

“La importancia de la calificación de los procedimientos de soldadura y soldadores”

Contenido

- ✓ Calidad de las uniones soldadas
- ✓ Procedimientos de Soldadura y su calificación
- ✓ Calificación de Soldadores y Operadores
- ✓ Sistema Nacional de Entes de Calificación de Soldaduras
- ✓ Ente de Calificación INTI-Mecánica
- ✓ Conclusiones

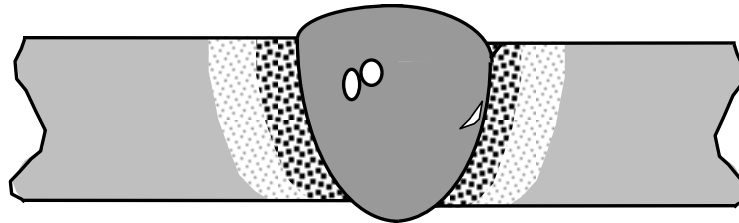
Requerimientos de una soldadura

integridad estructural

- inspección visual
- END
- tenacidad a la fractura
- tensiones residuales

propiedades mecánicas

- resistencia a la tracción
- ductilidad
- tenacidad al impacto



**resistencia al
desgaste**

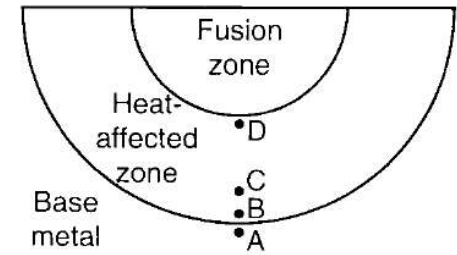
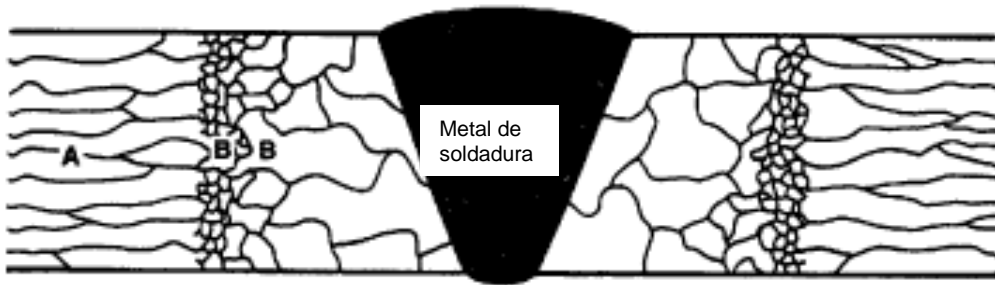
apariencia

- inspección visual

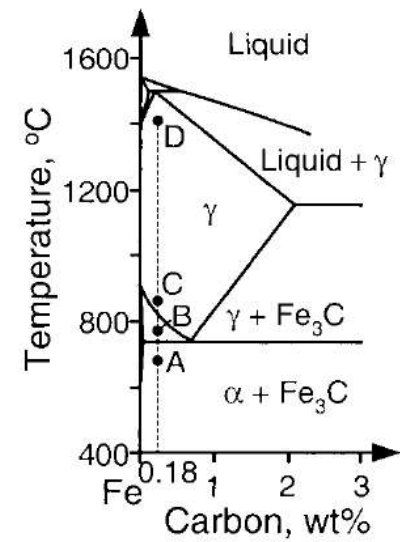
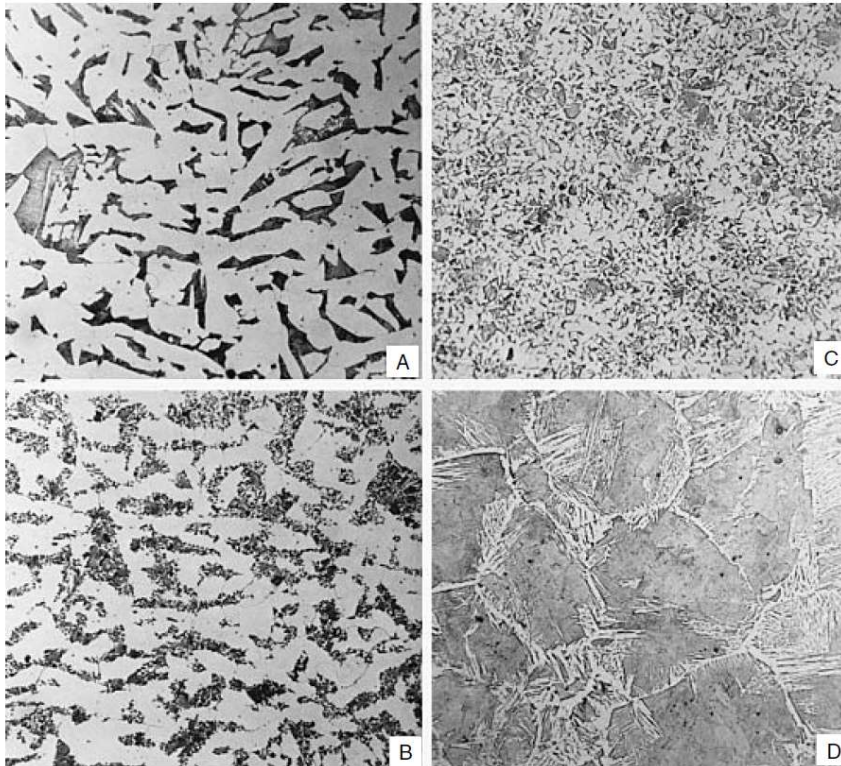
estanqueidad

