán tener una rugosidad mayor que la de la Muestra 4 y no deberán tener ranurado.*

2.2.1.3 *Las superficies preparadas de los bordes para soldadura para SAW no deberán tener una rugosidad mayor que la de la Muestra 3 y no deberán tener ranurado.*

2.2.1.4 *Los bordes de los miembros no sujetos a los esfuerzos calculados no deberán tener una rugosidad mayor que la de la Muestra 2 y el ranurado no deberá tener más de 3 mm de profundidad.*

2.2.1.5 *Todos los demás bordes no deben tener una rugosidad mayor que la de la Muestra 3 y el ranurado no deberá tener más de 1,5 mm de profundidad.*

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

2.2.2 **Golpes de arco.** El metal base no debe tener golpes de arco.

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 **Limpieza de soldaduras terminadas.** Se deberá eliminar la escoria de todas las soldaduras finalizadas. Se permite salpicaduras a menos que se realice un NDT que no sea una inspección visual o si se especifica de otra manera.

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 **Inicio y terminación de la soldadura de filete.** La soldadura de filete no deberá terminar en las esquinas de una junta traslapada. Las terminaciones y los inicios deben seguir las siguientes pautas:

2.2.4.1 Conexiones cargadas estáticamente. Las terminaciones y los inicios deberán hacerse ya sea dejando la soldadura antes de la esquina a una distancia mínima igual al tamaño de la soldadura de filete especificada o llevando la soldadura alrededor de la esquina a una distancia de al menos dos veces, y no más de cuatro veces, el tamaño de la soldadura de filete especificada.

2.2.4.2 Conexiones cargadas cíclicamente. Las terminaciones y los inicios deberán hacerse ya sea llevando la soldadura alrededor de la esquina a una distancia de al menos dos veces, y no más de cuatro veces, el tamaño de la soldadura de filete especificada.

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 Reparaciones. La eliminación del metal de soldadura o de partes del metal base puede realizarse por mecanizado, esmerilado, descascarillado o ranurado. Deberá hacerse de manera tal que el metal de soldadura adyacente o el metal base no se dañe ni se ranure. Se deberá eliminar las porciones inaceptables de la soldadura sin una eliminación considerable del metal base. Las superficies deberán limpiarse a fondo antes de soldar. Deberá depositarse metal de soldadura para compensar cualquier deficiencia en el tamaño del metal de soldadura.

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

2.3 Criterios de aceptación mediante inspección visual. Todas las soldaduras deberán inspeccionarse visualmente y serán aceptables si cumplen con los criterios de la Tabla 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 Perfiles de soldadura Los perfiles de soldadura deberán cumplir con lo establecido en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3, Figura A, Figura B, excepto por lo permitido en 2.3.1.1, 2.3.1.2 y 2.3.1.3.

2.3.1.1 Soldaduras de filete. A menos que se especifique de otra manera, las caras de las soldaduras de filete pueden ser ligeramente convexas, planas o ligeramente cóncavas, como se muestra en la Figura B.

2.3.1.2 Excepciones para soldaduras de filete intermitentes. A excepción de la socavación permitida por esta especificación, los requisitos de perfil de la Figura B no deberán aplicarse a los extremos de soldaduras de filete intermitentes fuera de su longitud efectiva.

2.3.1.3 Soldaduras de ranura. El refuerzo de la soldadura de ranura deberá cumplir con lo que se establece en las Tablas 2 y 3. Las soldaduras deberán tener una transición gradual hacia el plano de las superficies del metal base.

2.3.1.4 Traslape. Las soldaduras deberán estar libres de traslapes.

2.4 Fillet Weld Dimensional Tolerances / Tolerancias dimensionales en la soldadura de 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 Longitud y espaciamento de la soldadura. A menos que se especifique de otra manera, la longitud de la soldadura que se indica es la longitud mínima de soldadura y no hay un valor máximo. La longitud de la soldadura de filete es la longitud total del filete completo, incluyendo las extensiones del cordón principal (remate), medida desde la línea central de la garganta efectiva, sin incluir las partes de menor tamaño en los inicios y paradas. Deberán aplicarse las tolerancias especificadas en la subsección 1.3.2 para determinar si la longitud mínima es aceptable, p. ej., una soldadura de 74,2 mm cumple con el requisito de una soldadura de 75 mm.

A menos que se especifique de otra manera, el espaciamento de la soldadura (paso) es el espaciamento máximo entre los centros de soldaduras adyacentes y no hay un valor mínimo. Deberán aplicarse las tolerancias especificadas en la subsección 1.3.2 para determinar si el espaciamento medido máximo real es aceptable, p. ej., una soldadura de 75,8 mm cumple con el requisito de una soldadura 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 Tamaño de la soldadura de filete. A menos que los criterios de aceptación mediante la inspección visual lo especifiquen de otra manera, el tamaño de la soldadura de filete es el tamaño de soldadura mínimo y no se especifica un valor máximo. No se aplican las tolerancias de la subsección 1.3.2.

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="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">specified nominal weld size, mm</td> <td style="text-align: center;">allowable decrease from L, mm</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,	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.

Tabla 1
Criterios de aceptación mediante inspección visual: Acero estructural

Categorías de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (todas las cargas)										
(1) Prohibición de grietas No se deberá aceptar ninguna grieta, independientemente de su tamaño o ubicación.	X	X	X										
(2) Fusión de soldadura/metal base Deberá existir una fusión completa entre las capas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.	X	X	X										
(3) Sección transversal del cráter Se deberá llenar todos los cráteres para proporcionar el tamaño de soldadura especificado, excepto en los extremos de soldaduras de filete intermitentes fuera de su longitud efectiva.	X	X	X										
(4) Perfiles de soldadura Los perfiles de soldadura deberán cumplir con 2.3.1.	X	X	X										
(5) Momento de la inspección. La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que las soldaduras finalizadas se hayan enfriado a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para aceros ASTM A514, A517 y A709 Grado 100 y 100 W deberán basarse en inspecciones visuales realizadas en un lapso no menor a 48 horas después de terminar la soldadura.	X	X	X										
(6) Soldaduras de menor tamaño El tamaño de una soldadura de filete en cualquier soldadura continua puede ser inferior al tamaño nominal especificado (L) sin corrección por las siguientes cantidades (U): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">tamaño nominal especificado de la soldadura, mm</td> <td style="text-align: center;">disminución admisible de L, mm</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,	tamaño nominal especificado de la soldadura, mm	disminución admisible de L, mm	≤ 5	≤ 2	6	≤ 2,5	≥ 8	≤ 3	X	X	X
L,	U,												
tamaño nominal especificado de la soldadura, mm	disminución admisible de L, mm												
≤ 5	≤ 2												
6	≤ 2,5												
≥ 8	≤ 3												
(7) Socavación (A) Para los materiales de menos de 25 mm de espesor, la socavación no debe ser mayor de 0,8 mm. Para los materiales con un espesor igual o superior a 25 mm, la socavación para cualquier longitud de soldadura no deberá ser mayor de 2 mm. (B) En miembros principales, la socavación no deberá ser mayor de 0,25 mm de profundidad cuando la soldadura es transversal al esfuerzo de tracción en cualquier condición de carga. En todos los otros casos, la socavación no deberá ser superior a 0,8 mm de profundidad.	X												
(8) Porosidad (A) Las soldaduras de ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad visible. En todas las demás soldaduras de ranura y soldaduras de filete, la suma de la porosidad visible de 0,8 mm o más de diámetro no deberá exceder de 10 mm en cualquier tramo lineal de soldadura de 25 mm. (B) La frecuencia de la porosidad en las soldaduras de filete no deberá exceder de una en cada 100 mm de longitud de soldadura y el diámetro máximo no deberá exceder de 2,5 mm. Excepción: en el caso de soldaduras de filete que conectan rigidizadores al ala, la suma de los diámetros de la porosidad no deberá exceder de 10 mm en cualquier tramo lineal de soldadura de 25 mm. (C) Las soldaduras de ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad. En todas las demás soldaduras de ranura, la frecuencia de la porosidad no deberá exceder de una en 100 mm de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 2,5 mm.	X												
		X	X										
		X	X										

Nota: una "X" indica la aplicabilidad para el tipo de conexión, un área sombreada indica no aplicabilidad.

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

Tabla 2
Perfiles de soldadura (véase 2.3.1)

Tipo de soldadura	Tipo de junta			
	Tope	Junta en T	Traslape	Esquina - Interior
Ranura (CJP o PJP)	Figura A	N/A	N/A	N/A
	Cédula A	N/A	N/A	N/A
Filete	N/A	Figura B	Figura B	Figura B
	N/A	Cédula B	Cédula B	Cédula 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 ≤ 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 < 25 mm	0	3 mm
	≥ 25 mm	0	5 mm

Tabla 3
Cédulas de perfiles de soldadura (Véase 2.3.1)

Cédula A	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de garganta para PJP)		
	t	R mín.	R máx.
	≤ 25 mm	0	2 mm
	> 25 mm ≤ 50 mm	0	3 mm
	> 50 mm	0	5 mm

Cédula B	(W = ancho de la cara de la soldadura o del cordón individual de la superficie; C = convexidad admisible)		
	W	C mín.	C máx.
	≤ 8 mm	0	2 mm
	> 8 mm < 25 mm	0	3 mm
	≥ 25 mm	0	5 mm

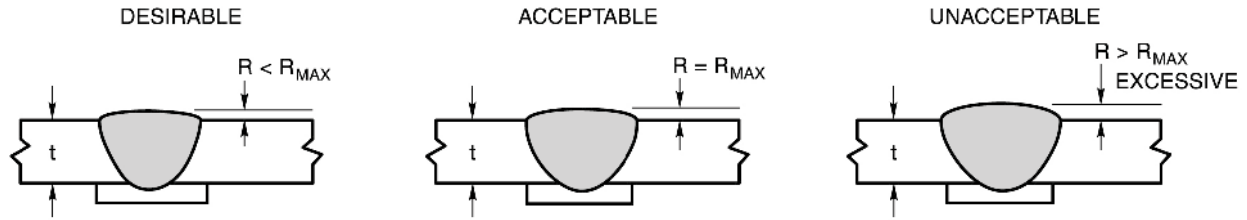


FIGURE A – WELD PROFILES FOR BUTT JOINT REQUIREMENTS (see Tables 2 and 3)

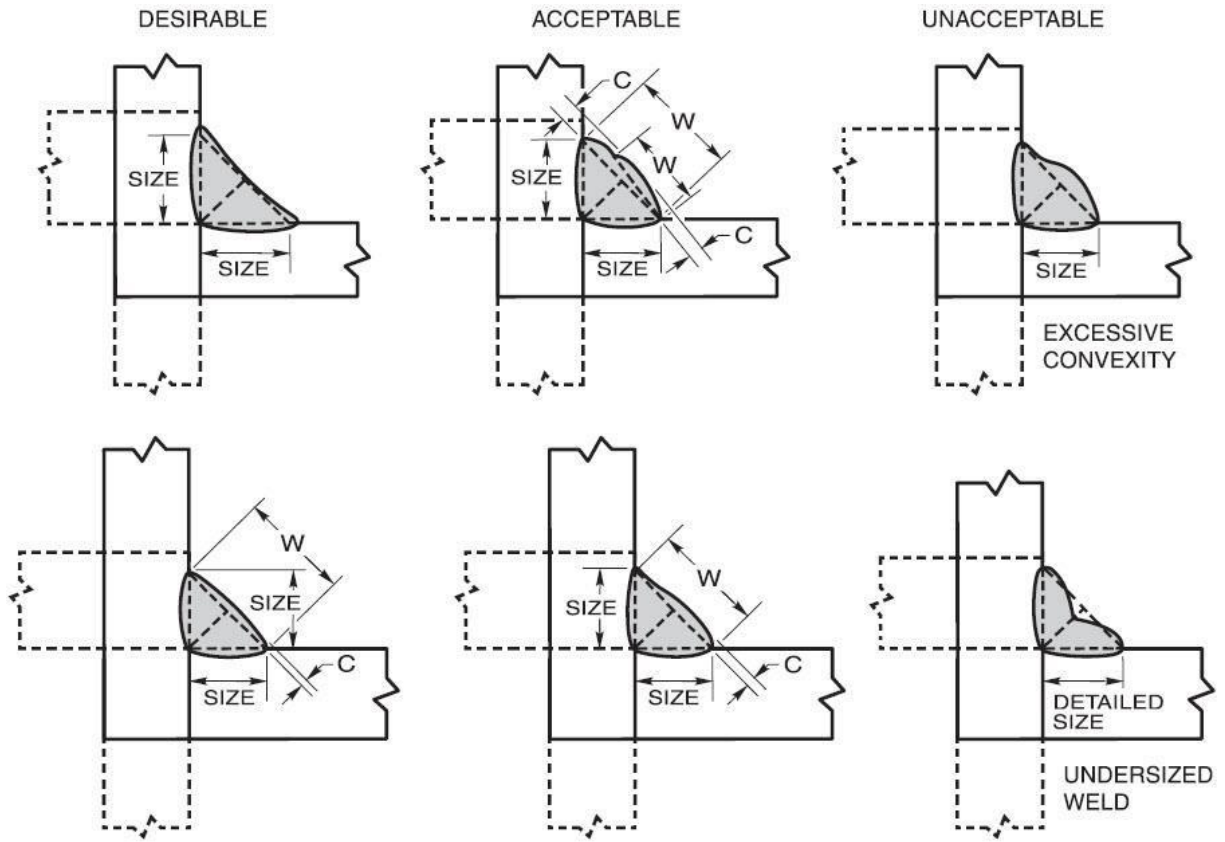


FIGURE B – FILLET WELD PROFILE REQUIREMENTS FOR INSIDE CORNER JOINTS, LAP JOINTS, AND T-JOINTS (see Tables 2 and 3)

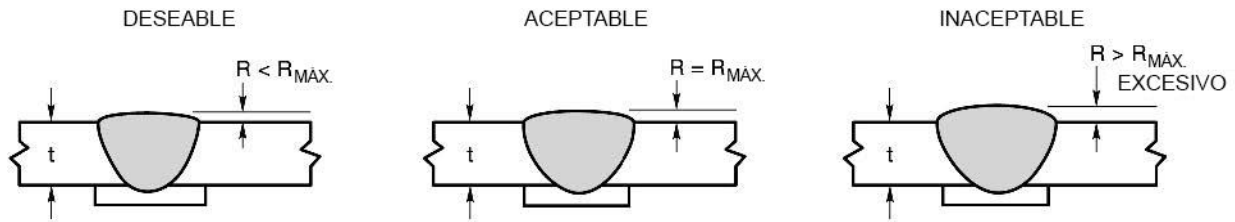


FIGURA A – REQUISITOS DE PERFILES DE SOLDADURA PARA JUNTA A TOPE (véase Tablas 2 y 3)

