

Cualificación de Soldadores

INDICE

32.1. ¿Qué quiere decir “Cualificar” a un soldador?	591
32.2. Objeto de la Norma UNE-EN 287	591
32.3. Definiciones	592
32.4. Símbolos y abreviaturas	592
32.5. Variables esenciales para las pruebas de cualificación	594
32.5.1. Tipos de unión (a tope y en ángulo).....	595
32.5.2. Grupos de materiales	595
32.5.3. Grupos de metal base	596
32.5.4. Consumibles	596
32.5.5. Dimensiones	596
32.5.6. Posiciones de soldeo.....	597
32.6. Rangos de cualificación para el soldador	601
32.6.1. Proceso de soldeo	601
32.6.2. Tipos de unión	601

32.6.3. Grupos de materiales	602
32.6.4. Electrodo revestidos.....	604
32.6.5. Consumibles	604
32.6.6. Dimensiones	605
32.6.7. Posiciones de soldeo.....	605
32.7. Pruebas y ensayos	607
32.7.1. Supervisión.....	607
32.7.2. Formas y dimensiones de los cupones de prueba	607
32.7.3. Condiciones de soldeo.....	609
32.7.4. Métodos de ensayo	610
32.7.5. Probetas de ensayo	611
32.8. Período de validez.....	612
32.8.1. Cualificación inicial	612
32.8.2. Renovación.....	612
32.9. Certificación	613

32.1. ¿Qué Quiere Decir “Cualificar” a un Soldador?

La palabra **cualificar**, en el contexto de este capítulo, se debe entender como **valoración de la aptitud**. De esta definición se desprende que un soldador cualificado es aquél que demuestra tener una determinada aptitud para efectuar soldaduras aceptables, tras haber superado las pruebas y/o exámenes oportunos.

En el lenguaje cotidiano el término que más se utiliza para expresar lo anterior es el de **homologación**.

El **certificado**, de cualificación o de homologación, es el documento escrito donde se registran las condiciones de las pruebas y/o exámenes efectuadas por el soldador, los resultados de ellas y los tipos de soldaduras para las que el soldador queda cualificado u homologado. Es decir, en el certificado se recogen todos aquellos datos que valoran la aptitud del soldador y los diferentes tipos de soldaduras que puede realizar, por haber demostrado su **competencia** para ello.

En este capítulo vamos a describir la norma europea UNE-EN 287-1 “Cualificación de Soldadores. Soldeo por Fusión. Parte1: Aceros”. Otras partes de la Norma UNE-EN 287 se diferencian de ésta en el material base a soldar, siguiendo la misma filosofía y sistemática pero con las diferencias lógicas del cambio de material base.

32.2. Objeto de la Norma UNE-EN 287

La norma especifica los requisitos esenciales, rangos de cualificación, condiciones de las pruebas, criterios de aceptación y certificación para la cualificación del soldador en el soldeo de aceros.

Durante las pruebas de cualificación, se requerirá que el soldador demuestre experiencia práctica adecuada y conocimiento de la operativa de trabajo (examen no obligatorio) de los procesos de soldeo, materiales y requisitos de seguridad para los que será cualificado.

La norma tiene aplicación cuando las pruebas de cualificación del soldador sean requeridas por el cliente, autoridades de inspección o por otras organizaciones.

La norma es aplicable a las pruebas de cualificación de soldadores para el soldeo por fusión de aceros.

Los procesos a que se refiere esta norma incluyen aquellos procesos de soldeo por fusión que se designan como manuales o parcialmente mecanizados. No cubre los procesos totalmente mecanizados y totalmente automatizados.

La norma contempla las pruebas de cualificación de soldadores para trabajos en productos semiacabados o acabados, fabricados a partir de materiales fundidos, laminados, extruidos o forjados de los tipos que se indican en el apartado 32.5.3.

El certificado de cualificación se emite bajo la responsabilidad exclusiva de la persona u organismo examinador.

32.3. Definiciones

Cupón de prueba: Piezas a soldar durante las pruebas de cualificación.

Especificación de procedimiento de soldeo (WPS): Documento que contiene en detalle las variables requeridas para asegurar la repetitividad en una aplicación específica.

Persona u organismo examinador: Persona u organización que verifica el cumplimiento con la norma. La persona/organismo examinador debe ser aceptada por las partes contratantes.

Probeta de ensayo: Parte del cupón de prueba cortada para llevar a cabo los ensayos destructivos especificados.

Pruebas: Series de operaciones que incluyen el soldeo del cupón de prueba y los consiguientes ensayos destructivos y/o no destructivos, así como el informe de los resultados obtenidos.

Rango de cualificación: Extensión de la aprobación para una variable esencial.

Soldador manual: Soldador que sostiene y manipula el portaelectrodo, la pistola o el soplete de soldeo a mano.