- prueba hidrostática

**resistencia a la
corrosión y otros
mecanismos de
deterioro**

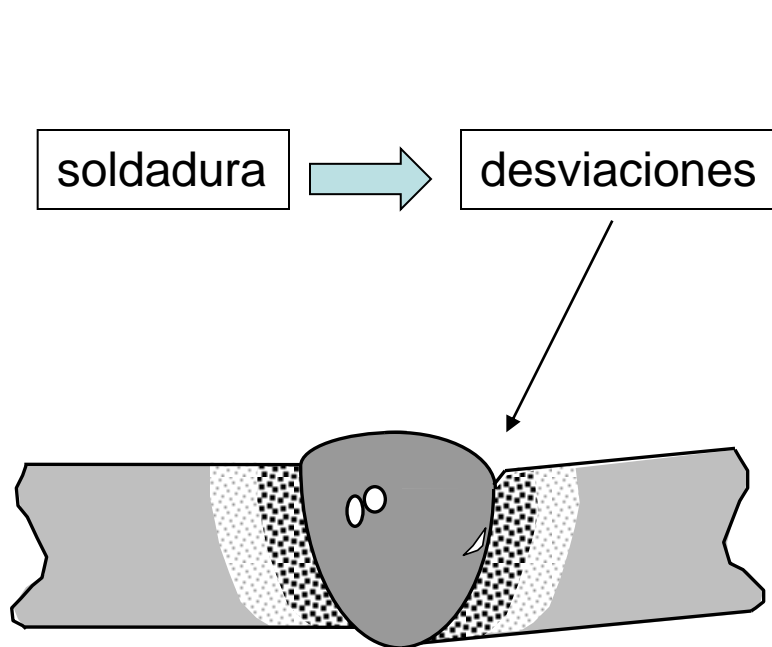


- A: base metal
- B: partial grain refining
- C: grain refining
- D: grain coarsening



Soldadura como proceso especial

La preparación de las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura (EPS) proveen las condiciones necesarias, pero no suficientes, para que la unión soldada cumpla con los requerimientos.



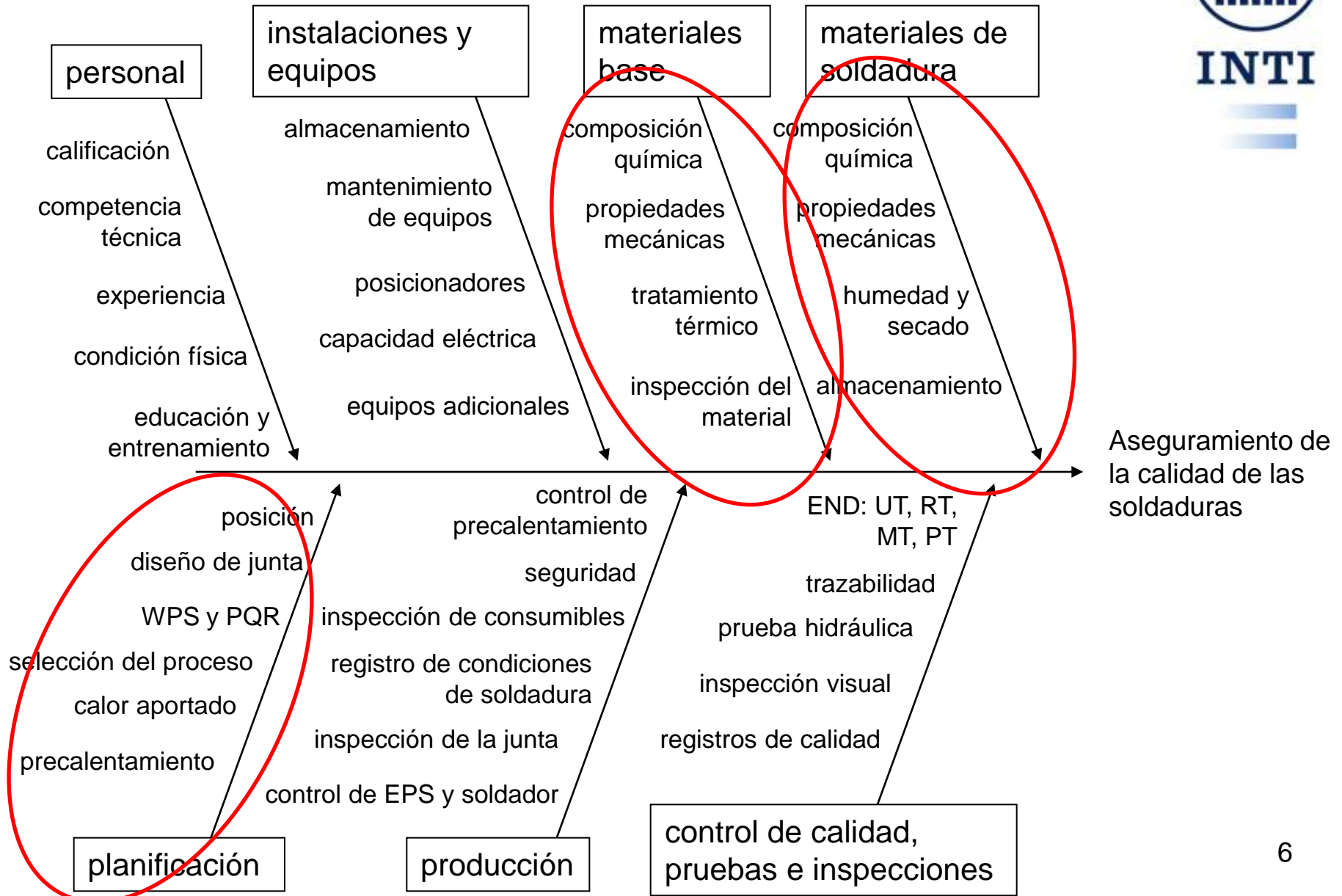
imperfecciones y distorsión
¡posiblemente evidentes con
END y visual!

Metalúrgicas y tensiones
residuales
¡No existe END capaz de
considerar tales cambios!!!!



Necesidad de mantener bajo
control el proceso de
soldadura!!!!