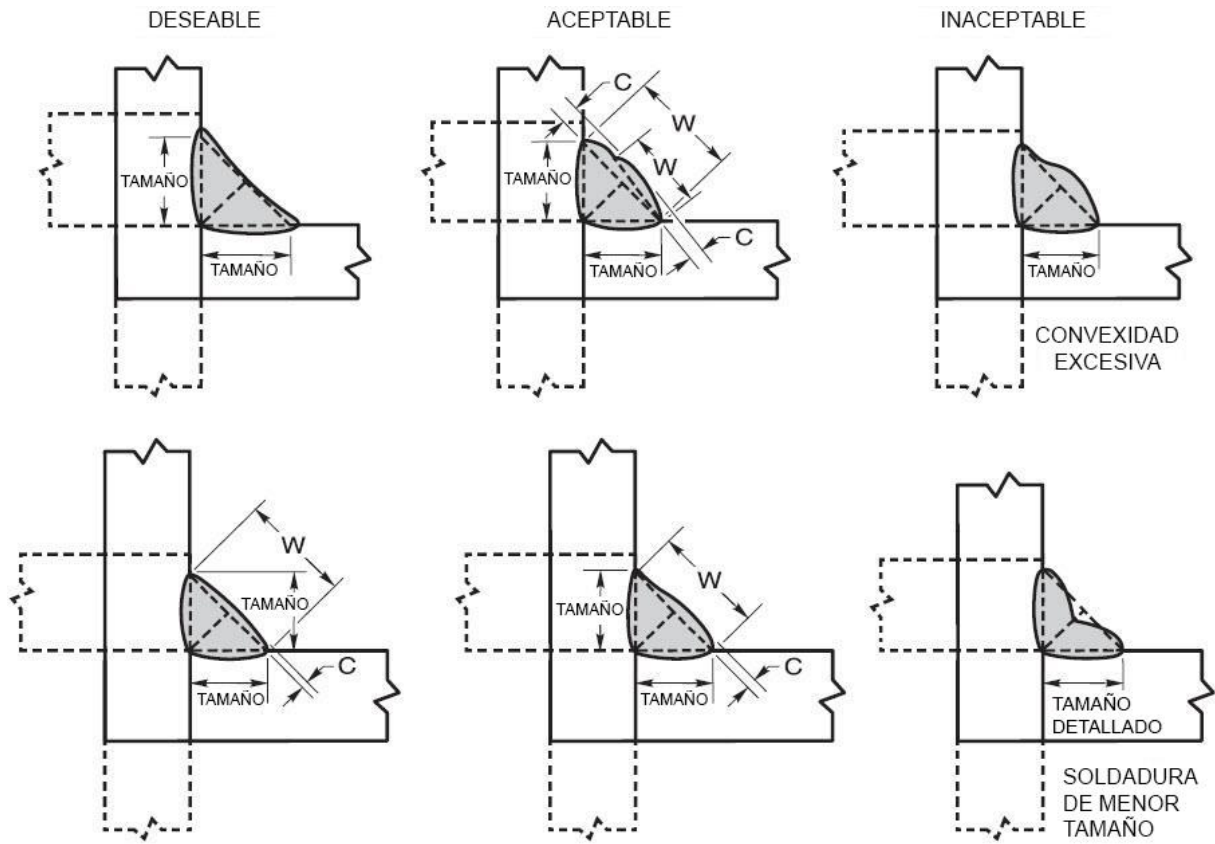


FIGURA B – REQUISITOS DE PERFIL DE SOLDADURA DE FILETE PARA JUNTAS EN ESQUINA INTERNAS, JUNTAS TRASLAPADAS Y JUNTAS EN T (véase Tablas 2 y 3)

2.0 Structural / Estructural

This page is intentionally blank. /
Esta página se ha dejado en blanco intencionalmente.

3.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pipeline / Requisitos de mano de obra y criterios de aceptación mediante inspección visual – Tubería

3.1 Workmanship Requirements / Requisitos de mano de obra

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

3.1.1 *Los detalles de la preparación del borde y las dimensiones del acoplamiento deberán corresponder a las indicadas en la WPS.*

3.1.2 The beveled ends shall be smooth and uniform.

3.1.2 *Los extremos biselados deberán ser lisos y 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 *La alineación de los extremos a tope deberá minimizar el desplazamiento entre las superficies. Para los extremos de conducto del mismo espesor nominal, el desplazamiento no deberá ser mayor de 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 *El número de cordones de relleno y de acabado deberá permitir que la soldadura terminada tenga una sección transversal sustancialmente uniforme alrededor de la circunferencia del conducto. La superficie de la corona no deberá caer, en ningún punto, debajo de la superficie externa del conducto, ni deberá elevarse más de 2 mm por encima del metal padre.*

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

3.1.5 *Los cordones adyacentes no pueden comenzar ni terminar en el mismo lugar.*

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 *El ancho de la cara de la soldadura terminada no deberá exceder en más de 3 mm el ancho de la ranura original.*

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

3.1.7 *La soldadura terminada (incluyendo el metal padre) deberá cepillarse y limpiarse minuciosamente. Se deberán retirar todas las salpicaduras.*

3.1.8 Arc burns on the parent metal surface are unacceptable.

3.1.8 *No se acepta ninguna quemadura por arco sobre la superficie del metal padre.*

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 Reparación y eliminación de defectos

3.1.9.1 Autorización. *Se requiere la autorización de la compañía para hacer reparaciones de grietas, reparaciones de soldadura de respaldo o reparaciones dobles. No es necesario tener la autorización de la compañía para hacer cualquier reparación que no involucre la aplicación de calor o de metal de soldadura, como el esmerilado, limado, etc. La reelaboración no se considera una reparación, y no necesita la autorización de la compañía.*

3.1.9.2 Reparación de grietas. *Se deben cortar las soldaduras agrietadas a menos que la compañía autorice su reparación. Cuándo se autoriza la reparación de una grieta:*

- (1) *la soldadura agrietada puede repararse mediante el retiro parcial o total de la soldadura, siempre que la longitud de la grieta individual o del conjunto de grietas en una sola área de reparación sea menor del 8 % de la longitud de la soldadura, y que se utilice un procedimiento de reparación calificado*
- (2) *no se debería reparar una soldadura que contenga varias áreas de reparaciones de grietas, a menos que la longitud total acumulada sea de menos del 8 % de la longitud de la soldadura y que se utilice un procedimiento de reparación calificado;*
- (3) *no se permite hacer doble reparación en una grieta. Cualquier otro agrietamiento en una soldadura que surja después de la reparación requerirá de corte;*
- (4) *las grietas en el cráter que sean poco profundas y las grietas en estrella que se encuentren o estén completamente dentro del refuerzo interior o exterior de una soldadura se pueden reparar por esmerilado (es decir, por métodos abrasivos), sin necesidad de utilizar un procedimiento de reparación calificado. Si el esmerilado sobrepasa el refuerzo interno o externo, se deberá reemplazar el refuerzo mediante el empleo de un procedimiento de soldadura calificado.*

3.1.9.3 Reparaciones de defectos distintos de las grietas. *Con autorización previa de la compañía, se pueden reparar otros defectos, además de las grietas, que se presenten en la raíz, en el relleno y en los cordones de acabado. Si se hace una reparación por soldadura, deberá usarse un procedimiento de reparación calificado cuando:*

- (1) *se utilice un proceso de soldadura, una combinación de procesos de soldadura o un método de aplicación o metales de aporte diferentes de los usados para hacer la soldadura original; o*
- (2) *se haga las reparaciones en un área de reparación previamente soldada; o*
- (3) *la compañía lo requiera.*

3.1.9.4 Reparaciones mediante esmerilado. Se pueden usar las reparaciones mediante esmerilado para eliminar los defectos en el refuerzo de los cordones de la raíz y pasadas de cubierta, siempre que:

- (1) entre el área de esmerilado y la soldadura original haya una transición suave sin socavación ni otras imperfecciones; y
- (2) no se incumpla con los requisitos de espesor mínimo de pared y de soldadura, y de contorno de la superficie del conducto.

Si no se conoce el espesor mínimo de pared/soldadura, la profundidad de esmerilado se limita al exceso de la penetración del cordón de raíz o del refuerzo externo. No hay restricción en cuanto a la longitud de reparación mediante esmerilado y la cantidad de áreas de reparación mediante esmerilado. El uso de procedimientos de reparación calificados no es un requisito para las reparaciones mediante esmerilado.

3.1.9.5 Reparaciones de soldadura posterior. Cuando la compañía permite que se hagan reparaciones de soldadura posterior, se deberá calificar el procedimiento de reparación.

3.1.9.6 Reparaciones dobles de soldadura. Para hacer una reparación doble se requiere la autorización previa de la compañía. No se permite hacer reparaciones posteriores en una soldadura con reparación doble.

3.1.9.7 Reparación de soldadura y procedimiento de inspección. Se puede eliminar defectos mediante esmerilado, descascarillado, ranurado o una combinación de estos métodos, con la posterior reparación de la soldadura. Antes de soldar, se deberá examinar visualmente la ranura reparada mediante PT o MT para verificar que se eliminó completamente el defecto. El precalentamiento y el tratamiento térmico entre pasadas deberá ser el mismo que se requiere para la soldadura original. Se deberá examinar visualmente la reparación terminada y tomar radiografías de toda la soldadura.

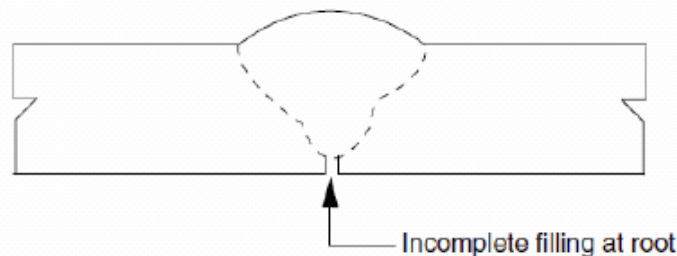
3.2 Visual Inspection Acceptance Criteria / Criterios de aceptación mediante inspección visual

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.



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

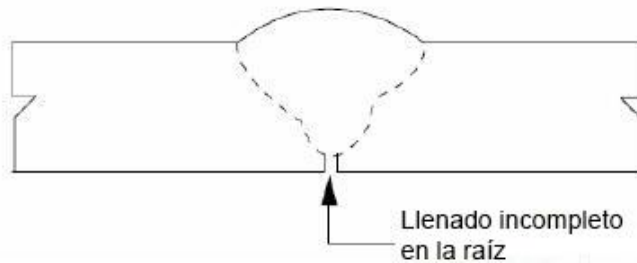
FIGURE C – Inadequate Penetration Without High-Low (IP)

3.2.1 Penetración inadecuada sin alto-bajo (IP). La penetración inadecuada sin alto-bajo se define como un relleno incompleto en la raíz de la soldadura. Esta condición se muestra en el esquema de la Figura C. La IP se deberá considerar un defecto si se presenta alguna de las condiciones siguientes:

3.2.1.1 La longitud de una indicación individual de IP es mayor de 25 mm.

3.2.1.2 La longitud total de las indicaciones de IP en cualquier tramo de soldadura de una longitud de 300 mm supera los 25 mm.

3.2.1.3 La longitud total de las indicaciones de IP supera el 8 % de la longitud de soldadura en cualquier soldadura de menos de 300 mm de longitud.



Nota: Una o ambas caras de la raíz podrían haberse rellenado inadecuadamente en la superficie interna.

FIGURA C – Penetración inadecuada sin alto-bajo (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.

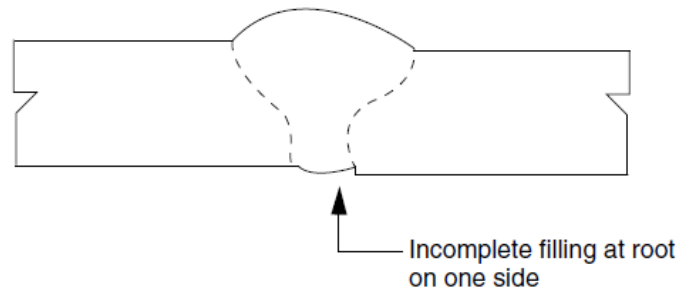


FIGURE D – Inadequate Penetration Due to High-Low (IPD)

3.2.2 Penetración inadecuada debida a alto-bajo (IPD). La penetración inadecuada debida a alto-bajo se define como la condición que existe cuando un borde de la raíz está expuesto (o libre) debido a que el conducto o las juntas de ajuste adyacentes están desalineadas. Esta condición se muestra en el esquema de la Figura D. La IPD se deberá considerar un defecto si se presenta alguna de las condiciones siguientes:

3.2.2.1 La longitud de una indicación individual de IPD es mayor de 50 mm.

3.2.2.2 La longitud total de las indicaciones de IPD en cualquier tramo de soldadura de una longitud de 300 mm supera los 75 mm.

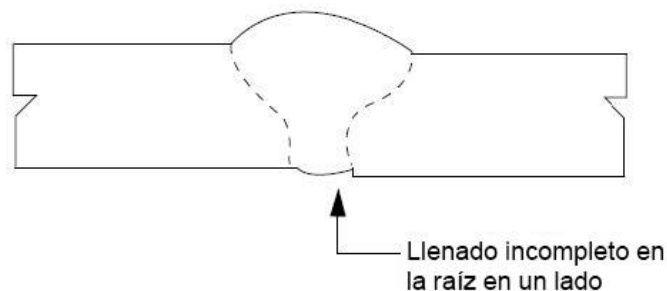


FIGURA D – Penetración inadecuada debida a alto-bajo (IPD)

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.

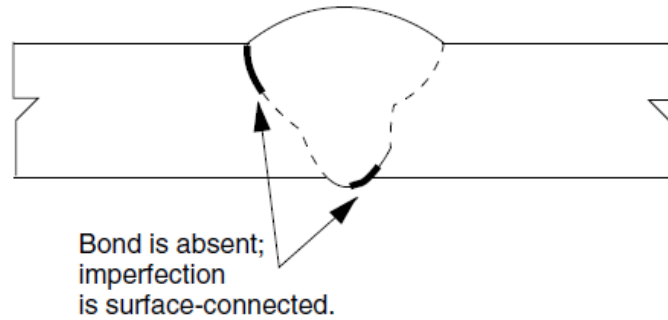


FIGURE E – Incomplete Fusion at Root of Bead or Top of Joint (IF)

3.2.3 Fusión incompleta (IF). La fusión incompleta se define como la imperfección superficial entre el metal de soldadura y el material base que está expuesto a la superficie. Esta condición se muestra en el esquema de la Figura E. Se deberá considerar como defecto si se presenta alguna de las condiciones siguientes:

3.2.3.1 La longitud de una indicación individual de IF es mayor de 25 mm.

3.2.3.2 La longitud total de las indicaciones de IF en cualquier tramo de soldadura de una longitud de 300 mm supera los 25 mm.

3.2.3.3 La longitud total de las indicaciones de IF supera el 8 % e la longitud de soldadura en cualquier soldadura de menos de 300 mm de longitud.