32.4. Símbolos y Abreviaturas

Si no se emplea la expresión completa, deberán emplearse los siguientes símbolos y abreviaturas cuando se cumplimente el certificado de cualificación.

Cupón de prueba

a	espesor nominal de la garganta
BW	soldadura a tope
D	diámetro exterior del tubo
FW	soldadura en ángulo

P	chapa
t	espesor de la chapa o del tubo
T	tubo
Z	longitud del lado de la soldadura en ángulo

Consumibles (incluyendo los auxiliares, p.e.: gases de protección, fundentes, etc.)

nm	sin metal de aporte
wm	con metal de aporte
A	revestimiento ácido
B	revestimiento básico
C	revestimiento celulósico
R	revestimiento de rutilo
RA	revestimiento de rutilo-ácido
RB	revestimiento de rutilo-básico
RC	revestimiento de rutilo-celulósico
RR	revestimiento grueso de rutilo
S	otros tipos

Varios

bs	soldeo por ambos lados
gg	resanado por el reverso de la soldadura
mb	soldeo con material de respaldo
nb	soldeo sin respaldo
ng	sin resanado por el reverso de la soldadura
ss	soldeo por un lado

Ejemplos de designaciones de cualificación de soldador:

- EN 287-1 111 P BW W11 B t09 PF ss nb significa:

Norma de cualificaciónUNE-EN 287-1

Proceso de soldeo: soldeo por arco con electrodo revestido	111
Chapa.....	P
Soldadura a tope	BW
Grupo de material: acero austenítico	W11
Material de aporte: electrodo revestido básico	B
Espesor del cupón de prueba.....	9 mm
Posición de soldeo: soldeo de chapa a tope, vertical ascendente.....	PF
Detalles del tipo de soldadura: por una cara.....	ss
sin respaldo.....	nb

- EN 287-1 311 T BW W01 nm t02 D20 PA ss nb significa:

Norma de cualificación	UNE-EN 287-1
Proceso de soldeo: soldeo oxiacetilénico.....	311
Tubería.....	T
Soldadura a tope	BW
Grupo de material: acero aleado bajo en carbono.....	W01
Material de aporte: sin material de aporte	nm
Dimensiones del cupón de prueba: espesor 2 mm	t02
diámetro 20 mm	D20
Posición de soldeo: soldeo de tubo a tope, rotando, eje horizontal, plano	PA
Detalles del tipo de soldadura: por una sola cara	ss
sin respaldo.....	nb

32.5. Variables Esenciales para las Pruebas de Cualificación

Los procesos de soldeo están definidos en ISO 857 y los números de referencia de dichos procesos de soldeo se indican en ISO 4063.

La norma cubre los siguientes procesos de soldeo:

- 111 soldeo por arco con electrodo revestido
- 114 soldeo por arco con alambre tubular sin protección de gas
- 121 soldeo por arco sumergido con alambre
- 131 soldeo por arco con gas inerte (soldeo MIG)
- 135 soldeo por arco con gas activo (soldeo MAG)
- 136 soldeo por arco con alambre tubular con protección de gas activo
- 137 soldeo por arco con alambre tubular con protección de gas inerte
- 141 soldeo por arco con electrodo de wolframio con protección de gas inerte (soldeo TIG)
- 15 soldeo por arco plasma
- 311 soldeo oxiacetilénico

Otros procesos de soldeo por fusión, previo acuerdo.

32.5.1. Tipos de unión (a tope y en ángulo)

Los cupones para las pruebas de cualificación en el soldeo a tope (BW) y en ángulo (FW), en chapas (P) o tubos (T), estarán de acuerdo con el apartado 32.7.2.

32.5.2. Grupos de materiales

Para la cualificación de soldadores, y con el fin de minimizar la innecesaria repetición de ensayos técnicamente idénticos, se han agrupado los aceros con similares características metalúrgicas (Ver apartado 32.5.3).

En general, la prueba de cualificación del soldador contemplará la deposición de un metal de soldadura que tenga una composición química compatible con cualquiera de los aceros del grupo(s) del metal o metales base.

El soldeo de cualquier material de un grupo conlleva la cualificación del soldador para el soldeo de cualquier otro material del mismo grupo.

1. El término tubo, sólo o con otros, se emplea para designar tubería de cualquier diámetro y espesor o perfil hueco.

Cuando se suelden metales base de dos grupos diferentes, que no cualifiquen el uno al otro según las tablas 32.6 y 32.7, se requerirá una cualificación para la combinación como grupo aparte.

Cuando el metal de aporte es diferente de los del grupo del material base, es necesaria una cualificación para esa combinación de metal base y metal de aporte, excepto cuando lo permitan las tablas 32.6 y 32.7.