Calidad / Seguridad de productos soldados - Procedimientos



Los procedimientos de soldadura y las personas responsables de

Diseño → Materiales → Fabricación → Inspección
deben calificarse

CALIFICACIÓN → demostración de atributos personales, educación, formación y/o experiencia (ISO 17024)

CALIFICACIÓN → proceso para demostrar la capacidad para cumplir con los requisitos especificados (ISO 9000)

CERTIFICACIÓN → asegurar, afirmar, dar por cierto algo

Una de las maneras de generar Calidad / Seguridad en las uniones Soldadas se logra a través de la utilización y calificación de procedimientos de soldadura

✓ ¿Que es un Procedimientos de Soldadura?

Documento conocido bajo las siglas **E.P.S.** (español), o **WPS** (Ingles)
Es una instrucción de trabajo → tiene **detalles**

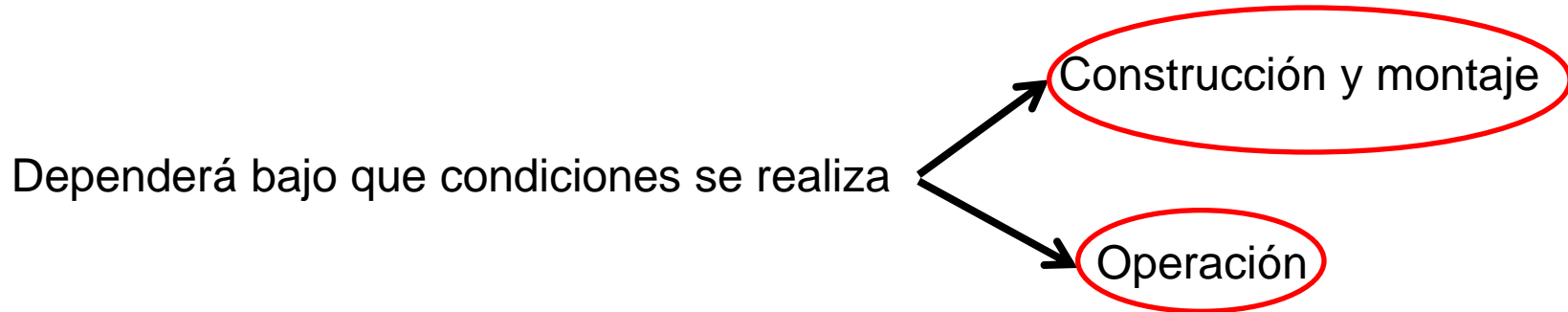
✓ Propósito

Definir y documentar los detalles / condiciones que se deben aplicar para llevar adelante la ejecución de una unión soldada

✓ ¿En qué casos se requiere?

En todos los casos que se ejecutan tareas de soldadura. Particularmente cuando se construye / repara un equipo o componente que involucra riesgos por sus características de operación o están alcanzados por alguna Regulación, Código o norma.

Las calificaciones de los Procedimientos de Soldadura.....



Características que presentan las uniones soldadas en construcción y montaje

- Materiales generalmente nuevos
- Materiales generalmente conocidos
- Materiales con certificación
- Tareas de soldadura planificadas

Características que
presentan las
uniones soldadas en
elementos
en servicio

- Materiales con años de uso.
Probablemente con daños
- Materiales generalmente desconocidos
- Ejecución de soldaduras en general
con poca planificación
- Componentes con alta restricción
mecánica

Las condiciones para calificar los Procedimientos de Soldadura son diferentes!!

Algunos Ejemplos.....

Código ASME de Calderas y Recipientes a Presión Sección VIII Div. 1,

Establece:

Párrafo UW-28 (a)

Cada procedimiento de soldadura que será utilizado en la construcción deberá ser documentado en detalle por el Fabricante.

Párrafo UW-28 (b)

Los Procedimientos usados en la soldadura de partes sometidas a presión y en la unión de partes no sometidas a presión pero que están sometidas a esfuerzos con partes sometidas a presión, **DEBEN** ser calificados de acuerdo con la Sección IX

ANSI / NB 23 – National Board Inspection Code

Establece:

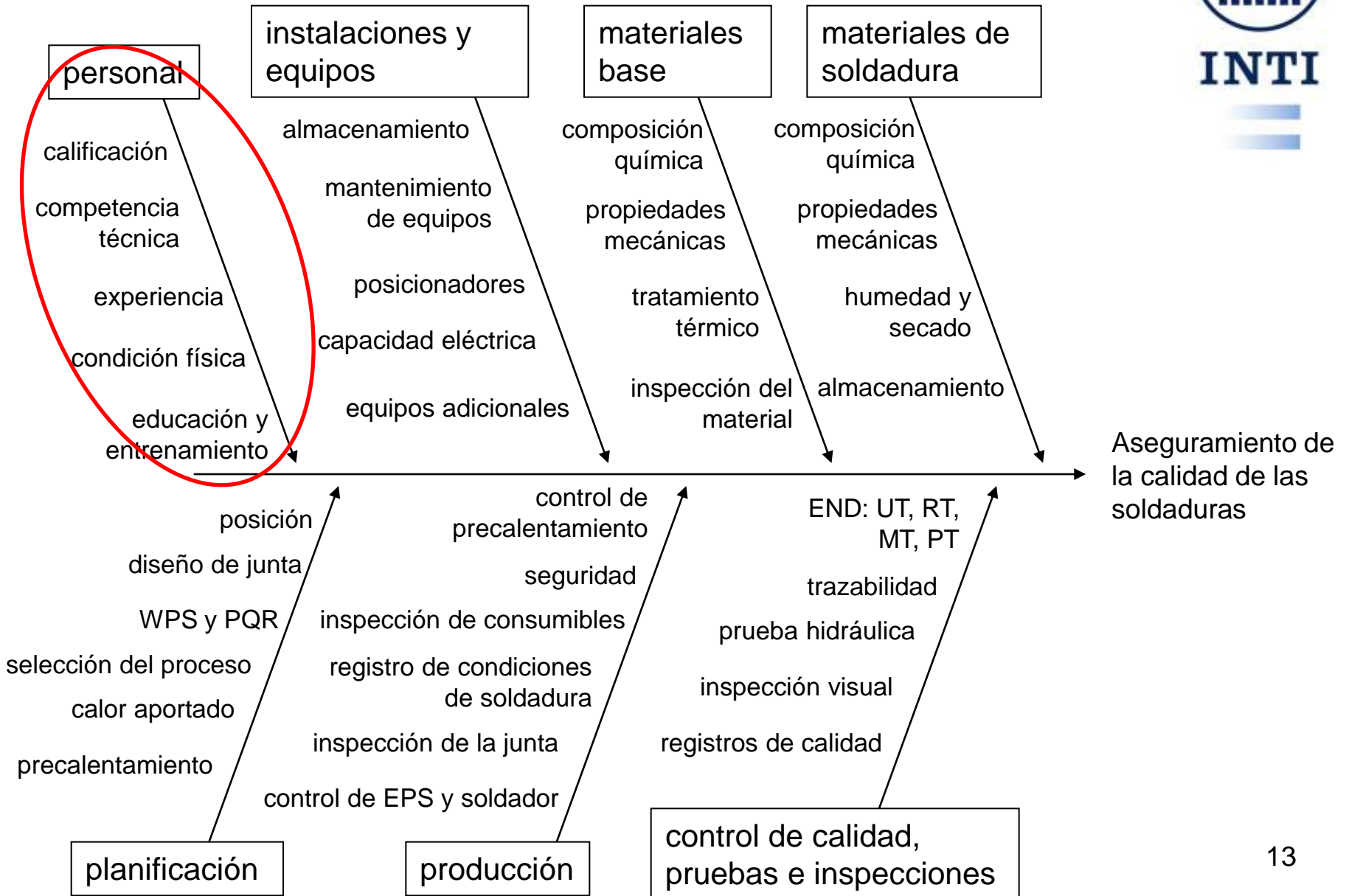
Parte 3, Sección 2, Reparaciones y Alteraciones