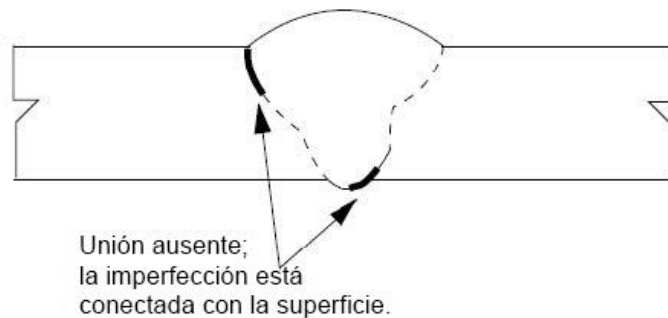


FIGURA E – Fusión incompleta en la raíz del cordón o en la parte superior de la junta (IF)

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 Perforación por quemado (BT). Una perforación por quemado se define como una parte del cordón de raíz en donde la penetración excesiva ocasionó que el charco de soldadura se sople en el conducto produciendo un orificio o depresión en el cordón de la raíz de una soldadura de ranura simple. La BT se deberá considerar como defecto si se presenta alguna de las condiciones siguientes:

3.2.4.1 La dimensión máxima excede de 6 mm.

3.2.4.2 La suma de las dimensiones de las diferentes BT excede de 13 mm en cualquier tramo continuo de soldadura de 300 mm de longitud o en la longitud total, lo que sea 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 Porosidad (P). La porosidad se define como el gas que queda atrapado cuando el metal de la soldadura se solidifica antes de que el gas pueda elevarse a la superficie del charco fundido y escapar. La porosidad generalmente es esférica, pero puede tener forma elongada o irregular, como la porosidad vermicular (tipo agujero de gusano). La porosidad deberá considerarse un defecto si se presenta alguna de las condiciones siguientes:

3.2.5.1 El tamaño de un poro individual excede de 3 mm.

3.2.5.2 El tamaño de un poro individual supera el 25 % del más delgado de los espesores nominales de pared unidos.

3.2.5.3 Porosidad agrupada (CP) que ocurre en la pasada final deberá considerarse como defecto si se presenta alguna de las condiciones siguientes:

3.2.5.3.1 El diámetro de la agrupación excede de 13 mm.

3.2.5.3.2 La longitud total de la CP en cualquier tramo de soldadura con una longitud continua de

300 mm excede de 13 mm.

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

3.2.6 Grietas (C). *Las grietas deberán considerarse un defecto.*

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 Socavación externa (EU) o socavación interna (IU). *La socavación se define como una ranura fundida o cualquier reducción en el metal padre adyacente al pie o a la raíz de la soldadura que el metal de soldadura no ha llenado. La socavación adyacente a la pasada de cubierta (EU) o a la pasada de raíz (IU) deberá considerarse un defecto si se exceden las dimensiones máximas que se muestran en la Tabla 4.*

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.

Tabla 4 – Dimensiones máximas para la socavación (EU o IU)	
Profundidad	Longitud
> 0,8 mm o > 12,5 % del espesor de pared del conducto, lo que sea menor	No aceptable
> 0,4 mm pero ≤ 0,8 mm o > 6 % pero ≤ 12,5 % del espesor de pared del conducto, lo que sea menor	50 mm en un tramo continuo de soldadura de 300 mm de longitud o un sexto de la longitud de la soldadura, lo que sea menor
≤ 0,4 mm o ≤ 6 % del espesor de pared del conducto, lo que sea menor	Aceptar, independientemente de la longitud

3.2.8 Acumulación de imperfecciones (AI). Con excepción de IPD, EU e IU, cualquier acumulación de imperfecciones aceptables de otra manera, como P, CP, IF, IP y BT, deberá considerarse un defecto si se presenta alguna de las condiciones siguientes:

3.2.8.1 La longitud total de la AI en cualquier tramo continuo de soldadura con una longitud de 300 mm excede de 50 mm.

3.2.8.2 La longitud total de AI excede el 8 % de la longitud de la soldadura.

4.0 Workmanship Requirements and Visual Inspection Acceptance Criteria – Pressure Piping / Requisitos de mano de obra y criterios de aceptación mediante inspección visual – Tubería a presión

4.1 Workmanship Requirements / Requisitos de mano 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 *La desalineación interna de los extremos a unirse no debe ser mayor de 2 mm. Cuando la desalineación interna excede lo permitido, es preferible que el componente con la pared que se extiende internamente se recorte internamente. Sin embargo, el recorte deberá producir un espesor del componente de la tubería no menor que el espesor mínimo permitido, y el cambio en contorno no deberá ser mayor de 30 grados.*

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

4.1.2 *Los detalles de preparación del borde y la abertura de la raíz de la junta se deberán especificar en la WPS.*

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 *Las superficies para soldadura deberán estar limpias y no deben tener pintura, aceite, óxido, escamas ni ningún otro material que pueda ser perjudicial para la soldadura.*

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 *Los extremos de inicio y parada de la soldadura de punteado se deberán preparar mediante esmerilado u otros medios mecánicos de manera que se puedan incorporar satisfactoriamente en la soldadura final. Una soldadura de punteado que tenga grietas es inaceptable y deberá eliminarse y volverse a soldar.*

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 *Después de comenzar a soldar, se deberá mantener la temperatura mínima de precalentamiento hasta que se complete la junta. Sin embargo, se puede interrumpir la soldadura y dejar enfriar lentamente la junta si se depositó un espesor de soldadura de al menos 10 mm o si se llenó el 25 % de la ranura, lo que sea menor.*

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

4.1.6 *No se aceptan golpes de arco fuera del área destinada a la soldadura.*

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

4.1.7 *Las superficies tal como fueron soldadas, incluyendo los empalmes, deberán estar lisas, uniformes y no deben tener traslapos.*

4.1.8 Base metal surfaces shall be free of spatter.

4.1.8 *Las superficies de metal base no deberán presentar salpicaduras.*

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 Soldadura de reparación. *Se deberán eliminar todas las discontinuidades que exceden el máximo permitido en 4.2 y se podrán reparar por medio de soldadura después de que se haya realizado una inspección mediante partículas magnéticas o tinte penetrante para asegurarse de que se hayan eliminado completamente.*

4.1.9.1 Eliminación de defectos. *Todos los defectos en soldaduras o en materiales base que necesiten reparación deberán eliminarse por medio de ranurado por llama o arco, esmerilado, descascarillado o mecanizado. En ciertos materiales de aleación del tipo de endurecimiento por aire, podría ser necesario un precalentamiento con ranurado por llama o arco para evitar la presencia de grietas de calor o el agrietamiento de la superficie adyacente a la superficie ranurada por llama o arco. Cuando se elimina un defecto, pero no es necesario hacer una reparación con soldadura, se deberá perfilar la superficie para eliminar entallas y esquinas afiladas. Se deberá volver a inspeccionar el contorno de la superficie usando los mismos medios que se usaron originalmente para localizar el defecto.*

4.1.9.2 Soldaduras de reparación. *Las soldaduras de reparación deberán hacerse de conformidad con lo que indica la WPS, usando soldadores calificados, tomando en cuenta que la cavidad que se va a reparar con soldadura podría ser diferente en contorno y dimensión a la preparación normal de la junta y podrían presentarse diferentes condiciones limitantes. Todas las soldaduras de reparación deberán cumplir con los criterios de aceptación mediante inspección visual de 4.2.*

4.1.9.3 Inspección Se deberá realizar una inspección a las reparaciones de soldadura con una profundidad superior a 25 mm o 20 % del espesor de la sección, lo que sea menor (medido a partir de la superficie del conducto) mediante radiografías, inspección con partículas magnéticas, o por inspección con tinte penetrante de la superficie soldada terminada. Se deberá examinar las reparaciones de soldadura con una profundidad menor al 20 % del espesor de la sección o 25 mm, lo que sea menor, mediante inspección con partículas magnéticas o tinte penetrante de la primera capa de 6 mm de espesor del metal soldado depositado y de la superficie soldada terminada. La prueba de partículas magnéticas o tinte penetrante para la superficie soldada terminada se deberá hacer después del tratamiento térmico posterior a la soldadura.

4.2 Visual Inspection Acceptance Criteria. Any of the following indications are unacceptable: /
Criterios de aceptación mediante inspección visual. Cualquiera de las siguientes indicaciones no es aceptable:

4.2.1 Cracks

4.2.1 Grietas

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 Socavación con más de 0,8 mm de profundidad. Esto también incluye las demás reducciones del metal base en los pies de soldadura.

4.2.3 Weld reinforcement greater than specified in Table 5

4.2.3 Refuerzo de la soldadura mayor que el especificado en la Tabla 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.

Tabla 5

Espesor del metal base (mm)	Espesor máximo del refuerzo para la temperatura de diseño		
	> 400 °C	175 °C - 400 °C	< 175 °C
	mm	mm	mm
Hasta 3 incl.	2	2,5	5
Más de 3 a 5 incl.	2	3	5
Más de 5 a 13 incl.	2	4	5
Más de 13 a 25 incl.	2,5	5	5
Más de 25 a 50 incl.	3	6	6
Más de 50	4	nota (a)	nota (a)

(a) Lo que sea mayor entre 6 mm o 1/8 veces el ancho de la soldadura.

NOTAS:

1. Para juntas a tope con doble soldadura, el límite antes mencionado para el refuerzo deberá aplicarse a cada una de las superficies, interna y externa, de la junta por separado.
2. Para juntas a tope con una soldadura, el límite antes mencionado para el refuerzo deberá aplicarse solo a la superficie exterior de la junta.
3. El espesor del refuerzo de la soldadura deberá basarse en el espesor más delgado de los materiales que se están uniendo.
4. El espesor del refuerzo de la soldadura deberá determinarse de acuerdo a la superficie a tope más alta.
5. Se puede eliminar el refuerzo de la soldadura si se desea.

4.2.4 Lack of fusion

4.2.4 Falta de fusión

4.2.5 Incomplete penetration

4.2.5 Penetración incompleta

4.2.6 Any other linear indications greater than 5 mm long

4.2.6 Cualquier otra indicación lineal con una longitud mayor de 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 La porosidad de la superficie con indicaciones redondeadas con dimensiones mayores de 5 mm, o cuatro o más indicaciones redondeadas separadas por 2 mm o menos entre bordes, en cualquier dirección. Las indicaciones redondeadas son indicaciones circulares o elípticas cuya longitud es inferior a tres veces su ancho.

5.0 Procedure Qualification Requirements / Requisitos para la calificación del procedimiento

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	X
(2) Treatment of backside, method of gouging/preparation.	X	X	X	X	X
(3) Backing material, if used.	X	X	X	X	X
5.1.2 Base Metal					
(1) M-Number and Group Number.	X	X	X	X	X
(2) Thickness range qualified.	X	X	X	X	X
(3) Diameter (tubular only).	X	X	X	X	X
(4) The coating description or type, if present.	X	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	X
(2) Weld metal thickness by process and filler metal classification.	X	X	X	X	X
(3) Filler metal size or diameter.	X	X	X	X	X
(4) Penetration enhancing flux.			X		
(5) Supplemental filler metal.	X	X	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	X
(2) Progression for vertical welding.	X	X	X	X	X

5.1 Datos de especificación del procedimiento de soldadura

La Tabla 6 indica los datos de la soldadura que se incluyen en una WPS para cada proceso de soldadura. La WPS puede presentarse en cualquier formato, escrito o tabular, siempre que se incluyan los datos requeridos en la Tabla 6. En el Apéndice VII se muestra un formato sugerido de WPS. La WPS puede listar las variables registradas en el PQR dentro de todo el rango permitido para las variables de calificación, así como los límites prácticos determinados por la organización de soldadura para otros datos de soldadura.

**Tabla 6
Matriz de datos de WPS**

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.1 Diseño de la junta				
(1) Tipo y dimensiones de la junta.	X	X	X	X
(2) Tratamiento del lado posterior, método de ranurado/preparación.	X	X	X	X
(3) Material del respaldo, si se usa.	X	X	X	X
5.1.2 Metal base				
(1) Número M y número de grupo.	X	X	X	X
(2) Rango de espesor calificado.	X	X	X	X
(3) Diámetro (solamente tubular).	X	X	X	X
(4) La descripción o el tipo de recubrimiento, si existe.	X	X	X	X
5.1.3 Metales de aporte				
(1) Especificación, clasificación, número F y A, o si no está clasificado, la composición nominal.	X	X	X	X
(2) Espesor del metal de soldadura por clasificación de proceso y metal de aporte.	X	X	X	X
(3) Tamaño o diámetro de metal de aporte.	X	X	X	X
(4) Fundente mejorador de la penetración.			X	
(5) Metal de aporte complementario.	X	X	X	
(6) Tipo e inserto consumible.			X	
(7) Metal de aporte energizado "vivo".			X	
5.1.4 Posición				
(1) Posición(s) para soldar.	X	X	X	X
(2) Avance para soldadura vertical.	X	X	X	X

5.0 Procedure Qualification / Calificación del procedimiento

**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	

Tabla 6
Matriz de datos de WPS (continuación)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.1.5 Pre calentamiento y entre pasadas				
(1) Pre calentamiento mínimo.	X	X	X	X
(2) Temperatura máxima entre pasadas (si corresponde).	X	X	X	X
(3) Mantenimiento de pre calentamiento.	X	X	X	X
5.1.6 Tratamiento térmico				
(1) Temperatura y tiempo del PWHT.	X	X	X	X
5.1.7 Gas de protección				
(1) Gas de protección de la antorcha y rango de caudal.	X	X	X	
(2) Gas de protección de la raíz y rango de caudal.			X	
5.1.8 Especificaciones eléctricas				
(1) Corriente (o velocidad de alimentación del alambre), tipo de corriente y polaridad.	X	X	X	X
(2) Rango de voltaje (excepto para soldadura manual).	X	X	X	
(3) Especificación, clasificación y diámetro del electrodo de tungsteno.			X	
(4) Modo de transferencia.	X	X		
(5) Un cambio al o del pulso de corriente.	X	X	X	X
5.1.9 Variables				
(1) Proceso de soldadura, ya sea manual, semiautomático, mecanizado o automático.	X	X	X	X
(2) Para mecanizado o automático, electrodo y espaciado simple o múltiple.	X	X	X	
(3) Pasada simple o múltiple.	X	X	X	X
(4) Distancia del tubo de contacto a la pieza.	X	X		
(5) Limpieza.	X	X	X	X
(6) Martillado.	X	X	X	X
(7) Cordón estrecho o en zig-zag.	X	X	X	X
(8) Rango de velocidad de desplazamiento para aplicaciones de soldadura mecanizada o automática y manual que requieren cálculos de entrada de calor.	X	X	X	

5.0 Procedure Qualification / Calificación del procedimiento

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 Variables de calificación del procedimiento. *Cualquier cambio en una WPS más allá de los permitidos en esta sección deberá exigir la recalificación del procedimiento y la preparación de una WPS nueva o revisada. Los cambios no abordados en esta cláusula no deberán requerir recalificación, siempre que dichos cambios sean documentados en una WPS nueva o 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 Conjuntos soldados de prueba. *La organización de soldadura deberá preparar una cantidad suficiente de conjuntos soldados para la prueba de calificación para que se cubran los procesos, materiales, espesores, etc. anticipados, tal como se describe en el presente documento. Los conjuntos soldados de prueba de ranura deberán ser lo suficientemente grandes para proporcionar las probetas necesarias que se requieren en 5.3.*

5.2.1.1 *Para la soldadura de metales base con números M diferentes, deberá realizarse una prueba de calificación del procedimiento para cada combinación de números M que se unirán. Sin embargo, una prueba de calificación del procedimiento con un número M también deberá calificar para dicho metal soldado consigo mismo y con cada uno de los metales de número M más bajo para:*

- (1) *Metales base M-1, M-3, M-4 y M-5A; y*
- (2) *Procesos de soldadura SMAW, GTAW, GMAW y FCAW.*

(Ejemplo: M-5A con M-5A calificaría para M-5A con M5A, así como M-5A con M-4, M-5A con M-3 y M-5A con M-1). Consulte los Apéndices III-A y III-B para ver la lista de los números M de metal base)

5.2.1.2 Si se requiere el ensayo de tenacidad a la fractura, deberá realizarse la calificación del procedimiento para cada combinación de número M y número de grupo que se deban unir. Debe realizarse una calificación del procedimiento para cada combinación de número M y número de grupo de metales base, aunque se hayan hecho las pruebas de calificación del procedimiento para cada uno de los dos metales base soldado consigo mismo.