32.5.3. Grupos de metal base

Grupo W01: Aceros bajos en carbono no aleados (carbono-manganeso) o aceros de baja aleación. Este grupo también incluye aceros estructurales de grano fino con límite elástico $R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$

Grupo W02: Aceros al cromo-molibdeno (CrMo) o cromo-molibdeno-vanadio (CrMoV) resistentes a la fluencia en caliente.

Grupo W03: Aceros estructurales de grano fino normalizados, aceros templados y revenidos, así como los aceros tratados termomecánicamente con un límite elástico $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$ y aceros al níquel que se suelden de forma similar con un contenido en níquel entre el 2% y el 5%.

Grupo W04: Aceros inoxidables ferríticos, con un contenido en cromo del 12% al 20%.

Grupo W11: Aceros inoxidables al cromo-níquel (CrNi), austeno-ferríticos y austeníticos.

32.5.4. Consumibles

Se supone que en la mayoría de las pruebas de cualificación el metal de aporte será similar al metal base. Cuando una prueba de cualificación de soldador se realice empleando un material de aporte, gas de protección o fundente adecuado para un grupo de materiales, esta prueba cualificará al soldador para utilizar otros consumibles similares (metal de aporte, gas de protección o fundente) para el mismo grupo de materiales.

32.5.5. Dimensiones

La prueba de cualificación del soldador deberá basarse en el espesor del material (es decir espesor de chapa o espesor de pared de tubo) y diámetros de tubo en los

cuales trabajará el soldador durante la fabricación. Se requiere una prueba de cualificación para cada uno de los tres rangos de espesor de chapa y espesor de pared de tubo o diámetro de tubo que se indican en las tablas 32.1 y 32.2.

No se pretende tanto la precisión en la medida de espesores y diámetros, como la aplicación de la filosofía general en cuanto a los valores contenidos en las tablas 32.1. y 32.2.

Espesor del cupón de prueba (chapa o tubo) y rango de cualificación	
Espesor del cupón de prueba t mm	Rango de cualificación
$t \leq 3$	t a 2t ⁽¹⁾
$3 < t \leq 12$	3 mm a 2t ⁽²⁾
$t > 12$	≥ 5 mm

(1) Para soldeo oxiacetilénico (311): t a 1,5 t

(2) Para soldeo oxiacetilénico (311): 3 mm a 1,5t

TABLA 32.1

Diámetro del cupón de prueba y rango de cualificación	
Diámetro del cupón de prueba D ⁽¹⁾ mm	Rango de cualificación
$D \leq 25$	D a 2 D
$25 < D \leq 150$	0,5D a 2D (25 mm mínimo)
$D > 150$	$\geq 0,5D$

(1) Para perfiles huecos, "D" es la dimensión del lado más corto.

TABLA 32.2

32.5.6. Posiciones de soldeo

La forma de designar en la normativa europea a las posiciones de soldeo se resume en la tabla 32.3. En la tabla 32.4 se representa la correspondencia entre las designaciones europea y americana.

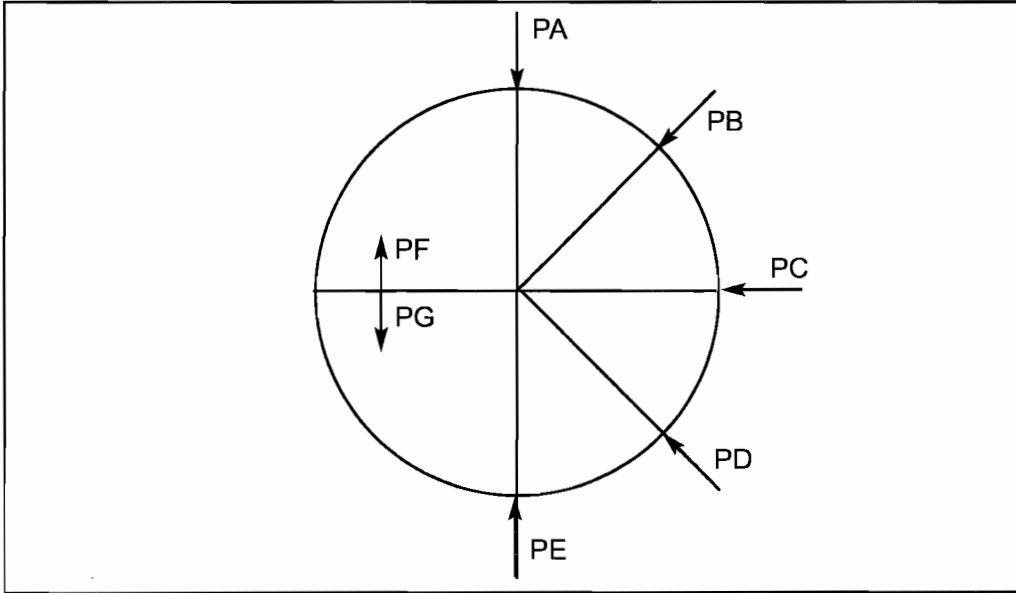


TABLA 32.3: CORRELACIÓN ENTRE LA POSICIÓN DEL CONSUMIBLE, O DE LA FUENTE DE CALOR, RESPECTO A LA UNIÓN A SOLDAR INDICADA POR LA DIRECCIÓN DE LAS FLECHAS Y LAS DESIGNACIONES DE LAS POSICIONES DE SOLDEO DE ACUERDO CON LA NORMATIVA EUROPEA (EN)