Párrafo 2.2.1 Especificaciones de Procedimientos de Soldadura

La soldadura será ejecutada de acuerdo a una especificación de Procedimiento de Soldadura (EPS / WPS), CALIFICADA de acuerdo al Código original de construcción o de acuerdo al Código o norma seleccionado.

Cuando esto ultimo no sea posible de realizar, los WPS podrán ser calificados de acuerdo a la Sección IX del Código ASME.

Calidad / Seguridad de productos soldados - Personal



Calificar a los Procedimientos de Soldadura es solo una parte para generar Calidad / Seguridad en las uniones soldadas.

Es necesario Calificar al Personal

Calificación de Soldadores y Operadores de Soldadura

✓ Propósito

En el caso de la Calificación de Soldador, establecer la habilidad de una persona para ejecutar una unión soldada SANA.

Para el caso de los Operadores de soldadura, establecer la habilidad de una persona para operar un equipo de soldadura automático o mecanizado.

✓ ¿En qué casos se requiere?

En todos los casos que se ejecutan tareas de soldadura. Particularmente cuando se construye / repara un equipo o componente que involucra riesgos por sus características de operación o están alcanzados por alguna Regulación, Código o norma

Algunos Ejemplos.....

Código ASME de Calderas y Recipientes a Presión Sección VIII Div. 1,

Establece:

Párrafo UW-29 (a)

Los Soldadores y Operadores de Soldadura que ejecutan soldaduras sobre elementos sometidos a presión y en la unión de partes no sometidas a presión pero que están sometidas a esfuerzos con partes sometidas a presión, **DEBEN** ser calificados de acuerdo con la Sección IX

ANSI / NB 23 – National Board Inspection Code

Establece:

Parte 3, Sección 2, Reparaciones y Alteraciones

Párrafo 2.2.3 Calificación de desempeño

Los Soldadores y Operadores de Soldadura DEBEN estar calificados en el proceso de soldadura que utilizará.

Esta calificación estará basada en el Código original de construcción, de acuerdo al Código o Norma seleccionado o de acuerdo a la Sección IX del Código ASME.

¿ Cómo se califica un Procedimiento?

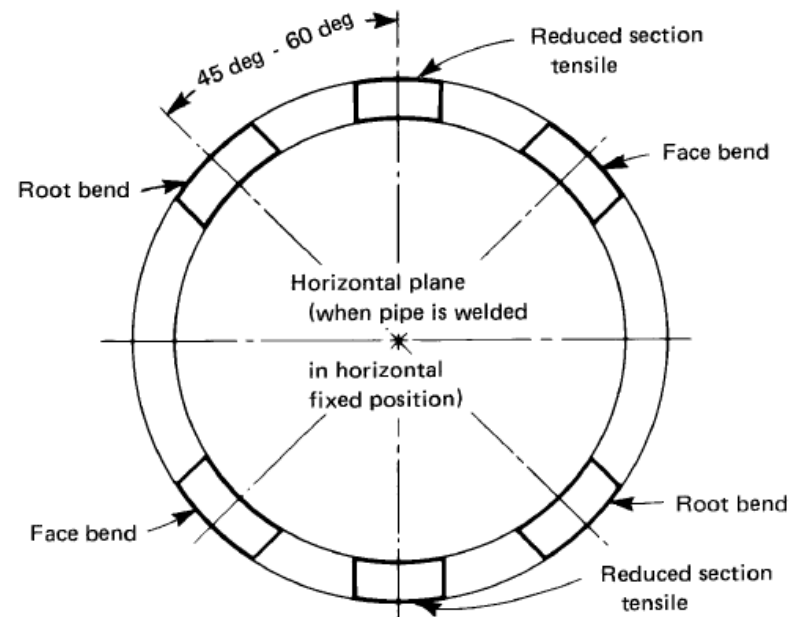
*A través de **Ensayos Mecánicos** realizados sobre probetas extraídas del cupón de calificación*

QW-463.1(a) PLATES — LESS THAN $\frac{3}{4}$ In. (19 mm)
THICKNESS PROCEDURE QUALIFICATION

Discard		this piece
Reduced section		tensile specimen
Root bend		specimen
Face bend		specimen
Root bend		specimen
Face bend		specimen
Reduced section		tensile specimen
Discard		this piece



QW-463.1(d) PROCEDURE QUALIFICATION



Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura



Un RCP documenta **lo ocurrido** durante la confección del cupón de calificación y indica los **resultados de los ensayos** realizados sobre el mismo.