(1) Si la Especificación del procedimiento de soldadura (WPS) para soldar la combinación de metales base especifica las mismas variables de calificación, incluyendo el electrodo o el metal de aporte, que cada una de las WPS para soldar cada metal base consigo mismo, de modo tal que el metal base es el único cambio, entonces la WPS para soldar la combinación de metales base también está calificada.

(2) Cuando se califican metales base de dos números M y números de grupo diferentes usando un solo conjunto soldado de prueba, dicho conjunto de prueba califica la soldadura de esos dos números M y números de grupo consigo mismos y entre sí usando las variables calificadas.

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 Limitaciones del espesor de la calificación

5.2.2.1 Las limitaciones de los rangos de espesor calificados por las pruebas de calificación del procedimiento se dan en la Tabla 7.

5.2.2.2 Las limitaciones de la Tabla 7 se basan en el espesor del metal base y del metal soldado para las soldaduras de ranura.

5.2.2.3 Las soldaduras de ranura de penetración completa también deberán calificar las soldaduras de ranura de penetración parcial, las soldaduras de filete y las acumulaciones de soldadura dentro de los límites de la calificación dados en la Tabla 7.

5.2.2.4 Además de los datos de la soldadura necesarios para ser incluidos en la WPS según 5.1, cuando se utilizan varias clasificaciones de procesos o de metales de aporte en un solo conjunto soldado de prueba, los rangos de espesor permitidos para uso en la WPS deben aplicarse por separado a cada clasificación del proceso de soldadura y del metal de aporte. El espesor del depósito de soldadura para la clasificación de cada proceso de soldadura y cada metal de aporte usados en la prueba de calificación deberá registrarse en el PQR.

5.2.2.5 Además de las variables de calificación del procedimiento necesarias para registro en el PQR según 5.2.3, el espesor del depósito de soldadura para cada proceso de soldadura y todas las clasificaciones de los metales de aporte usados en la prueba de calificación se deberán registrar en el PQR para todas las aplicaciones.

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.

Tabla 7
Limitación de espesor de placa y conducto para soldaduras
de ranura para la calificación del procedimiento

Conjunto soldado de prueba Espesor (T), mm ^a	Espesor del metal base calificado ^{b,c,d,e,f}		Espesor de depósito de metales soldados calificado (t) ^{b, g}
	Mínimo, mm	Máximo, mm	Máximo, mm
Menos de 2	1/2T	2T	2t
2 a 10	2	2T	2t
Mayor de 10, pero menor de 19	5	2T	2t
19 a menos de 38	5	2T	2t cuando t < 19 2T cuando t ≥ 19
38 a menos de 150	5	200	2t cuando t < 19 200 cuando t ≥ 19
150 y mayor	25	1,33T	2t cuando t < 19 200 cuando 19 ≤ t < 150 1,33t cuando t ≥ 150

(a) Cuando la ranura es rellenada con una combinación de procesos de soldadura:

- (1) El espesor "T" del conjunto soldado de prueba es aplicable para el metal base y deberá determinarse de la columna Espesor del metal base calificado.
- (2) El espesor "t" del metal de soldadura para cada proceso de soldadura deberá determinarse de la columna Espesor de metal de soldadura depositado.
- (3) Cada proceso de soldadura calificado en esta clase de combinación puede usarse por separado solamente dentro de las mismas variables de calificación y los límites de espesor.

(b) Para GMAW-S, el espesor máximo del metal base calificado es 1,1 veces el espesor del conjunto soldado de prueba hasta que el espesor del conjunto soldado de prueba sea de 13 mm, más allá de lo cual se aplica la Tabla 7. El espesor máximo del metal de soldadura calificado es 1,1 veces el espesor de metal de soldadura GMAW-S depositado en el elemento soldado. Además, para un espesor de 10 mm o más, se deberán usar pruebas de doblado de lado para calificar las WPS de GMAW-S.

(c) Para las aplicaciones de tenacidad a la fractura, el espesor mínimo calificado del metal base es T o 16 mm, lo que sea menor.

(d) Si cualquier pasada simple en el metal base del conjunto soldado de prueba tiene un espesor mayor de 13 mm, el espesor del metal base calificado es 1,1 veces el espesor del conjunto soldado de prueba.

(e) Si un conjunto soldado de prueba recibe un tratamiento térmico posterior a la soldadura que excede la menor temperatura de transformación, el espesor máximo del metal base calificado es 1,1 veces el espesor del metal base del conjunto soldado de prueba, y el espesor máximo de soldadura calificado es 1,1 veces el metal de soldadura del conjunto soldado de prueba.

(f) Para metales base iguales o menores de 10 mm, las soldaduras de filete tienen las mismas calificaciones de espesor del metal base que las soldaduras de ranura. Para espesores de metales base mayores de 10 mm, el espesor máximo del metal base calificado para las soldaduras de filete no está limitado.

(g) Las limitaciones de espesor del metal de soldadura depositado no se aplican a las soldaduras de filete ni a la acumulación de soldadura.

NOTAS:

T = El espesor del metal base del conjunto soldado de prueba.

t = El espesor del depósito de soldadura, excluyendo el refuerzo.

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 La tabla 8 indica las variables de calificación del procedimiento que se registran en el PQR para cada proceso de soldadura. Un cambio en una variable de calificación del procedimiento más allá de los límites mostrados en la Tabla 8 exige una WPS nueva o revisada y un nuevo PQR. El PQR deberá enumerar los valores reales de las variables usadas. La leyenda para las entradas de la tabla es la siguiente:

Q—Variable de calificación para todas las aplicaciones

T— Variable de calificación para todas las aplicaciones de tenacidad a la fractura

Tabla 8
Matriz de datos del PQR

	F	G	G	S
	C	M	T	M
	A	A	A	A
	W	W	W	W
5.2.3.1 Diseño de la junta				
(1) Un cambio de una soldadura de filete a una de ranura.	Q	Q	Q	Q
(2) Un cambio en el número M del respaldo.	Q	Q	Q	Q
5.2.3.2 Metal base				
(1) Un cambio en el espesor del metal base más allá del rango permitido en 5.2.2.	Q	Q	Q	Q
(2) Un cambio de un metal base de un número M a un metal base de otro número M o a metales base con una combinación de números M, excepto como se permite en 5.2.1.1.	Q	Q	Q	Q
(3) Un cambio de un número de grupo de un número M a un número de grupo de cualquier otro número M, excepto como se permite en 5.2.1.2.	T	T	T	T
(4) Un cambio de un grupo M-5 (A, B, etc.) a cualquier otro. Un cambio de M-9A a M-9B, pero no viceversa. Un cambio de un grupo M-10 o M-11 (A, B, etc.) a cualquier otro grupo.	Q	Q	Q	Q
5.2.3.3 Metales de aporte				
(1) Un cambio de un número F a cualquier otro número F o a cualquier metal de aporte no incluido en el Apéndice II.	Q	Q	Q	Q
(2) Un cambio de un número A a cualquier otro número A para materiales ferrosos.	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 / Calificación del procedimiento

Tabla 8
Matriz de datos de PQR (continuación)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.3 Metales de aporte (continuación)				
(3) Un cambio en la resistencia a la tracción del metal de aporte que supere 60 MPa, o un cambio en el metal de aporte clasificado a una resistencia menor que el indicador especificado de resistencia mínima a la tracción del metal base.	Q	Q	Q	Q
(4) La adición o eliminación de material de aporte.			Q	
(5) Un cambio en el espesor del metal de soldadura más allá del permitido en 5.2.2.	Q	Q	Q	Q
5.2.3.4 Temperatura de precalentamiento y entre pasadas				
(1) Una disminución en el precalentamiento en más de 55 °C con relación al valor calificado.	Q	Q	Q	Q
(2) Un aumento mayor de 55 °C en la temperatura máxima entre pasadas de la registrada en el PQR.	T	T	T	T
5.2.3.5 Tratamiento térmico posterior a la soldadura				
(1) Para los siguientes números M 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 y 11, cualquier cambio desde una condición a cualquier otra necesita recalificación: (a) Sin PWHT. (b) PWHT por debajo de la menor temperatura de transformación. (c) PWHT dentro del rango de temperatura de transformación. (d) PWHT por encima de la mayor temperatura de transformación. (e) PWHT por encima de la mayor temperatura de transformación, seguida de un tratamiento por debajo de la menor temperatura de transformación.	Q	Q	Q	Q
(2) Para todos los materiales no incluidos anteriormente, se requiere un PQR separado para PWHT y sin 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 / Calificación del procedimiento

Tabla 8
Matriz de datos de PQR (continuación)

	F C A W	G M A W	G T A W	S M A W
5.2.3.6 Gas de protección				
(1) Adición o eliminación de gas de protección de la antorcha.	Q	Q	Q	
(2) Un cambio en la composición nominal especificada del gas de protección.	Q	Q	Q	
5.2.3.7 Características eléctricas				
(1) Un aumento en la entrada de calor o en el volumen del metal de soldadura depositado por unidad de longitud de soldadura, por encima del calificado, excepto cuando se aplica un tratamiento térmico de austenización para refinación del grano después de la soldadura. El aumento puede medirse por cualquiera de las siguientes opciones: (a) Entrada de calor (kJ/mm) = $\frac{\text{Voltaje} \times \text{Amperios} \times 0,06}{\text{Velocidad de desplazamiento (mm/min)}}$ (b) Volumen de metal de soldadura: un aumento del tamaño del cordón (ancho x espesor) o una disminución de la longitud del cordón de soldadura por unidad de longitud del electrodo.	T	T	T	T
(2) Un cambio en el modo de transferencia del metal de cortocircuito a globular, spray, o pulsada y viceversa.	Q	Q		
5.2.3.8 Otras variables				
(1) Un cambio en el proceso de soldadura.	Q	Q	Q	Q
(2) Cambio que excede $\pm 20\%$ en las variables de oscilación para la soldadura mecanizada o automática.	T	T	T	
(3) Un cambio de pasada múltiple por lado a pasada simple por lado.	T	T	T	T
(4) Un cambio de cordón estrecho a cordón en zig-zag en soldadura vertical de avance hacia arriba.	T	T	T	T

5.3 Procedure Qualification Test Requirements / *Requisitos de la prueba de calificación del procedimiento*

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 Evaluación de conjuntos soldados de prueba de ranura. Los conjuntos soldados de prueba deberán someterse a lo siguiente:

- (1) Examen visual
- (2) Prueba de doblado guiado
 - (a) 4 probetas para doblado de lado, o
 - (b) 2 probetas para doblado de cara y 2 para doblado de raíz

Las probetas para doblado de lado pueden reemplazar probetas de doblado de cara y de raíz para espesores de metal desde 10 mm a 19 mm inclusive. Para espesores de metal mayores de 19 mm, se requieren probetas para doblado de lado. Para metales base de 10 mm de espesor y mayores, se requieren doblados de lado para GMAW-S.

- (3) Prueba de tracción
 - (a) 2 probetas para prueba transversal
- (4) Tenacidad CVN a la fractura (si se requiere)
 - (a) 3 probetas de metal de soldadura
 - (b) 3 probetas de HAZ

5.4 Procedure Qualification Acceptance Criteria / *Criterios de aceptación para la calificación del procedimiento*

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 Criterios de aceptación mediante examen visual. *Antes de retirar las muestras de probeta del conjunto soldado de prueba terminado, se deberá examinar visualmente la soldadura en todas las superficies accesibles y verificar que cumpla con los criterios siguientes:*

5.4.1.1 *No debe haber evidencias de grietas, de fusión incompleta ni de penetración incompleta de la junta.*

5.4.1.2 *La profundidad de socavación no debe exceder el menor valor entre el 10 % del espesor del metal base y 0,8 mm.*

5.4.1.3 *La porosidad no deberá exceder la limitación de la sección 2.0, 3.0 o 4.0, según corresponda.*

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 Criterios para el doblado. *Las probetas para pruebas de doblado transversal deberán prepararse según lo que se especifica en el Apéndice IV. El radio del borde de la probeta no deberá ser mayor de 3 mm. Se recomienda, aunque no es un requisito, que la dirección de esmerilado de la probeta sea paralela a la dirección del doblado. En el caso de probetas para doblado de cara, el lado de la cara de la soldadura deberá estar en el lado convexo de la probeta para doblado. En el caso de probetas para doblado de la raíz, el lado de la raíz de la soldadura debe estar en el lado convexo de la probeta para doblado. Las probetas para doblado de lado pueden ser dobladas en cualquier dirección. En todas las probetas para doblado transversal, el metal de soldadura y la zona afectada por el calor deberán estar completamente dentro de la parte doblada de la probeta después del doblado.*

A menos que se especifique de otra manera, las probetas que contengan discontinuidades que deban rechazarse deberán considerarse que no pasan, sin importar si cumplen con los requisitos de preparación o doblado. Se deberán excluir las probetas que no cumplan con los requisitos de preparación o de doblado que no contienen discontinuidades y se deberán preparar probetas de reemplazo a partir del conjunto soldado original que va a someterse a prueba.

Se deberá examinar visualmente la superficie convexa de la probeta para prueba de doblado (comenzando en el borde de la probeta e incluyendo el radio del borde de la probeta) que debe cumplir con los requisitos de 5.4.2.1, 5.4.2.2 o 5.4.2.3, según corresponda.

5.4.2.1 Aplicaciones de acero estructural. *Para que se acepte, la superficie no deberá presentar discontinuidades en la soldadura ni zonas afectadas por el calor, según lo que se establece a continuación:*

(1) > 3 mm medidos en cualquier dirección sobre la superficie, o

(2) > 10 mm en la suma de las dimensiones más grandes de todas las discontinuidades que excedan de 0,8 mm, pero inferiores o iguales a 3 mm, o

(3) 6 mm en la grieta máxima de esquina, excepto cuando la grieta de esquina resulte de una inclusión de escoria visible u otra discontinuidad de fusión, en cuyo caso se deberá aplicar el máximo de 3 mm.

Las probetas con grietas de esquina que excedan de 6 mm sin evidencia de inclusiones de escoria u otra discontinuidad de fusión deberán descartarse y se deberá probar una probeta de reemplazo del conjunto soldado original.