Posición de la unión	Designación	
	EN	ASME
<p>rotando</p>	PA	1G
<p>garganta vertical 45°</p>	PA	1F
<p>45° rotando 45°</p>	PA	1FR

TABLA 32.4: CORRESPONDENCIA ENTRE LAS DESIGNACIONES DE LAS POSICIONES DE SOLDEO CONFORME A LA NORMATIVA EUROPEA (EN) Y LA AMERICANA (ASME)

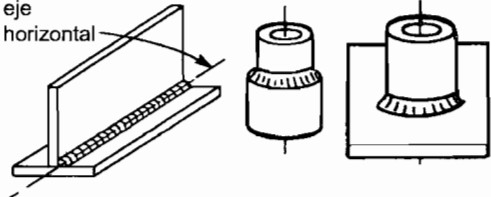
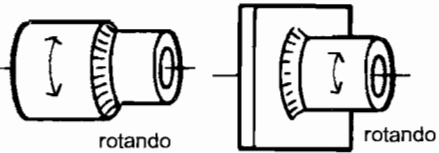

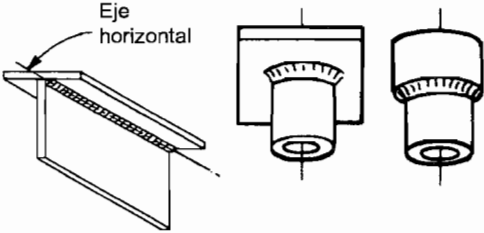

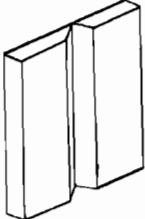
Posición de la unión	Designación	
	EN	ASME
	PB	2F
	PB	2FR
	PC	2G
	PD	4F
	PE	4G
	PF PG	3G ascendente 3G descendente

TABLA 32.4 (CONTINUACIÓN): CORRESPONDENCIA ENTRE LAS DESIGNACIONES DE LAS POSICIONES DE SOLDEO CONFORME A LA NORMATIVA EUROPEA (EN) Y LA AMERICANA (ASME)

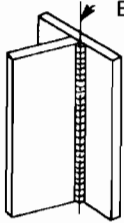
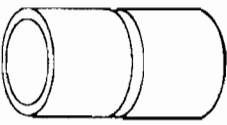
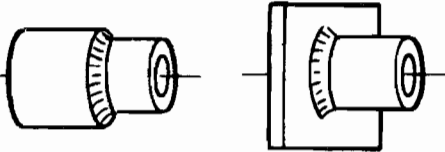
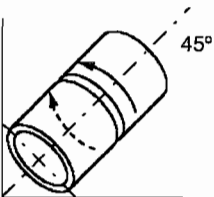
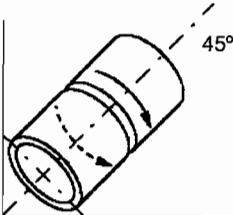
Posición de la unión	Designación	
	EN	ASME
 <p>Eje vertical</p>	<p>PF</p> <p>PG</p>	<p>3F ascendente</p> <p>3F descendente</p>
 <p>Tuberías fijas</p>	<p>PF</p> <p>PG</p>	<p>5G ascendente</p> <p>5G descendente</p>
 <p>Tuberías fijas</p> <p>Tuberías fijas</p>	<p>PF</p> <p>PG</p>	<p>5F ascendente</p> <p>5F descendente</p>
 <p>45°</p>	<p>H-L045</p>	<p>6G</p>
 <p>45°</p>	<p>J-L045</p>	<p>6G</p>

TABLA 32.4 (CONTINUACIÓN): CORRESPONDENCIA ENTRE LAS DESIGNACIONES DE LAS POSICIONES DE SOLDEO CONFORME A LA NORMATIVA EUROPEA (EN) Y LA AMERICANA (ASME)

32.6. Rangos de Cualificación para el Soldador

Como regla general, el cupón de prueba cualifica al soldador no sólo para las condiciones de la prueba, sino también para todas aquellas uniones que se consideren más fáciles de soldar. En los apartados y tablas aplicables se indica el rango de cualificación para cada tipo de prueba. En estas tablas, el rango de cualificación se lee horizontalmente.