OBJETIVO:
Determinar que la soldadura propuesta para la construcción es capaz proveer la propiedades requeridas para el tipo de servicio

Tipo y número de ensayos requeridos por el Código

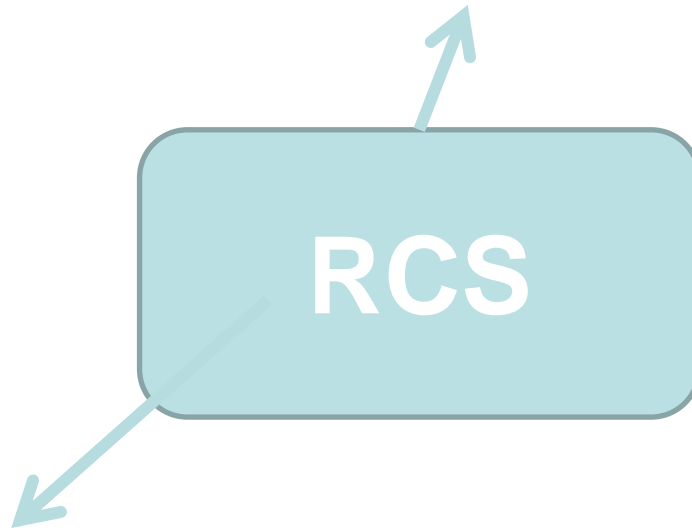
GROOVE-WELD TENSION TESTS AND TRANSVERSE-BEND TESTS

Thickness T of Test Coupon, Welded, in. (mm)	Range of Thickness T of Base Metal, Qualified, in. (mm) [Notes (1) and (2)]		Maximum Thickness t of Deposited Weld Metal, Qualified, in. (mm) [Notes (1) and (2)]	Type and Number of Tests Required (Tension and Guided-Bend Tests) [Note (2)]			
	Min.	Max.		Tension, QW-150	Side Bend, QW-160	Face Bend, QW-160	Root Bend, QW-160
Less than $\frac{1}{16}$ (1.5)	T	$2T$	$2t$	2	...	2	2
$\frac{1}{16}$ to $\frac{3}{8}$ (1.5 to 10), incl.	$\frac{1}{16}$ (1.5)	$2T$	$2t$	2	Note (5)	2	2
Over $\frac{3}{8}$ (10), but less than $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{3}{16}$ (5)	$2T$	$2t$	2	Note (5)	2	2
$\frac{3}{4}$ (19) to less than $1\frac{1}{2}$ (38)	$\frac{3}{16}$ (5)	$2T$	$2t$ when $t < \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
$\frac{3}{4}$ (19) to less than $1\frac{1}{2}$ (38)	$\frac{3}{16}$ (5)	$2T$	$2T$ when $t \geq \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
$1\frac{1}{2}$ (38) to 6 (150), incl.	$\frac{3}{16}$ (5)	8 (200) [Note (3)]	$2t$ when $t < \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
$1\frac{1}{2}$ (38) to 6 (150), incl.	$\frac{3}{16}$ (5)	8 (200) [Note (3)]	8 (200) [Note (3)] when $t \geq \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
Over 6 (150)	$\frac{3}{16}$ (5)	$1.33T$	$2t$ when $t < \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4	...	...
Over 6 (150)	$\frac{3}{16}$ (5)	$1.33T$	$1.33T$ when $t \geq \frac{3}{4}$ (19)	2 [Note (4)]	4	...	...

No requiere de **examen visual**

En caso de ser requerido por otra sección del Código se deberán hacer **ensayos de impacto**