5.4.2.2 Aplicaciones de tuberías. *La prueba de doblado deberá considerarse aceptable si después del doblado no se encuentran grietas ni otras imperfecciones de más de 3 mm o la mitad del espesor de pared especificado, lo que sea menor, en cualquier dirección, en la soldadura ni entre la soldadura y la zona de fusión. Las grietas que se originen durante el ensayo en el radio exterior del doblado a lo largo de los bordes de la probeta y que tengan menos de 6 mm, medidos en cualquier dirección, no se deberán tomar en cuenta a menos que se observen imperfecciones evidentes.*

5.4.2.3 Aplicaciones de tubería de presión. *Para que se acepte, la superficie no deberá presentar discontinuidades en la soldadura ni zonas afectadas por el calor, según lo que se establece a continuación:*

(1) *> 3 mm medidos en cualquier dirección sobre la superficie.*

(2) *No se deberán tomar en cuenta para el ensayo las discontinuidades abiertas que se presenten en las esquinas de la probeta y se deberá hacer la prueba con una probeta de prueba de reemplazo obtenida a partir del conjunto soldado original, a menos que exista evidencia definitiva que indique que las discontinuidades abiertas son consecuencia de falta de fusión, inclusión de escoria u otras discontinuidades 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 Criterios para la prueba de tracción. *Los procedimientos y métodos para la prueba de tracción deben ajustarse a lo que se establece en AWS B4.0, Métodos estándar para los ensayos mecánicos de las soldaduras. (Nota: Se hace referencia a B4.0, pero no es necesario al tomar el examen.) Todas las probetas para la prueba de tracción deberán tener una resistencia a la tracción que no sea inferior a lo siguiente:*

5.4.3.1 *La resistencia mínima a la tracción del metal base, como se especifica en el Apéndice III-B o del más débil de los dos metales base si se utilizan metales de diferentes resistencias mínimas a la tracción; o*

5.4.3.2 *La resistencia a la tracción mínima especificada para la clasificación de electrodo o metal de aporte cuando se usa metal de aporte de menor resistencia; o*

5.4.3.3 *Si la probeta se quiebra en el metal base, fuera de la soldadura o de la interfaz de la soldadura, la prueba deberá aceptarse, siempre que la resistencia no esté más del 5 % por debajo de la resistencia mínima a la tracción especificada del metal base; o*

5.4.3.4 *Si el metal base no tiene una resistencia a la tracción mínima especificada, la falla del metal base será aceptable.*

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 Criterios para la tenacidad CVN a la fractura. *Para la prueba de tenacidad a la fractura, el tipo de prueba, el número de probetas y los criterios de aceptación deberán cumplir con lo especificado. Los procedimientos y el equipo deberán ajustarse a los requisitos de AWS B4.0, Métodos estándar para los ensayos mecánicos de las soldaduras. (Nota: se hace referencia a B4.0, aunque no es necesario al tomar el examen).*

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 Documentos para la calificación del procedimiento. *Las variables de la soldadura usadas para producir un conjunto soldado de prueba aceptable y los resultados de las pruebas realizadas en dicho elemento soldado para calificar una WPS se deben registrar en un Registro de la Calificación del Procedimiento (PQR). El PQR se puede presentar en cualquier tipo de formato, escrito o tabular. En el Apéndice VIII se incluye un formato sugerido para el PQR. La WPS deberá hacer referencia a todos los PQR que respaldan la calificación de esa WPS.*

6.0 Performance Qualification Requirements / *Requisitos de la calificación del desempeño*

6.1 General / *Aspectos generales*

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 especificación incluye los requisitos para las calificaciones de desempeño del soldador. No contiene los requisitos para los operarios de soldadura ni para los soldadores punteadores. Las soldaduras de punteado deberán hacerlas soldadores calificados, de conformidad con lo que se establece en esta especificación.*

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 *La calificación de un soldador en una WPS también calificará para soldadura de cualquier otra WPS dentro de las variables de calificación del desempeño especificadas en 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 *Completar de manera aceptable una prueba de calificación de procedimiento o desempeño deberá calificar al soldador que soldó el conjunto soldado de prueba dentro de los límites de las variables de calificación de desempeño especificadas en 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 *La calificación en una soldadura de ranura de penetración completa de la junta también califica al soldador para soldaduras de ranura de penetración parcial de la junta y para soldaduras de filete. La calificación en una soldadura de ranura de penetración parcial de la junta califica solamente para soldaduras de ranura de penetración parcial de la junta y para soldaduras de filete.*

6.2 Performance Qualification Variables / *Variables de calificación del desempeño*

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.

Un cambio en cualquier variable de las que se mencionan a continuación respecto de la que fue utilizada en la prueba de calificación de un soldador exige la recalificación de dicho soldador:

(1) *Un cambio en el proceso de soldadura, excepto que los soldadores calificados con rociado GMAW, rociado pulsado, o transferencia globular también están calificados para soldar FCAW con protección de gas y viceversa.*

(2) *La eliminación del respaldo.*

(3) *Un cambio en el número F del metal de aporte, excepto de acuerdo con lo permitido en 6.3.2.2.*

(4) *Un cambio en el metal base, excepto de acuerdo con lo permitido en 6.3.2.1.*

(5) *Para GTAW, un cambio de corriente alterna a corriente continua o viceversa, o un cambio en la polaridad.*

(6) *Un cambio respecto de la posición calificada, excepto de acuerdo con lo permitido en 6.3.2.3.*

(7) *Un cambio en el sentido de la soldadura vertical desde un avance hacia arriba a un avance hacia abajo, o viceversa para cualquier pasada, excepto las pasadas de raíz que son eliminadas completamente mediante el ranurado del lado opuesto o las pasadas finales usadas para rectificar la superficie final de soldadura.*

(8) *Para GMAW, un cambio desde soldadura por transferencia spray, transferencia globular o por pulverización pulsada a transferencia por cortocircuito, o viceversa.*

(9) *Para GMAW o GTAW, la omisión o adición de insertos consumibles, o la eliminación del gas de protección de la raíz, excepto para juntas a tope de soldadura doble, soldadura de ranura de penetración parcial y soldaduras de filete.*

(10) *Un cambio en el espesor o el diámetro respecto del probado, excepto de acuerdo con lo permitido en las Tablas 9 y 10.*

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

Test Weldment, mm		Qualifies for Pipe and Plates			
Outside Diameter	Deposit Thickness (t)	Minimum Outside Diameter, mm		Maximum Deposit Thickness	
		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.

Tabla 9
Limitaciones para la calificación de rendimiento en soldaduras de ranura en conductos y tubos

Conjunto soldado de prueba, mm		Califica para conducto y placas			
Diámetro externo	Espesor de depósito (t)	Diámetro externo mínimo, mm		Espesor máximo de depósito	
		Ranuras	Filetes	Ranuras	Filetes
Menos de 25		Tamaño de la soldadura	Todos		
25 hasta 73		25	Todos		
Más de 73		73	Todos		
	Menos de 19			2t	Todos
	19 y más			Sin límite	Todos

t = El espesor del depósito de soldadura, excluyendo el refuerzo.

Nota:

Para GMAW-S, el espesor máximo del metal de soldadura calificado no deberá ser mayor que 1,1 veces el espesor del metal de soldadura depositado por el proceso GMAW-S en la prueba de calificación. Para metales base de 10 mm de espesor y mayores, se requieren doblados de lado para GMAW-S.

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.

Tabla 10
Limitaciones para la calificación de desempeño en soldaduras de ranura en placas

Espesor de conjunto soldado de prueba (T), mm	Califica para placa ^a	
	Espesor de depósito (t), máximo ^b	Tamaño de la soldadura de filete
< 19	2t	Sin límite
≥ 19	Sin límite	Sin límite

^a La calificación en placa también calificará para soldaduras de ranura en tubos de más de 600 mm de diámetro.

^b Para GMAW-S, el espesor máximo del metal de soldadura calificado no deberá ser mayor que 1,1 veces el espesor del metal de soldadura depositado por el proceso GMAW-S en la prueba de calificación. Para metales base de 10 mm de espesor y mayores, se requieren doblados de lado para GMAW-S.

NOTAS:

T = El espesor del metal base del conjunto soldado de prueba.

t = El espesor del depósito de soldadura, excluyendo el refuerzo.

6.3 Performance Qualification Test Requirements / Requisitos de la prueba de calificación del desempeño

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 Calificación mediante prueba estándar. La calificación requiere completar un conjunto soldado de prueba estándar de acuerdo con una WPS calificada, la evaluación del conjunto soldado de prueba mediante los métodos indicados en la Tabla 11, y la aceptación del conjunto soldado de acuerdo con los criterios de 6.4, Criterios de aceptación del examen. La cantidad de pruebas de doblado necesarias para cada posición y forma de producto se indica en la Tabla 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.

Tabla 11
Requisitos del examen para la calificación del desempeño

Tipo de prueba	Tubo o lámina menor de 2 mm	Conducto o placa igual o mayor que 2 mm
	Ranura	Ranura
Examen visual	Sí	Sí
Radiografía	No	Sí ^a (en lugar de pruebas de doblado)
Prueba de doblado	No	Sí ^{a,b}

^a La radiografía puede reemplazar la prueba de doblado para los procesos SMAW, GTAW, GMAW (excepto cortocircuito) y FCAW, según corresponda, para las calificaciones.

^b Véase la Tabla 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	—

Tabla 12
Cantidad de pruebas de doblado para la calificación de desempeño

	Forma del producto			
	Placa	Conducto	Tubo	Lámina
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 / Conjuntos soldados de prueba

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 *La calificación es válida solamente para los metales que tienen los mismos números M, a menos que se indique de otra manera en la Tabla 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 *Las pruebas deben realizarse usando un metal de aporte que tenga un número F asignado de acuerdo con lo indicado en el Apéndice II. La Tabla 14 proporciona una matriz que muestra los metales de aporte que, si se utilizan en la prueba de calificación, permiten que el soldador califique para utilizar otros metales de aporte sin prueba adicional. Una prueba que use un metal de aporte que no tenga asignado un número F en el Apéndice II califica solamente para ese metal de aporte.*

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 *Los cupones de prueba soldados en las posiciones específicas de prueba califican al soldador para soldar placas o conductos, según lo que se establece en la Tabla 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 *Se puede calificar para uno o más procesos de soldadura con un solo conjunto soldado de prueba. Se puede calificar a varios soldadores para partes específicas de una prueba. La falla de cualquier parte de dichos conjuntos soldados de prueba constituye la falla de todos los procesos y soldadores utilizados en dicho conjunto soldado de prueba.*

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.

Tabla 13
Metales base permitidos para la calificación de desempeño

Material del conjunto soldado de prueba ^a	Califican para materiales de soldadura de producción
--	--

M-1 a M-11	M-1 a M-11
------------	------------

^a Si se utilizan materiales no incluidos en el Apéndice III para las pruebas de calificación, el soldador deberá ser calificado para soldar solamente en el material utilizado en el conjunto soldado de prueba.

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.

Tabla 14
Metales de aporte permitidos para la calificación de desempeño

Metal de aporte utilizado en la prueba de calificación	Califica a un soldador para utilizar los metales de aporte incluidos a continuación
--	---

Número F 1 hasta 5	El número F utilizado en la prueba y cualquier número F menor
--------------------	---

Número F 6 ^a	Todos los metales de aporte número F 6
-------------------------	--

^a El alambre desnudo sólido depositado, que no esté comprendido por una especificación AWS pero que cumpla con el análisis de número A del Apéndice I, puede considerarse clasificado como número F 6.

Table 15
Position Limitation for Performance Tests

Weld	Test Positions ^d	Qualified Position ^c		
		Plate and Pipe Over 600 mm O.D.	Groove Pipe ≤ 600 mm O.D.	Fillet 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".

Tabla 15
Limitación de posición para pruebas de desempeño

Posiciones de prueba ^d		Posición calificada ^c		
		Ranura		Filete
Soldadura	Posición	Placa y conducto de más de 600 mm D.E.	Conducto ≤ 600 mm D.E.	Placa y conducto
Ranura de placa	1G	F		F, H
	2G	F, H		F, H
	3G	F, V		F, H, V
	4G	F, O		F, H, O
	3G y 4G	F, V, O		Todas
	2G, 3G, y 4G	Todas		Todas
Filete de placa	1F	—	—	F
	2F	—	—	F, H
	3F	—	—	F, H, V
	4F	—	—	F, H, O
	3F y 4F	—	—	Todas
Ranura de conducto ^{a,b}	1G	F	F	F, H
	2G	F, H	F, H	F, H
	5G	F, V, O	F, V, O	Todas
	6G	Todas	Todas	Todas
	2G y 5G	Todas	Todas	Todas
Filete de conducto	1F	—	—	F
	2F	—	—	F, H
	2FR	—	—	F, H
	4F	—	—	F, H, O
	5F	—	—	Todas

^a Los soldadores calificados en productos de formas tubulares pueden soldar tanto en tubos como en placas respetando las restricciones sobre diámetros contenidas en otras secciones de este documento.

^b Véase la Tabla 9.

^c F = Plana, H = Horizontal, V = Vertical, O = Sobre cabeza.

^d Las definiciones de las posiciones para la prueba de soldadura se incluyen en AWS A3.0, "Términos y definiciones estándar de soldadura".

6.4 Performance Qualification Acceptance Criteria / Criterios de aceptación para la calificación del procedimiento

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. Los procedimientos del examen y los criterios de aceptación deberán coincidir con lo especificado en los párrafos siguientes.

6.4.1.1 Procedimiento para el examen visual. La soldadura de prueba puede ser examinada visualmente en cualquier momento, y la prueba puede terminar en cualquier etapa si no se observan las destrezas necesarias. La soldadura de prueba terminada deberá examinarse visualmente.

6.4.1.2 Criterios de aceptación mediante examen visual. Los criterios de aceptación para el examen visual de los conjuntos soldados de prueba estándar de placa y conducto son los siguientes:

- (1) Ninguna grieta ni fusión incompleta.
- (2) Ninguna penetración incompleta de la junta en soldaduras de ranura, excepto cuando se especifica soldaduras de ranura con penetración parcial de la junta.
- (3) La profundidad de socavación no deberá exceder el menor valor entre el 10 % del espesor del metal base y 0,8 mm.
- (4) Ni el refuerzo de cara ni el refuerzo de la raíz deberán exceder de 3 mm.
- (5) Ningún poro deberá exceder de 2,5 mm de diámetro.

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 Pruebas de doblado. Los criterios de aceptación y los requisitos para las pruebas de doblado se especifican en 5.3.1(2) y 5.4.2.

6.5 Performance Qualification Documentation / *Documentación para la calificación del desempeño*

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.

Las pruebas de calificación para cada soldador deberán ser documentadas, tanto para las pruebas aceptables como para las inaceptables. No hay un formato específico para los Registros de la prueba de calificación del desempeño del soldador (WPQTR). Puede utilizarse cualquier formulario WQTR. Véase el formato sugerido en el Apéndice IX. La documentación debe:

- (1) Identificar la WPS usada;*
- (2) Incluir todas las variables de calificación indicadas en 6.2;*
- (3) Identificar los métodos de pruebas y exámenes utilizados y sus resultados, e*
- (4) Identificar los límites de calificación para el 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.