32.6.1. Proceso de soldeo

Normalmente, cada prueba cualifica para un proceso. Un cambio de proceso requiere una nueva prueba de cualificación. Sin embargo, es posible que un soldador se cualifique en más de un proceso mediante una única prueba, o mediante dos distintas que cubran una unión realizada con varios procesos. Por ejemplo, en el caso donde se requiera la cualificación para una unión a tope por un lado, en la cual la raíz se suelde con TIG (141) sin respaldo y el relleno se realice con electrodo revestido (111), el soldador puede calificarse por cualquiera de los siguientes métodos:

- A. Ejecución correcta de una prueba de cualificación que reproduzca la unión multi-proceso, es decir la pasada de raíz con TIG (141) sin respaldo y las siguientes pasadas con electrodo revestido (111), dentro de los límites del rango de cualificación para cada proceso de soldeo.
- B. Ejecución correcta de dos pruebas de cualificación separadas, una para TIG (141) sin respaldo para la pasada de raíz y otra para el relleno con electrodo revestido (111) con respaldo o soldando por ambos lados con o sin resanado.

32.6.2. Tipos de unión

La tabla 32.5 presenta, en función del cupón de prueba empleado, la gama de soldaduras para las que el soldador se cualifica; se aplicarán los siguientes criterios:

- A. La cualificación para soldar tubos a tope cubre el soldeo de chapas a tope.
- B. La cualificación para soldar chapas a tope en todas las posiciones aplicables cubre el soldeo a tope de tubos con diámetro exterior > 500 mm; menos cuando también aplica el apartado c).
- C. La cualificación obtenida mediante el soldeo de cupones de prueba de chapa a tope en posición plana (PA) o cornisa (PC) es también válida para soldar a tope tubos de diámetro exterior ≥ 150 mm, soldados en posiciones similares conforme a la tabla 32.9.

- D. El soldeo por un lado sin respaldo cualifica para soldar por un lado con respaldo y para el soldeo por ambos lados con y sin resanado de raíz.
- E. El soldeo de chapas o tubos con respaldo cualifica para soldar por ambos lados, pero no para soldar sin respaldo.
- F. El soldeo a tope cualifica para soldar en ángulo en similares condiciones de soldeo.
- G. En el caso en que en el trabajo de producción predomine el soldeo en ángulo, se recomienda también que el soldador se cualifique por una prueba de soldeo en ángulo, por ejemplo en chapa, tubo o injerto de tubería.
- H. El soldeo por ambos lados sin resanado de raíz cualifica para soldar por un lado con respaldo y por ambos lados con resanado de raíz.
- I. La cualificación para soldar tubos a tope sin respaldo cubre el soldeo de injertos dentro del mismo rango de cualificación conforme a las tablas 32.5 a 32.9. Para una soldadura de injerto, el rango de cualificación se basa en el diámetro del injerto.
- J. En los casos en que el trabajo de producción sea predominantemente soldeo de injertos de tubo o incluya injertos complejos, se recomienda que el soldador reciba una formación especial. En algunos casos puede ser necesario una prueba para la cualificación del soldador de injertos.

32.6.3. Grupos de materiales

En las tablas 32.6 y 32.7 se muestran los grupos de materiales para los que el soldador queda cualificado, en función del grupo del material del cupón de prueba. Para cualquier acero que no esté incluido en algún grupo, el soldador deberá realizar una prueba de cualificación que sólo le cualificará para ese acero.

Prueba de Cualificación				Rango de cualificación					
				Soldaduras a tope en chapa				Soldadura a tope en tubo	
				Soldadas por un lado SS		Soldadas por ambos lados BS		Soldadas por un lado SS	
				Con respaldo mb	Sin respaldo nb	Con resanado gg	Sin resanado ng	Con respaldo mb	Sin respaldo nb
A tope en chapa	Por un lado ss	Con respaldo	mb	*	---	X	---	1)	---
		Sin respaldo	nb	X	*	X	X	1)	1)
	Por dos lados bs	Con resanado	gg	X	---	*	---	1)	---
		Sin resanado	ng	X	---	X	*	1)	---
A tope en tubo	Por un lado ss	Con respaldo	mb	X	---	X	---	*	---
		Sin respaldo	nb	X	X	X	X	X	*

1) Ver 32.6.2 b) y 32.6.2 c)

Clave:
 * Indica la soldadura para la que se cualifica el soldador en la prueba de cualificación.
 X Indica las soldaduras para las que el soldador queda cualificado
 - Indica las soldaduras para las que el soldador no queda cualificado.

TABLA 32.5: RANGOS DE CUALIFICACIÓN PARA PRUEBAS EN UNIONES A TOPE
(DETALLES DEL TIPO DE SOLDADURA)

Grupo de material del cupón de prueba	Rango de cualificación				
	W01	W02	W03	W04	W11
W01	*	---	---	---	---
W02	X	*	---	---	---
W03	X	X	*	---	---
W04	X	X	---	*	---
W11	X ¹⁾	X ¹⁾	X ¹⁾	X ¹⁾	*

1) Empleando un metal de aporte del Grupo W11
 * Indica el grupo de material con el cual se realiza la prueba de cualificación.
 X Indica los grupos de material para los cuales el soldador también queda cualificado
 - Indica los grupos de material para los cuales el soldador no queda cualificado.
 Nota: Esta tabla se aplica sólo cuando el material base indicado con * y el metal de aporte pertenecen al mismo grupo.