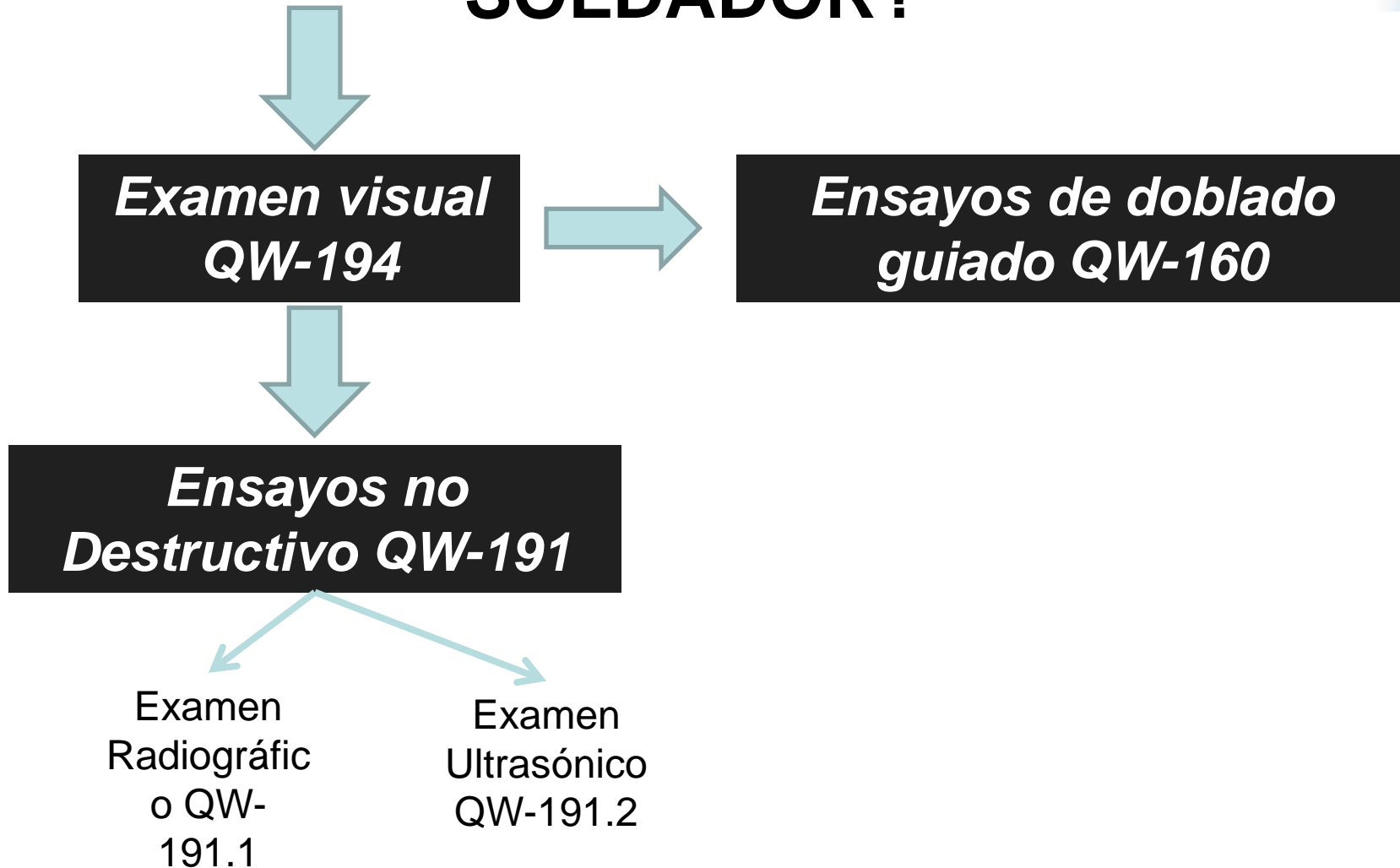
Registro de calificación de Soldador



Un RCS documenta las condiciones de soldadura verificadas durante la prueba de calificación e indica los resultados de los ensayos

OBJETIVO:
Evaluar la habilidad del soldador u operador de soldadura para ejecutar soldaduras sanas.

¿CÓMO SE CALIFICA UN SOLDADOR?



Ensayos requeridos para la calificación de Soldadores



QW-452.1(a) TEST SPECIMENS

Thickness of Weld Metal, in. (mm)	Type and Number of Examinations and Test Specimens Required			
	Visual Examination per QW-302.4	Side Bend QW-462.2 [Note (1)]	Face Bend QW-462.3(a) or QW-462.3(b) [Notes (1), (2)]	Root Bend QW-462.3(a) or QW-462.3(b) [Notes (1), (2)]
Less than $\frac{3}{8}$ (10)	X	...	1	1
$\frac{3}{8}$ (10) to less than $\frac{3}{4}$ (19)	X	2 [Note (3)]	Note (3)	Note (3)
$\frac{3}{4}$ (19) and over	X	2	...	...

GENERAL NOTE: The "Thickness of Weld Metal" is the total weld metal thickness deposited by all welders and all processes in the test coupon exclusive of the weld reinforcement.

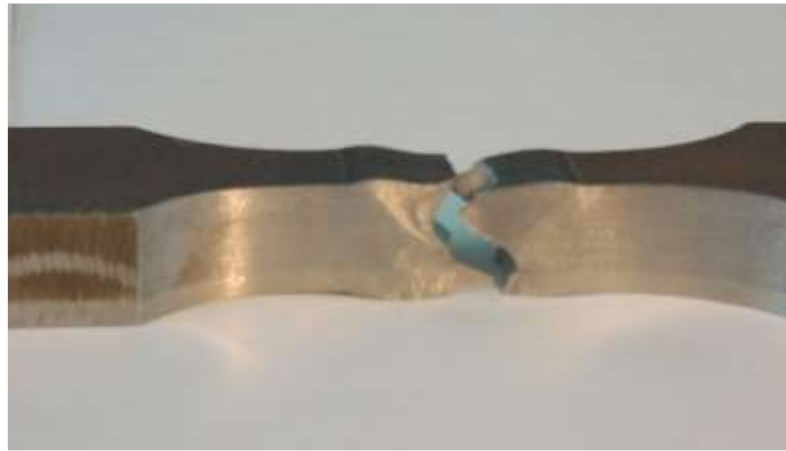
NOTES:

- (1) To qualify using positions 5G or 6G, a total of four bend specimens are required. To qualify using a combination of 2G and 5G in a single test coupon, a total of six bend specimens are required. See QW-302.3. The type of bend test shall be based on weld metal thickness.
- (2) Coupons tested by face and root bends shall be limited to weld deposit made by one welder with one or two processes or two welders with one process each. Weld deposit by each welder and each process shall be present on the convex surface of the appropriate bent specimen.
- (3) One face and root bend may be substituted for the two side bends.

Tipo y propósito de los ensayos

- ✓ Visual
- ✓ Tracción
- ✓ Plegado
- ✓ Ensayos de Filete
- ✓ Impacto
- ✓ END

Tracción



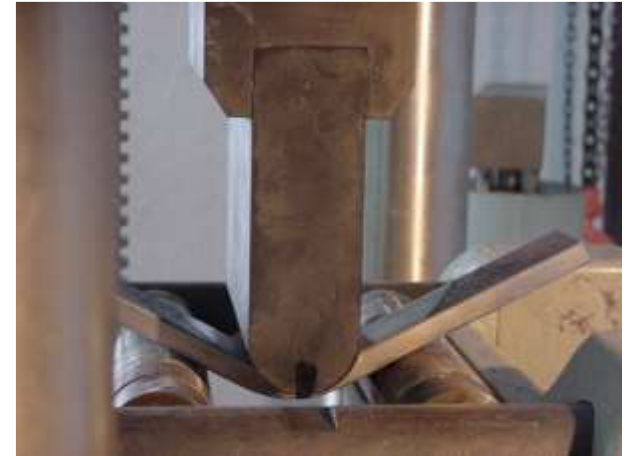
*El criterio de aceptación del Código es que el **valor de resistencia a la tracción determinado por el ensayo no sea inferior al mínimo valor de resistencia del metal base.***

Demuestra que la unión soldada no constituirá un punto débil en la futura estructura desde el punto de vista de la resistencia.