Apéndice I (Normativo) – Tabla número A**Clasificación de metales de soldadura ferrosos para la calificación del procedimiento**

N° A	Tipo de metal de soldadura	Composición química, % en peso					
		C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	Bajo carbono	0,20	0,20	0,30	0,50	1,60	1,00
2	Carbono-molibdeno	0,15	0,50	0,40–0,65	0,50	1,60	1,00
3	Cromo-molibdeno	0,15	0,40–2,00	0,40–0,65	0,50	1,60	1,00
4	Cromo-molibdeno	0,15	2,00–4,00	0,40–1,50	0,50	1,60	2,00
5	Cromo-molibdeno	0,15	4,00–10,5	0,40–1,50	0,80	1,20	2,00
6	Cromo, martensítico	0,15	11,00–15,0	0,70	0,80	2,00	1,00
7	Cromo, ferrítico	0,15	11,00–30,0	1,00	0,80	1,00	3,00
8	Cromo-níquel	0,15	14,50–30,0	4,00	7,50–15,00	2,50	1,00
9	Cromo-níquel	0,30	19,0–30,0	6,00	15,0–37,00	2,50	1,00
10	Níquel	0,15	0,50	0,55	0,80–4,00	1,70	1,00
11	Manganeso-molibdeno	0,17	0,50	0,25–0,75	0,85	1,25–2,25	1,00
12	Níquel-cromo-molibdeno	0,15	1,50	0,25–0,80	1,25–2,80	0,75–2,25	1,00

Nota:

Los valores individuales en esta tabla son los 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)

Apéndice II (Normativo) – Tabla número F**Agrupación de electrodos y varillas de soldadura para calificación**

<i>F-No.</i>	<i>Especificación AWS</i>	<i>Clasificación AWS</i>
Acero		
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 excepto austenítico y dúplex	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 y dúplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
6	A5.9	Todas las clasificaciones
6	A5.18	Todas las clasificaciones
6	A5.20	Todas las clasificaciones
6	A5.22	Todas las clasificaciones
6	A5.28	Todas las clasificaciones
6	A5.29	Todas las clasificaciones
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

Apéndice III-A (Normativo)**Lista de especificaciones de metal base: Aleaciones ferrosas**

Norma	Especificación del metal base	Número de material	Número de grupo	Tipo, grado o designación de la aleación	UNS Número	Forma del producto
Acero y aleaciones de acero						
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02599	Placa y barras
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02598	Placa y barras
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02597	Placa y barras
ASTM	A 36	1	1	A 36	K02596	Placa y barras
ASTM	A 106	1	1	Grado B	K03006	Conducto sin costura
ASTM	A 106	1	2	Grado C	K03501	Conducto sin costura
ASTM	A 202	4	1	Grado A	K11742	Placa
ASTM	A 202	4	1	Grado B	K12542	Placa
ASTM	A 203	9A	1	Grado A	K21703	Placa
ASTM	A 203	9A	1	Grado B	K22103	Placa
ASTM	A 203	9B	1	Grado D	K31718	Placa
ASTM	A 203	9B	1	Grado E	K32018	Placa
ASTM	A 204	3	1	Grado A	K11820	Placa
ASTM	A 204	3	2	Grado B	K12020	Placa
ASTM	A 204	3	2	Grado C	K12320	Placa
ASTM	A 225	10A	1	Grado C	K12524	Placa
ASTM	A 225	10A	1	Grado D	—	Placa
ASTM	A 240	6	1	Tipo 410	S41000	Placa
ASTM	A 240	6	2	Tipo 429	S42900	Placa
ASTM	A 240	6	4	Grado S41500	S41500	Placa
ASTM	A 240	7	1	Tipo 405	S40500	Placa
ASTM	A 240	7	1	Tipo 409	S40900	Placa
ASTM	A 240	7	1	Tipo 410S	S41008	Placa
ASTM	A 240	7	2	Tipo 18-2	S44400	Placa
ASTM	A 240	7	2	Tipo 430	S43000	Placa
ASTM	A 240	8	2	S30815	S30815	Placa, lámina y fleje
ASTM	A 312	8	1	TP304	S30400	Conducto soldado sin costura
ASTM	A 312	8	1	TP304L	S30403	Conducto soldado sin costura
ASTM	A 312	8	1	TP316	S31600	Conducto soldado sin costura
ASTM	A 312	8	1	TP316L	S31603	Conducto soldado sin costura
ASTM	A 312	8	3	TPXM-19	S20910	Conducto soldado sin costura
ASTM	A 312	8	3	TP-11	S21904	Conducto soldado sin costura
ASTM	A 312	8	4	317LM	S31725	Conducto soldado sin costura
ASTM	A 312	8	4	S31254	S31254	Conducto soldado sin costura
ASTM	A 333	4	2	Grado 4	K11267	Conducto
ASTM	A 333	9A	1	Grado 7	K21903	Conducto
ASTM	A 333	9A	1	Grado 9	K22035	Conducto
ASTM	A 333	9B	1	Grado 3	K31918	Conducto
ASTM	A 335	4	1	Grado P11	K11597	Conducto
ASTM	A 335	4	1	Grado P12	K11562	Conducto
ASTM	A 335	5B	2	Grado P91	K91560	Conducto sin costura
ASTM	A 353	11A	1		K81340	Placa
ASTM	A 369	3	1	Grado FP1	K11522	Conducto forjado
ASTM	A 387	3	2	Grado 2, clase 2	K12143	Placa
ASTM	A 387	5A	1	Grado 21, clase 1	K31545	Placa

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 especificaciones de metal base: Aleaciones ferrosas

<i>Norma</i>	<i>Especificación del metal base</i>	<i>Número de material</i>	<i>Número de grupo</i>	<i>Tipo, grado o designación de la aleación</i>	<i>UNS Número</i>	<i>Forma del producto</i>
Acero y aleaciones de acero						
ASTM	A 387	5A	1	Grado 21, clase 2	K31545	Placa
ASTM	A 387	5B	1	Grado 5, clase 1	K41545	Placa
ASTM	A 387	5B	1	Grado 5, clase 2	K41545	Placa
ASTM	A 387	5B	2	Grado 91, clase 2	S50460	Placa
ASTM	A 420	11A	1	Grado WPL8	K81340	Conducto
ASTM	A 514	11B	1	Grado A	K11856	Placa
ASTM	A 514	11B	2	Grado E	K11856	Placa
ASTM	A 516	1	1	Grado 55	K01800	Placa
ASTM	A 516	1	1	Grado 65	K02403	Placa
ASTM	A 516	1	2	Grado 70	K02700	Placa
ASTM	A 517	11B	1	Grado A	K11856	Placa
ASTM	A 517	11B	2	Grado E	K21604	Placa
ASTM	A 533	3	3	Tipo A, clase 1	K12521	Placa
ASTM	A 533	3	3	Tipo A, clase 2	K12521	Placa
ASTM	A 533	3	3	Tipo B, clase 1	K12539	Placa
ASTM	A 533	3	3	Tipo B, clase 2	K12539	Placa
ASTM	A 533	11A	4	Grado A, clase 3	K12521	Placa
ASTM	A 533	11A	4	Grado B, clase 3	K12539	Placa
ASTM	A 543	11A	5	Tipo B, clase 1	K42339	Placa
ASTM	A 543	11A	5	Tipo B, clase 3	K42339	Placa
ASTM	A 542	5C	3	Tipo A, clase 3	K21590	Placa
ASTM	A 542	5C	4	Tipo A, clase 1	K21590	Placa
ASTM	A 542	5C	5	Tipo A, clase 2	K21590	Placa
ASTM	A 612	10C	1	—	K02900	Placa
ASTM	A 645	11A	2	—	K41583	Placa
ASTM	A 709	11B	1	Grado 100, tipo A	K11856	Placa y perfiles
ASTM	A 709	11B	1	Grado 100W, tipo A	K11856	Placa y perfiles
ASTM	A 709	11B	2	Grado 100, tipo E	K21604	Placa y perfiles
ASTM	A 709	11B	2	Grado 100W, tipo E	K21604	Placa y perfiles
ASTM	A 832	5C	1	Grado 21V	K31830	
ASTM	A 871	3	2	Grado 60	—	Placa
ASTM	A 945	3	2	Grado 65	—	Placa
API	5L	1	1	Grado X42	—	Conducto
API	5L	1	2	Grado X52	—	Conducto
API	5L	1	2	Grado X60	—	Conducto
API	5L	1	4	Grado X80	—	Conducto

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

Base Metal Specifications & M-Number Tables

Annex III-B (Normative)

Lista de números M de metales base—Aleaciones ferrosas

Número de material	Número de grupo	Norma	Especificaciones del metal base	Tipo, grado o designación de la aleación	UNS Número	Limitaciones de espesor mm	Resist. a la tracción/carga de fluencia mínima, MPa	Forma del producto	Composición nominal
Acero y aleaciones de acero									
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02595	≤ 20	400/250	Placa y barras	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	> 20 ≤40	400/250	Placa y barras	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02597	> 40 ≤65	400/250	Placa y barras	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 36	A 36	K02596	> 65 ≤100	400/250	Placa y barras	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A106	Grado B	K03006	—	415/240	Cond. sin costura	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	Grado 55	K01800	—	380/205	Placa	C-Mn-Si
1	1	ASTM	A 516	Grado 65	K02403	—	450/240	Placa	C-Mn-Si
1	1	API	5L	Grado X42	—	—	415/290	Conducto	C-Mn
1	2	ASTM	A 106	Grado C	K03501	—	485/275	Cond. sin costura	C-Mn-Si
1	2	ASTM	A 516	Grado 70	K02700	—	485/260	Placa	C-Mn-Si
1	1	API	5L	Grado X52	—	—	460/360	Conducto	C-Mn
1	2	API	5L	Grado X60	—	—	515/415	Conducto	C-Mn-Cb-V-Ti
1	4	API	5L	Grado X80	—	—	625/550	Conducto	C-Mn
3	1	ASTM	A 204	Grado A	K11820	—	450/255	Placa	C-0,5Mo
3	1	ASTM	A 369	Grado FP1	K11522	—	380/205	Conducto	C-0,5Mo
3	2	ASTM	A 204	Grado B	K12020	—	485/275	Placa	C-0,5Mo
3	2	ASTM	A 204	Grado C	K12320	—	515/295	Placa	C-0,5Mo
3	2	ASTM	A 387	Grado 2, clase 2	K12143	—	485/310	Placa	0,5Cr-0,5Mo
3	2	ASTM	A 871	Grado 60	—	—	515/415	Placa	C-Mn-Ni-Cu-Cr-V
3	2	ASTM	A 945	Grado 65	—	—	540/450	Placa	Bajo C-Mn
3	3	ASTM	A 533	Tipo A, clase 1	K12521	—	550/345	Placa	Mn-0,5Mo
3	3	ASTM	A 533	Tipo A, clase 2	K12521	—	620/485	Placa	Mn-0,5Mo
3	3	ASTM	A 533	Tipo B, clase 1	K12539	—	550/345	Placa	Mn-0,5Mo-0,5Ni
3	3	ASTM	A 533	Tipo B, clase 2	K12539	—	620/485	Placa	Mn-0,5Mo-0,5Ni

Especificaciones del metal base y tablas número M

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

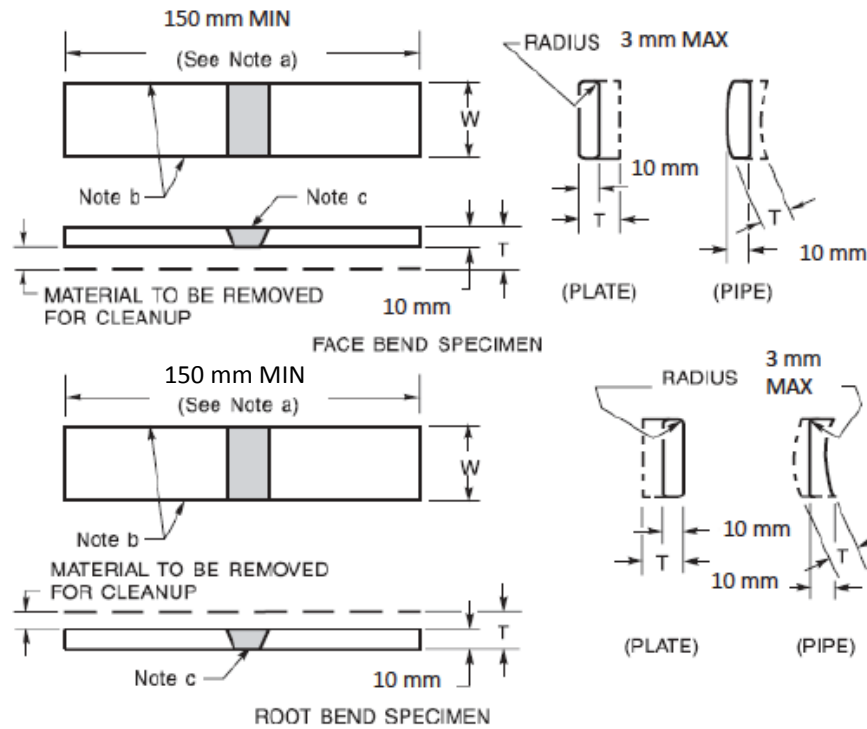
Apéndice III-B (Normativo)
Especificaciones del metal base y tablas número M

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

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

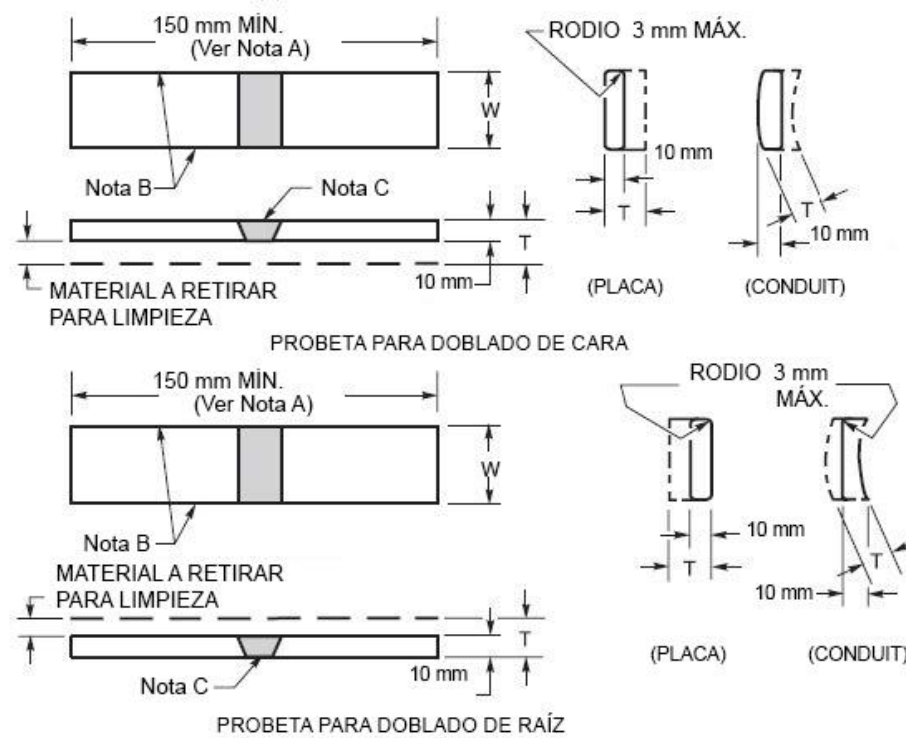
Notes:

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

Apéndice IV (Normativo)

Requisitos para la preparación de probetas para doblado de cara transversal y de raíz



PROBETA PARA PRUEBA DE DOBLADO TRANSVERSAL	
<i>Dimensiones</i>	
<i>Conjunto soldado de prueba</i>	<i>Ancho de probeta de prueba, W</i>
<i>Placa</i>	38 mm
<i>Conducto o tubo de prueba</i>	
<i>≤ 100 mm diámetro DN</i>	Nota d
<i>>100 mm diámetro DN</i>	38 mm

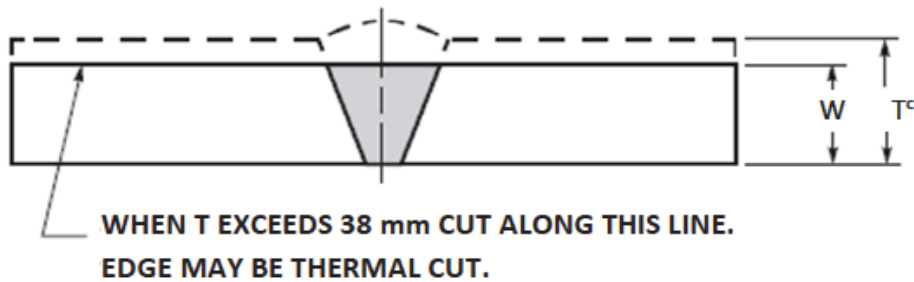
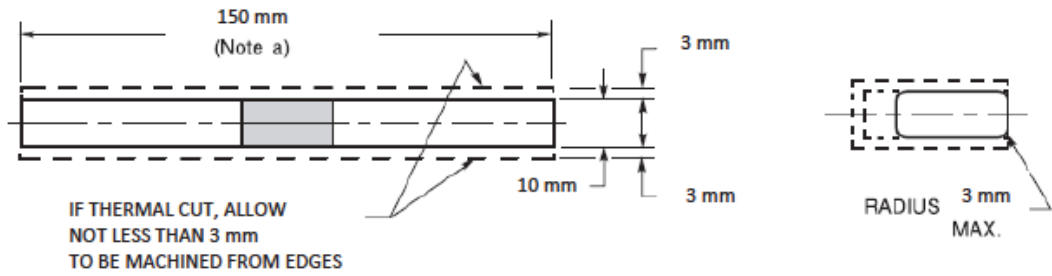
- (a) Puede ser necesaria una probeta más larga cuando se utilice un accesorio de doblado tipo envolvente o cuando se ensaye acero con una carga de fluencia de 620 MPa o más.
- (b) Excepto en materiales M-1, los bordes cortados térmicamente se deben rectificar mediante esmerilado.
- (c) El refuerzo de la soldadura y el respaldo, si existen, deberán quitarse a nivel con la superficie de la probeta. Si se utiliza un respaldo rebajado, esta superficie puede ser mecanizada a una profundidad que no exceda la profundidad del rebaje para retirar el respaldo; en ese caso, el espesor de la probeta terminada debe ser el especificado anteriormente. Las superficies cortadas deberán ser lisas y paralelas.
- (d) Para diámetros de conducto de 50 mm a 100 mm DN, el ancho de la probeta para doblado no debe ser inferior a 19 mm. Para diámetros de conducto de 10 a 50 mm DN, el ancho de la probeta para doblado no deberá ser inferior a 10 mm, con una alternativa (permitida para conductos de 25 mm DN y menos) de cortar el conducto en cuartos de sección, en cuyo caso puede retirarse el refuerzo de la soldadura y no se necesita ninguna otra preparación de las probetas.

Notas:

- 1. T = espesor de placa o conducto.
- 2. Cuando el espesor de la placa de ensayo sea menor de 10 mm, deberá usarse el espesor nominal para los doblados de cara y de raíz.
- 3. La probeta se deberá esmerilar en dirección paralela a la dirección de doblado

Probetas para doblado de cara transversal y de raíz

Annex IV (Normative) Side Bend Specimen Preparation Requirements



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

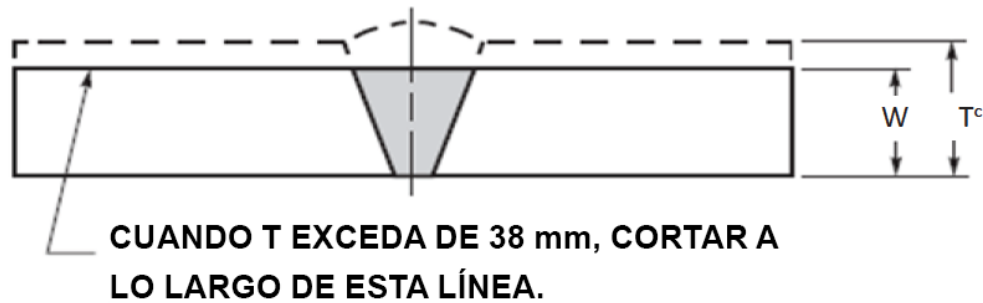
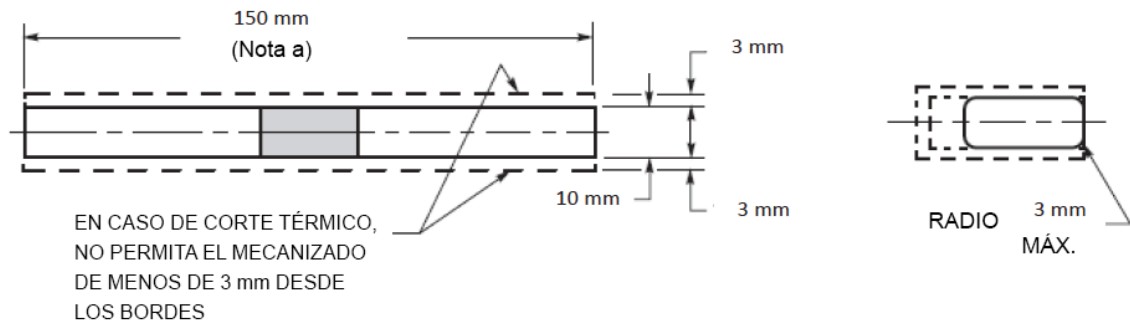
- a) A longer specimen length may be necessary when using a wraparound-type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 620 MPa or more.
- b) For plates over 38 mm thick, the specimen shall be cut into approximately equal strips with W between 19 mm and 38 mm and each strip shall be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

Apéndice IV (Normativo)
Requisitos de preparación para las probetas para doblado de lado



<i>T</i>	<i>W</i>
10 a 38 mm	<i>T</i> (mm)
> 38 mm	(Nota b)

- a) Puede ser necesaria una probeta más larga cuando se utilice un accesorio de doblado tipo envolvente o cuando se ensaye acero con una carga de fluencia de 620 MPa o más.
- b) Para placas mayores de 38 mm de espesor, corte la probeta en tiras aproximadamente iguales con *W* entre 19 mm y 38 mm y cada tira deberá probarse.
- c) *T* = espesor nominal de la placa o conducto.

Nota:

- 1. La probeta se deberá esmerilar en dirección paralela a la dirección de doblado
- 2. Excepto en materiales M-1, los bordes cortados térmicamente se deberán rectificar mediante esmerilado.

Probetas para doblado de lado

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

Apéndice V (Informativo)**Fórmulas, conversiones, abreviaturas e información útil**

El propósito de este apéndice es ofrecerles a las personas que toman la prueba una orientación sobre las abreviaturas, los conceptos y los términos usados dentro de este Libro de Especificaciones con el único fin de tomar el examen de AWS. El alcance de este Libro de Especificaciones cubre varias industrias que utilicen diferentes términos para los mismos conceptos. Este apéndice explica cómo se toman en cuenta estas diferencias en el examen de AWS.

Abreviatura	Descripción		
AI	Acumulación de imperfecciones	P	Porosidad
BT	Perforación por quemado	PJP	Penetración parcial de la junta
C	Grietas	PQR	Registro de la calificación del procedimiento
CJP	Penetración completa de la junta	PT	Ensayo con líquido penetrante
CP	Porosidad agrupada	PWHT	Tratamiento térmico posterior a la soldadura
CSA	Área transversal	RT	Ensayo radiográfico
CVN	Charpy con entalla en V	TIP	Típico
EU	Socavación adyacente a la pasada de cubierta	UNS	Sistema de numeración unificado
ET	Ensayos electromagnéticos	UT	Ensayo ultrasónico
ID	Diámetro interno	UTS	Resistencia máxima a la tracción
IF	Fusión incompleta	VT	Prueba visual
INCL	Inclusive	W	Ancho de la probeta para doblado
IP	Penetración inadecuada sin alto-bajo	WPS	Especificación del procedimiento de soldadura
IPD	Penetración inadecuada debido a alto-bajo	WQTR	Registro de pruebas de calificación de soldadores
m	metro		
mmpm	milímetros por minuto		
mpm	metros por minuto		
IU	Socavación adyacente a la pasada de la raíz	Concepto	Descripción
J	Julio	AWS C4.1-77	se refiere a la norma escrita y la medición física de las medidas comparativas de superficies de corte con oxígeno y gas combustible
J/mm	Julio por milímetro	Muestra 1	primera muestra de rugosidad en la medición según AWS C4.1-77; corte áspero
ℓ	litro	Muestra 2	segunda muestra de rugosidad en la medición según AWS C4.1-77
LT	Prueba de fugas	Muestra 3	tercera muestra de rugosidad en la medición según AWS C4.1-77
LPH	litros por hora	Muestra 4	cuarta muestra de rugosidad en la medición según AWS C4.1-77; corte liso
MT	Prueba de partículas magnéticas		
NDE	Ensayo no destructivo		
NDT	Ensayo no destructivos		
DN	Diámetro nominal		
DE	Diámetro externo		

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 SI Units	To U. S. Customary Units	Multiply by
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 Factor	Prefix	Symbol
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

El Sistema Internacional de Unidades (SI) se usa en muchas aplicaciones. En las tablas siguientes se muestran los factores de conversión que se usan para convertir las unidades de uso en EE. UU. a unidades internacionales, además de los prefijos métricos (SI) para los factores de multiplicación de las unidades.

Tabla 16 – Factores de conversión de unidades SI

Propiedad	Para convertir de unidades SI	A unidades de uso en EE. UU.	Multiplicar por
Fuerza	Newton (N)	libra-fuerza (lbf)	0,2248
	Newton (N)	kip (1000 lbf)	0,0002248
Dimensión lineal	milímetro (mm)	pulgada (pulg)	0,0394
Resistencia a la tracción	Pascal (Pa)	libras por pulgada cuadrada (psi)	0,000145
	kiloPascal (kPa)	libras por pulgada cuadrada (psi)	0,145
	megaPascal (MPa)	libras por pulgada cuadrada (psi)	145,14
Masa	kilogramo (kg)	libra masa	2,205
Ángulo, plano	radián	grado	57,296
Caudal	litro por minuto (l/min)	pies cúbicos por hora (cfh)	2,119
Entrada de calor	Julios por metro (J/m)	Julios por pulgada (J/in)	0,0254
Velocidad de desplazamiento, alambre	milímetros por segundo (mm/s)	pulgadas por minuto (in/min)	2,364
Temperatura	grados Celsius (°C)	grados Fahrenheit (°F)	use la fórmula: °F = (°C x 1,8) + 32

Tabla 17 – Prefijos del SI

Expresión exponencial	Factor de multiplicación	Prefijo	Símbolo
10^9	1 000 000 000	<i>giga</i>	<i>G</i>
10^6	1 000 000	<i>mega</i>	<i>M</i>
10^3	1 000	<i>kilo</i>	<i>k</i>
10^{-3}	0,001	<i>milli</i>	<i>m</i>
10^{-6}	0,000 001	<i>micro</i>	μ
10^{-9}	0,000 000 001	<i>nano</i>	<i>n</i>

Cross Sectional Area (CSA) for rectangular tensile bars:**Área transversal (CSA) para barras rectangulares para ensayo de tracción:**

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

Where w = width and t = thickness / *Donde w = ancho y t = espesor*

Cross Sectional Area (CSA) for round tensile bars:**Área transversal (CSA) para barras redondas para ensayo de tracción:**

$$CSA = \pi d_2^2/4 / CSA = \pi d_2^2/4$$

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

*Donde π = constante matemática 3,1416 y
d = diámetro original de la barra*

Ultimate Tensile Strength (UTS) [Pa]:**Resistencia máxima a la tracción (UTS) [Pa]:**

UTS (in MPa) = Maximum Force (in kN) / original cross sectional area (in mm²) x 1000

UTS (en MPa) = Fuerza máxima (en kN) / área transversal original (en mm²) x 1000

Formula to convert pascals (Pa) to Megapascal (MPa) and vice versa:**Fórmula para convertir pascales (Pa) a Megapascales (MPa) y viceversa:**

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

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

This page is intentionally blank. /
Esta página se ha dejado en blanco intencionalmente.