TABLA 32.6: RANGO DE CUALIFICACIÓN PARA MATERIALES BASE

Grupo del material del cupón de prueba	Rango de cualificación
W02	W02 soldado a W01 ¹⁾
W03	W02 soldado a W01 ¹⁾ W03 soldado a W01 ¹⁾ W03 soldado a W02 ¹⁾
W04	W02 soldado a W01 ¹⁾ W04 soldado a W01 ¹⁾ W04 soldado a W02 ¹⁾
W11	W11 soldado a W01 ²⁾ W11 soldado a W02 ²⁾ W11 soldado a W03 ²⁾ W11 soldado a W04 ²⁾
1) Para uniones entre metales diferentes, el metal de aporte debe pertenecer al grupo de uno de los metales base.	
2) Empleando un metal de aporte del grupo W11.	

TABLA 32.7: RANGO DE CUALIFICACIÓN PARA UNIONES ENTRE METALES DIFERENTES

32.6.4. Electrodo revestidos

Un cambio en el tipo de revestimiento del electrodo puede requerir un cambio en la técnica del soldador. Un examen de cualificación con un revestimiento confiere la cualificación al soldador para otros revestimientos tal y como se especifica en la tabla 32.8.

32.6.5. Consumibles

Se permite un cambio de gas de protección o fundente.

Tipo de electrodo revestido	Rango de cualificación				
	A; RA	R; RB; RC; RR	B	C	S
A; RA	*	---	---	---	---
R; RB; RC; RR	X	*	---	---	---
B	X	X	*	---	---
C	---	---	---	*	---
S ¹⁾	---	---	---	---	*

1) S sólo cualifica para el tipo específico de revestimiento utilizado en la prueba.
 * Indica el tipo de electrodo revestido con el cual se cualifica el soldador en la prueba de cualificación.
 X Indica aquellos grupos de electrodos para los cuales el soldador también queda cualificado.
 - Indica aquellos grupos de electrodos para los cuales el soldador no queda cualificado.

TABLA 32.8: RANGO DE CUALIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL REVESTIMIENTO DEL ELECTRODO

32.6.6. Dimensiones

El rango de cualificación referido al espesor de chapa, o de pared del tubo, y al diámetro del tubo se indican en las tablas 32.1 y 32.2.

32.6.7. Posiciones de soldeo

El rango de cualificación, para cada posición de soldeo, se da en la tabla 32.9.

Cualificación de Soldadores

Posición de soldeo del cupón de prueba		Rango de cualificación																								
		Chapas										Tubos														
		Soldaduras a tope					Soldaduras en ángulo					Soldaduras a tope					Soldadura en ángulo									
												Eje y ángulo del tubo														
		Ro-tan-do	Fijo				Ro-tan-do	1)	Fijo																	
0°	90°		45°		45°	0°			90°																	
C H A P A S	Soldaduras a tope	PA	PC	PG	PF	PE	PA	PB	PG	PF	PD	PA	PG	PF	PC	H-LO45	J-LO45	PA	PB	PG	PF	PD				
			PA	*	--	--	--	X	X	--	--	--	X	--	--	--	--	--	X	X	--	--	--			
		PC	X	*	--	--	X	X	--	--	--	X	--	--	X	--	--	X	X	--	--	--				
		PG	--	--	*	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
		PF	X	--	--	*	--	X	X	--	X	--	X	--	--	--	--	X	X	--	X	--				
	PE	X	X	--	X	*	X	X	--	X	X	X	--	--	--	--	X	X	--	X	X					
T U B O S	Soldaduras en ángulo	PA	--	--	--	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--				
		PB	--	--	--	--	--	X	*	--	--	--	--	--	--	--	--	X	X	--	--	--				
		PG	--	--	--	--	--	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
		PF	--	--	--	--	--	X	X	--	*	--	--	--	--	--	--	X	X	--	--	--				
		PD	--	--	--	--	--	X	X	--	X	*	--	--	--	--	--	X	X	--	--	X				
S	Soldaduras a tope	Eje y ángulo del tubo	Ro-tan-do	0°	PA	X	--	--	--	--	X	X	--	--	--	*	--	--	--	--	X	X	--	--	--	
					PG	--	--	X	--	--	--	X	--	--	--	*	--	--	--	--	--	--	X	--	--	
		F I J O	45°	H-LO45	X	X	--	X	X	X	X	--	X	X	X	--	X	X	*	--	--	X	X	--	X	X
				J-LO45	--	--	X	--	--	--	X	--	--	--	X	--	--	--	--	*	--	--	X	--	--	
				PA	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*	--	--	--	
Eje y ángulo del tubo	1)	Ro-tan-do	45°	PB	--	--	--	--	--	X	X	--	--	--	--	--	--	--	--	X	*	--	--	--		
				PG	--	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*	--	--	
	Fijo	0°	PF	--	--	--	--	--	X	X	--	X	X	--	--	--	--	X	X	--	*	X	X			