**Aplica a soldaduras
con bisel**

Plegado

PARTE
QW



Usado para determinar el **grado de sanidad y ductilidad** de soldaduras con biseles.



PARTE
QW

Plegado



¿Cómo funcionan estas actividades en nuestro país?

En los códigos de construcción y de inspección en servicio (ASME, NBIC, API 510) la responsabilidad por los trabajos de soldadura es del fabricante o de la organización reparadora, y son estos últimos quienes deben calificar sus procedimientos y sus soldadores



¿Cómo funcionan estas actividades en nuestro país?

IRAM/IAS U 500-138

“Ente habilitante y entes de calificación y certificación de soldadores y operadores”

(...y calificación de procedimientos de soldadura)

- ✓ Otras normas IRAM IAS, que constituyen un conjunto más amplio:
 - IRAM-IAS U 500-169 Calificación y certificación de inspectores de soldadura.
 - IRAM-IAS U 500-96 Calificación de soldadores.

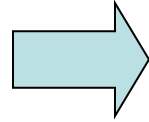
La norma IRAM/IAS U 500-138:

Establece lo siguiente:

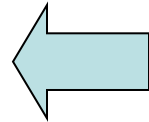
- ✓ Un sistema para la calificación y certificación de soldadores.
- ✓ Requisitos y actividades del **Ente Habilitante**.
- ✓ Requisitos a cumplir por los **Entes de calificación**.
- ✓ Un **registro de entes habilitantes, y de soldadores** y operadores de soldadura.
- ✓ **Calificación de procedimientos de soldadura → en discusión**

ENTE HABILITANTE

Consejo Ejecutivo
Secretaria Técnica
Audidores



Cumple y hace cumplir requisitos de la norma IRAM/IAS U 500-138 y de reglamentos complementarios



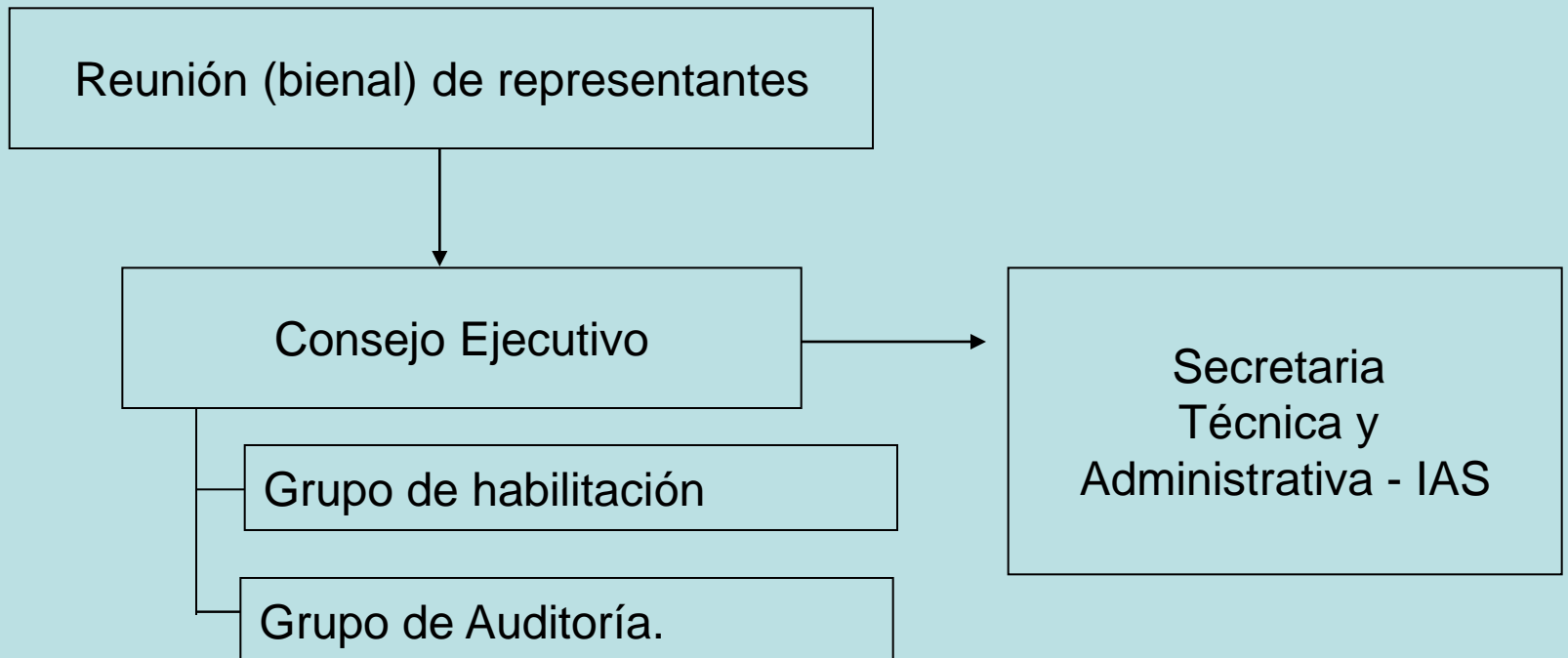
Cumplen con los requisitos de dicha norma, y de diversas normas técnicas del campo de las soldaduras

Cumple con su SGC

Ente calificador
en INTI-Mecánica

Entes calificadores
en instituciones
privadas (5)

¿Cómo funciona el Ente Habilitante?



¿Cómo funciona el Ente Habilitante?

La norma IRAM/IAS U 500-138 describe cómo se constituye el Ente Habilitante.

Establece **reuniones bienales de representantes** .

En la reunión bienal se nombra al **Consejo Ejecutivo**. 5 titulares

El Consejo Ejecutivo:

- ✓ Establece un programa de auditorías.
- ✓ Designa a los integrantes de **grupos de evaluación**.
- ✓ Designa a los integrantes de **grupos de auditoría → anuales**

Establece un procedimiento para la evaluación de nuevos posibles Entes de Calificación.

Requisitos de la norma IRAM/IAS U 500-138 hacia los Entes.