**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
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
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
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		

Apéndice VI (Informativo)
Cédulas de conducto

Tamaño de conducto (mm)	Diámetro externo DE (mm)	Identificación			Espesor nominal de pared - T - (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) -12,5 %	Diámetro interno - DI - (mm)
		Acero		N° de cédula de acero inoxidable.			
		Tamaño del conducto de hierro	N° de cédula				
65	73,0	-	-	5S	2,11	1,85	68,78
		-	-	10S	3,05	2,67	66,90
		Estánd.	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
		Estánd.	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
		Estánd.	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
		Estánd.	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
125	141,3	-	-	5S	2,77	2,42	135,76
		-	-	10S	3,40	2,98	134,50
		Estánd.	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
150	168,3	-	-	5S	2,77	2,42	162,76
		-	-	10S	3,40	2,98	161,50
		Estánd.	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
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
		Estánd.	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]		

Apéndice VII (Informativo)
Especificación del procedimiento de soldadura (WPS)

Número de WPS	[1]	Fecha	[2]	Revisión	[3]	Página 1 de 2	
ID. DE PQR DE APOYO.							
	[4]						
ALCANCE							
			[5]				
PROCESOS Y TIPOS DE SOLDADURA							
Procesos:	[6]						
DISEÑO DE LA JUNTA							
Diseño de la junta:			[7]				
Espaciamiento de raíz:			[8]				
Material de respaldo:			[9]				
Tratamiento del lado posterior, método de ranurado/ preparación:			[10]				
Desajuste máximo:			[11]				
Detalles típicos de la junta:			[12]				
			[13]				
METALES BASE							
N° M	[14]	N° de grupo	[15]	A N° M	[16]	N° de grupo	[17]
	_____		_____		_____		_____
Rango de espesor calificado: [18]							
Diámetro (solamente tubular): [19]							
Descripción o tipo de recubrimiento: [20]							
METALES DE APORTE							
Proceso:			[21]				
N° de especificación AWS:			[22]				
N° de AWS (Clasificación):			[23]				
N° F			[24]				
N° A de análisis del metal de soldadura:			[25]				
Espesor del depósito del metal de soldadura:			[26]				
Tamaño del metal de aporte:			[27]				
Clasificaciones fundente-electrodo:			[28]				
Metal de aporte complementario:			[29]				
Tipo e inserto consumible:			[30]				
Inserto consumible:			[31]				
Desoxidante complementario:			[32]				
Metal de aporte energizado "vivo"			[33]				

WPS Number		Date	Revision	Page 2 of 2
	[1]	[2]	[3]	
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 WPS	Fecha	Revisión	Página 2 de 2
[1]	[2]	[3]	
POSICIÓN			
Posiciones de soldadura:	[34]		
Avance para soldadura vertical:	[35]		
PRECALENTAMIENTO Y ENTRE PASADAS			
Pre calentamiento mínimo:	[36]		
Temperatura máxima entre pasadas:	[37]		
Mantenimiento de pre calentamiento:	[38]		
TRATAMIENTO TÉRMICO			
Tipo de PWHT:	[39]		
Temperatura de PWHT:	[40]		
Tiempo de sostenimiento de PWHT:	[41]		
Velocidad de calentamiento y de enfriamiento:	[42]		
GAS DE PROTECCIÓN			
	Tipo y % de composición (si aplica)		Rango de caudal
Gas de protección de la antorcha:	[43]		[48]
Gas de protección de la raíz:	[44]		[49]
Protección del medio ambiente:	[45]		
Presión de vacío:	[46]		
Tamaño de tobera de gas:	[47]		
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS			
Proceso:	[50]		
Diámetro del metal de aporte:	[51]		
Tipo y polaridad de la corriente:	[52]		
Rango de amperaje:	[53]		
Modo de transferencia:	[54]		
Velocidad de alimentación del alambre (m/min)	[55]		
Rango de voltaje:	[56]		
N° de especificación del tungsteno:	[57]		
Clasificación del tungsteno:	[58]		
Diámetro del electrodo de tungsteno:	[59]		
Entrada máxima de calor (kJ/mm):	[60]		
Corriente de pulso:	[61]		
VARIABLES			
Electrodos simples a múltiples:	[62]		
Espaciamiento de electrodo (mm):	[63]		
Pasada simple o múltiple:	[64]		
Distancia de tubo de contacto a pieza (mm):	[65]		
Limpieza:	[66]		
Martillado:	[67]		
Técnica convencional o de ojo de cerradura:	[68]		
Cordón estrecho o en zig-zag:	[69]		
Rango de velocidad de desplazamiento (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.:			
to M-No.:				Group No.:			
Plate or Pipe:		[6]		Pipe Diameter:		[7]	
Thickness:		[8]		Sketch of Joint			
Coating:		[9]					
FILLER METALS				POSTWELD HEAT TREATMENT			
Specification No.:		[10]		PWHT Type:		[37]	
AWS No. Classification:		[11]		PWHT Temperature:		[38]	
F-No.:		[12]		PWHT Time:		[39]	
Weld Metal Analysis A-No.:		[13]					
Filler Metal Size:		[14]					
Supplemental Filler:		[15]					
Weld Metal Deposit Thickness:		[16]					
POSITION				GAS			
Position of Joint:		[17]		Shielding Gas:		[40]	
Vertical Welding Progression:		[18]		Composition:		[41]	
PREHEAT				Flow: [42]			
Min. Preheat Temperature:		[19]		Gas Cup Size:		[43]	
Max. Interpass Temperature:		[20]		TECHNIQUE			
ELECTRICAL				Stringer or Weave:		[44]	
Current & Polarity:		[21]		Method of Cleaning:		[45]	
Amperage Range:		[22]		Oscillation:		[46]	
Pulsed Current:		[23]		Contact Tube to Work Distance:		[47]	
Wire Feed Speed (m/min)		[24]		Multipass or Single pass per side:		[48]	
Voltage Range:		[25]		Number of Electrodes:		[49]	
Travel Speed (mm/min)		[26]		Electrode Spacing:		[50]	
Transfer Mode:		[27]		Peening:		[51]	
Maximum Heat Input (kJ/mm)		[28]					
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 la calificación del procedimiento (PQR)

PROCESO Y TIPO DE SOLDADURA				JUNTAS			
Proceso 1:	[1]			Tipo de soldadura:	[31]		
Proceso 2:	[2]			Tipo de ranura:	[32]		
				Espaciamiento de raíz:	[33]		
METALES BASE				Respaldo metálico:	[34]		
Spec. del material base:	[3]	hasta	[4]	Ranurado térmico del lado opuesto:	[35]		
N° M:	[5]	N° de grupo:		[36]			
A N° M:		N° de grupo:					
Placa o conducto:	[6]	Diámetro del conducto:	[7]				
Espesor:	[8]						
Recubrimiento:	[9]						
METALES DE APORTE				Bosquejo de la junta			
N° de especificación:	[10]			TRATAMIENTO TÉRMICO POSTERIOR A LA SOLDADURA			
N° de clasificación de AWS:	[11]			Tipo de PWHT:	[37]		
N° F:	[12]			Temperatura de PWHT:	[38]		
N° A de análisis del metal de soldadura:	[13]			Tiempo de PWHT:	[39]		
Tamaño del metal de aporte:	[14]			POSICIÓN			
Metal de aporte complementario:	[15]			Posición de la junta:	[17]		
Espesor del depósito del metal de soldadura:	[16]			Avance de soldadura vertical:	[18]		
				GAS			
				Gas de protección:	[40]		
				Composición:	[41]		
				Flujo:	[42]		
PRECALENTAMIENTO				Tamaño de tobera de gas:			
Mín. Temperatura de precalentamiento:	[19]			[43]			
Máx. Temperatura entre pasadas:	[20]			ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
				Estrecho o en zig-zag:			
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS				[44]			
Corriente y polaridad:	[21]			Método de limpieza:			
Rango de amperaje:	[22]			[45]			
Corriente de pulso:	[23]			Oscilación:			
Velocidad de alimentación del alambre (m/min)	[24]			[46]			
Rango de voltaje:	[25]			Distancia de conducto de contacto a pieza:			
Velocidad de desplazamiento (mm/min)	[26]			[47]			
Modo de transferencia:	[27]			Pasada múltiple o única por lado:			
Entrada máxima de calor (kJ/mm)	[28]			[48]			
Tipo de tungsteno:	[29]			Cantidad de electrodos:			
Diámetro de tungsteno:	[30]			[49]			
				Espaciamiento de electrodo:			
				[50]			
				Martillado:			
				[51]			
EXAMEN VISUAL: [52]							
ENSAYO DE TRACCIÓN							
N° de probeta	Ancho mm	Espesor mm	Área mm²	Carga total de rotura (kN)	Tensión unitaria máxima (MPa)	Tipo de falla y ubicación	
[53]	[54]	[55]	[56]	[57]	[58]	[59]	
PRUEBAS DE DOBLADO GUIADO							
Tipo	Resultados			Tipo	Resultados		
[60]	[61]			[62]	[63]		
Nombre del soldador				[64]	N° de sello o reloj		[65]

Certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras de prueba fueron preparadas, soldadas y probadas según los requisitos del código de la Parte B del Examen de CWI. Este documento se debe usar únicamente con la Parte B del examen práctico de CWI y no está diseñado para que se use para la soldadura de producción real ni para otros usos, sin tener el consentimiento escrito de 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]

Apéndice IX (Informativo) Registro de pruebas de calificación de soldadores (WQTR)

Nombre del soldador	[1]	N° de Id.	[2]	Símbolo	[3]
Identificación de WPS cumplida: [4]					
Especificación de los metales base soldados: [5] Espesor: [6]					
Variables de prueba y límites de calificación					
Variables de soldadura		Valores reales		Rango calificado	
Proceso(s) de soldadura		[13]		[31]	
Tipo (p. ej., manual, semiautomática)		[14]		[32]	
Respaldo (metal, metal de soldadura)	Proceso 1:	[7]	[15]	[33]	
	Proceso 2:	[8]	[16]	[34]	
<input type="checkbox"/> Placa <input type="checkbox"/> Conducto (introduzca el diámetro si es conducto o tubo)		[17]		[35]	
Metal base Número M a Número M		[18]		[36]	
Especificaciones de la AWS para electrodos o los metales de aporte		[19]			
Clasificaciones de electrodos o metal de aporte		[20]			
Números F de metal de aporte	Proceso 1:	[9]	[21]	[37]	
	Proceso 2:	[10]	[22]	[38]	
Inserto consumible para GTAW		[23]		[39]	
Espesor del depósito de soldadura para cada proceso de soldadura:					
		Proceso 1:	[11]	[24]	[40]
		Proceso 2:	[12]	[25]	[41]
Posición calificada (2G, 6G, etc.)		[26]		[42]	
Avance vertical (avance hacia arriba o avance hacia abajo)		[27]		[43]	
Respaldo de gas inerte para GTAW o GMAW		[28]		[44]	
Modo de transferencia (rocío/globular o pulso a corto circuito GMAW)		[29]		[45]	
Tipo/polaridad de corriente de soldadura GTAW (CA, DCEP, DCEN)		[30]		[46]	
Resultados					
Examen visual de la soldadura terminada: [47]					
Tipo de prueba de doblado guiado: <input type="checkbox"/> Lado transversal <input type="checkbox"/> Cara y raíz lateral					
N° de probeta	Resultados	N° de probeta	Resultados		
[48]	[49]	[50]	[51]		
Resultados del examen radiográfico alternativo [52]					
Soldadura de filete – prueba de fractura		[53]	Longitud y porcentaje de defectos		[54] mm
Macroexamen	[55]	Tamaño del filete (mm)	[56] x [57]	Concavidad/convexidad (mm)	[58]
Otras pruebas [59]					
Película o probetas evaluadas por		[60]	Compañía		[61]
Ensayos mecánicos realizados por		[62]	N° de prueba de laboratorio		[63]
Soldadura supervisada por [64]					
Certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que los cupones de prueba fueron preparados, soldados y probados según los requisitos del Libro de Especificaciones de la Parte B del examen práctico de CWI. Se debe usar únicamente con la Parte B del examen práctico de CWI y no está diseñado para que se use para la soldadura de producción real ni para otros usos sin el consentimiento escrito de AWS.					
Organización [65]					
Por [66] Fecha [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.

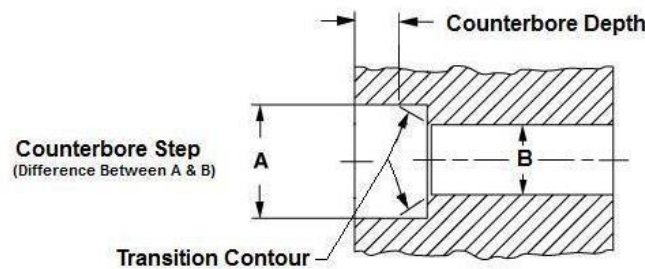
back weld repair. For pipeline applications, a repair weld made at the back side of a groove weld.

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.

Apéndice X (Informativo)

Términos y definiciones no estandarizadas específicas de la industria

golpe de arco. Término preferido para ‘encendido de arco’ en aplicaciones de tubería.

secuencia de retroceso. Secuencia longitudinal en la cual las pasadas de soldadura se efectúan en la dirección opuesta a la del progreso de la soldadura.

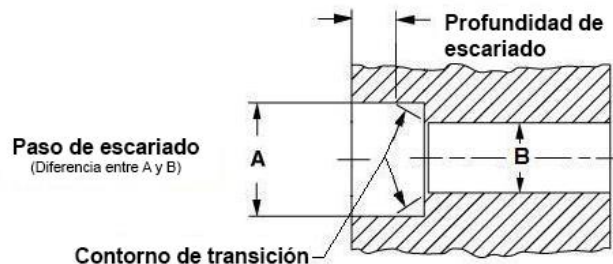
reparación de soldadura posterior. Para las aplicaciones de tubería, la soldadura de reparación se hace en el lado posterior de una soldadura de ranura.

Compañía. Para los fines de este examen, la compañía se refiere a la entidad ficticia responsable de la propiedad legal y la seguridad pública de los conjuntos soldados fabricados de conformidad con estas especificaciones.

escariado. Una característica mecanizada en los diámetros internos de los tubos no perfectamente redondos para asegurarse de que los diámetros internos estén alineados adecuadamente para la soldadura. Véase también **profundidad de escariado.**

paso de escariado. El área de transición entre el escariado maquinado y el diámetro interno del tubo sin maquinar. Véase también **escariado** y **profundidad de escariado.**

profundidad de escariado. La distancia que un escariado se prolonga axialmente dentro del conducto. Véase también **escariado** y **paso de escariado.**



Escariado

superficie de la corona. Término alternativo que se usa en las aplicaciones de tubería para la cara de la soldadura

reparación doble. Para las aplicaciones de tubería, es la segunda reparación en un área reparada con anterioridad de una soldadura terminada; normalmente se le denomina “reparación de una reparación” o “rereparación”.

alto-bajo. Término preferido para la ‘desalineación interna’ en aplicaciones de tubería.

imperfección. El desvío de la característica de calidad de la condición deseada.

indicación. La respuesta o evidencia de la aplicación de un examen no destructivo.

desalineación interna. Se refiere a la desalineación de los miembros de la junta, como el diámetro interno de conductos desalineados o conductos con diferentes diámetros internos. (También denominado desajuste de la junta de soldadura y desplazamiento alto-bajo.)

tamaño nominal. Un tamaño “solo de nombre” que se usa para fines de identificación. El tamaño nominal podría no coincidir con el tamaño real medido, pero representaría un rango de tamaños que caen dentro de las tolerancias especificadas.

superficie de metal base. El término que se prefiere en las aplicaciones de tubería es ‘metal base’.

miembro principal. Se refiere a un elemento estructural que transmite los esfuerzos de tracción principales, tal que la falla de uno solo, sería catastrófica.

reparación. Para las aplicaciones de tubería, se refiere al esmerilado o soldadura hecho a una soldadura completa con el fin de corregir un defecto individual o una acumulación de defectos en la soldadura que ha sido rechazada por el examen visual o por las pruebas no destructivas.

reelaboración. Para las aplicaciones de tubería, la eliminación de imperfecciones durante el proceso de soldadura o después de la soldadura que requiere que se realice esmerilado o soldadura antes de la inspección visual o de la prueba no destructiva de una soldadura terminada. Nota: la reelaboración no es una reparación.

cordón revenido. Un cordón revenido colocado en una ubicación específica dentro o sobre la superficie de una soldadura con el fin de afectar las propiedades metalúrgicas de una zona afectada por el calor o de un metal de soldadura depositado previamente.

corona de soldadura. Término alternativo que se usa en las aplicaciones de tubería para el refuerzo de la soldadura.

**CERTIFIED WELDING INSPECTOR (CWI)
PART B PRACTICAL
INSPECTOR EN SOLDADURA CERTIFICADO (CWI)
PARTE B PRÁCTICA**

**BOOK OF SPECIFICATIONS
(BOS)
LIBRO DE ESPECIFICACIONES
(BOS)**

2017



American Welding Society®
CERTIFICATION