1) PB para tubos puede soldarse de dos maneras:
 (1) Tubos: rotando; eje: horizontal; soldeo: cornisa
 (2) Tubos: fijo; eje: vertical; soldeo: cornisa

2) Se trata de una posición cualificada y está cubierta por otras pruebas afines:

Clave:
 * Indica la posición en la cual se cualifica el soldador en la prueba de cualificación.
 X Indica aquellas posiciones para las cuales el soldador también queda cualificado.
 -- Indica aquellas posiciones para las cuales el soldador no queda cualificado.

TABLA 32.9: RANGO DE CUALIFICACIÓN REFERIDO A LA POSICIÓN DE SOLDEO

32.7. Pruebas y Ensayos

32.7.1. Supervisión

El soldeo y ensayo de los cupones de prueba deberá ser presenciado por una persona u organismo examinador.

Los cupones de prueba deberán ser marcados con la identificación del examinador y del soldador antes de comenzar el soldeo.

El examinador puede detener la prueba si las condiciones de soldeo no son correctas, o si considera que el soldador no tiene la competencia técnica necesaria para conseguir el nivel requerido, por ejemplo si hay reparaciones excesivas y/o sistemáticas.

32.7.2. Formas y dimensiones de los cupones de prueba

La forma y dimensiones requeridas de los cupones de prueba se muestran en las figuras 32.1 a 32.4.

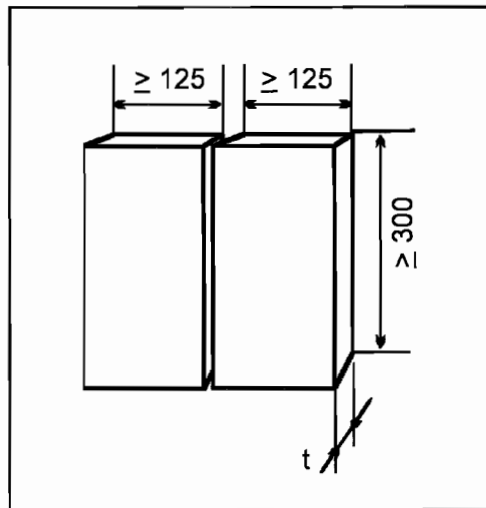


FIGURA 32.1: DIMENSIONES DEL CUPÓN DE PRUEBA PARA EL SOLDEO DE CHAPAS A TOPE (DIMENSIONES EN MILÍMETROS)

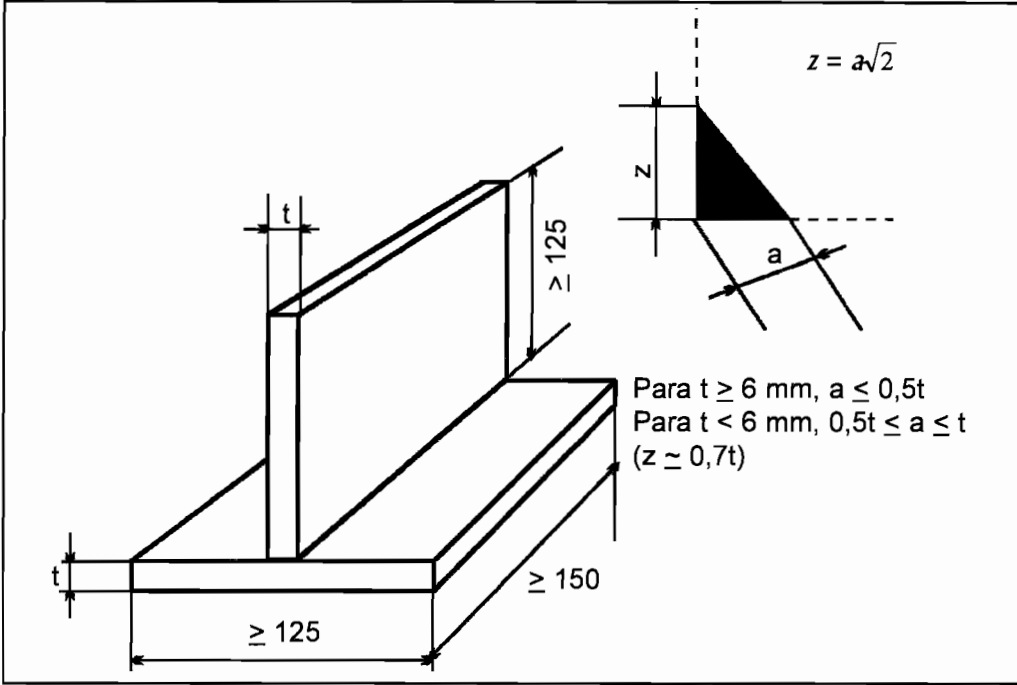


FIGURA 32.2: DIMENSIONES DEL CUPÓN DE PRUEBA PARA EL SOLDEO DE CHAPAS EN ANGULO (DIMENSIONES EN MILÍMETROS)