Describe **obligaciones de los Entes de Calificación.**

- ✓ Responsable → **Inspector de soldadura nivel III**
- ✓ Calificadores → **Inspectores de soldadura nivel II**
- ✓ Contar con **equipos y dispositivos de soldadura** en funcionamiento correcto, incluye instrumentos de medición y ensayo, que deben ser **calibrados** periódicamente
- ✓ Controlar la correcta ejecución de **ensayos y evaluaciones**
- ✓ Poseer un **sistema de registros y archivos**
- ✓ Entregar **copia de los certificados** y renovaciones a la secretaria técnica administrativa del Ente Habilitante, de forma periódica
- ✓ Contar con un **Manual de Organización y Funcionamiento** (sistema de gestión de calidad)

LABORATORIO DE SOLDADURA

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores



Ente Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores de Soldadura.

INTI-Mecánica

Laboratorio de Soldadura

Buenos Aires (Rafaela y Rosario)



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



¿Cómo funciona el Ente calificador que opera en INTI-Mecánica?

Diagrama de Funciones



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



“Clientes” y “Proveedores de servicios”

Ente calificador INTI-Mecánica

↓ Pedidos

↑ Servicios y/o
Informes de
Ensayo

Talleres y Laboratorios de INTI-Mecánica,
externos al ECyCSyOS, que prestan servicios a
éste.

- Taller de Mecanizado.
- Laboratorio de Ensayos Mecánicos.
- Laboratorio de Radiografía Industrial.
- Laboratorio de Metalografía.

El ECyCSyOS utiliza las instalaciones del
Laboratorio de Soldadura de INTI-Mecánica
Unidad Técnica Construcciones Mecánicas.

Otras empresas de END en campo.
Inspectores END (ej RT) nivel 2

↓ Certificados
de soldador.
Renovaciones

↑ Pedidos,
pagos

Clientes:
Empresas metalúrgicas.
Empresas de distribución de gas.
Empresas industriales varias.
Soldadores.

LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



El Ente da cumplimiento a un conjunto de normas de gestión y técnicas, establecidas para asegurar la confiabilidad de elementos soldados críticos.

Su funcionamiento es auditado al menos 2 veces al año.

LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



Algunas características de los elementos soldados (abarcados por el sistema normativo a cumplir) :

✓ Son **críticos** desde el punto de la **Seguridad**.

Recipientes en la industria nuclear, recipientes para calderas a presión, recipientes de fluidos peligrosos, etc.

✓ Están sometidos a **solicitaciones exigentes**.

Estructuras metálicas de gran porte, cañerías de alta presión, etc.

✓ A veces forman parte de **servicios públicos básicos**.

Cañerías de distribución de gas natural.

✓ Se incorporan a diversos **procesos industriales**.

Cañerías de proceso de distintas industrias, tales como Petróleo y Gas, Alimenticia, Farmacéutica, etc.

LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



INTI



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



Elementos soldados, algunas imágenes:

Cañerías en gasoductos



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



Ejemplos (continuación):
Recipientes sometidos presión.



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



**Ejemplos (continuación):
Estructuras metálicas.**

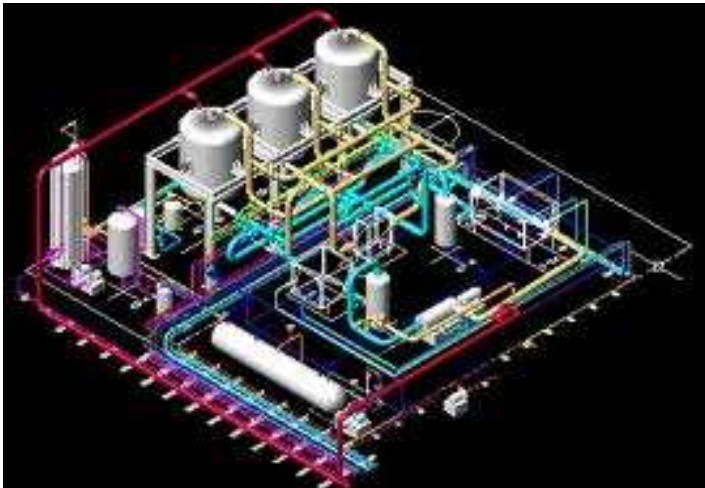


LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



Ejemplos (continuación):
Cañerías de proceso.



LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



Algunos códigos y normas técnicas internacionales asociados a trabajos efectuados por el Ente.

- ✓ Código ASME Sec. IX
- ✓ Norma API 1104
- ✓ Códigos AWS D1.1 y AWS D1.2
- ✓ Norma AWS B 2.1
- ✓ Código ASME Sec. VIII
- ✓ Código ASME B 31.3
- ✓ Código ASME B 31.8
- ✓ Código ASME B 31.4
- ✓ Norma API 650
- ✓ Norma API 620
- ✓ Reglamento CIRSOC 304

LABORATORIO DE SOLDADURA.

Ente de Calificación y Certificación de Soldadores y Operadores.



» **FUNDACION LATINOAMERICANA DE SOLDADURA** Buenos Aires

<http://www.esab.com.ar>

» **INTI-Mecánica** Buenos Aires

<http://www.inti.gob.ar/mecanica/>

» **RFO SOLDADURA S.R.L.** Buenos Aires

» **SERSOL Servicios en Soldadura S.R.L.** Neuquén

» **CS Ingeniería S.R.L.** Santa Fé

<http://www.csingenieria.com.ar>

» **S&S Soldaduras y Servicios S.R.L.** Buenos Aires

Conclusiones

- ✓ La calificación de EPS y soldadores es la base de la calidad de productos soldados (+ inspectores de soldadura)
- ✓ Es un requerimiento obligatorio en muchos casos
- ✓ Un sistema de certificación de tercera parte otorga confianza al sistema
- ✓ Implementar un sistema de certificación implica consenso de las partes interesadas
- ✓ En el caso argentino → 6 Entes habilitados
- ✓ Examen práctico
- ✓ Certificados renovables cada 6 meses