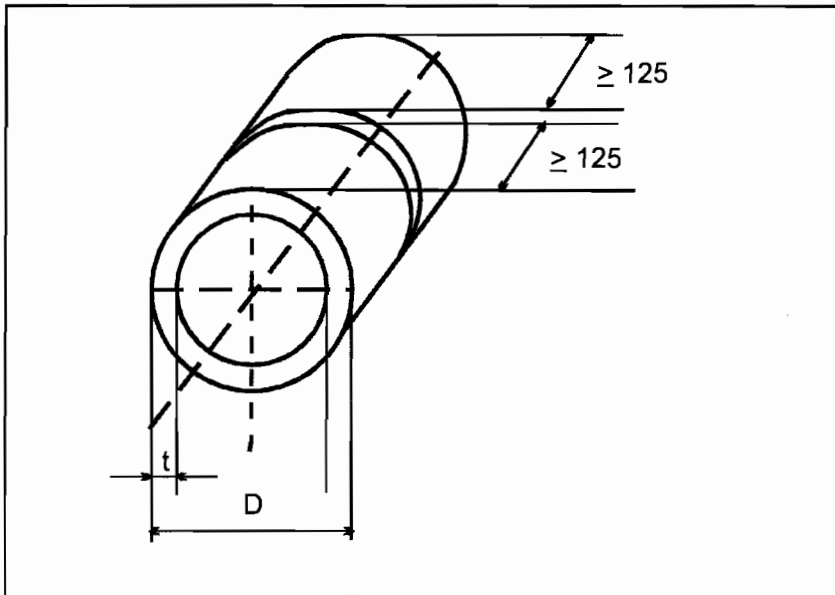


FIGURA 32.3: DIMENSIONES DEL CUPÓN DE PRUEBA PARA EL SOLDEO DE TUBOS A TOPE (DIMENSIONES EN MILÍMETROS)

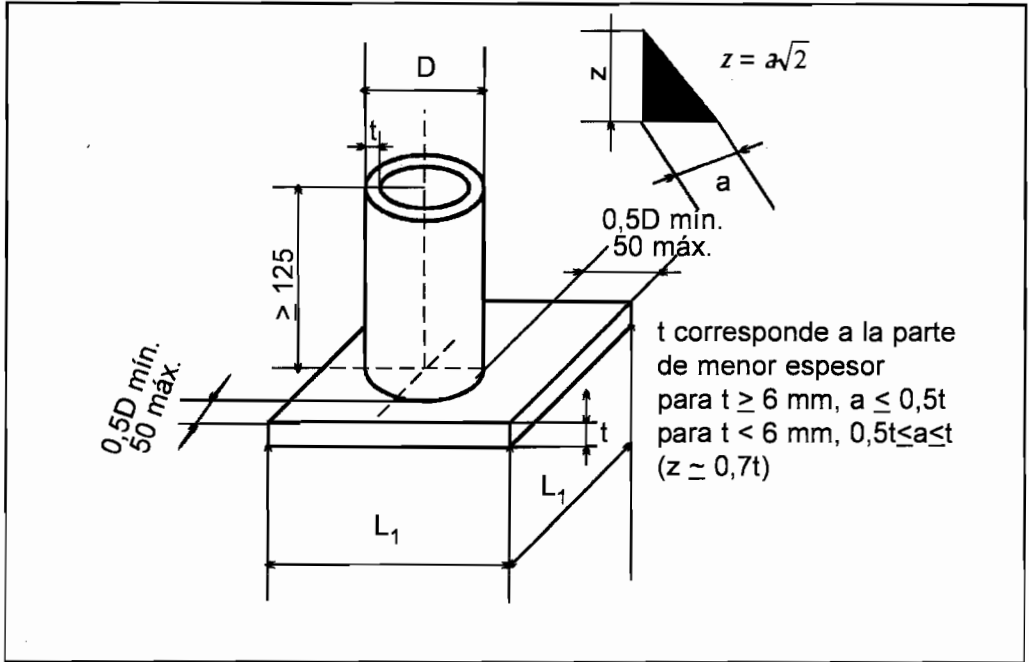


FIGURA 32.4: DIMENSIONES DEL CUPÓN DE PRUEBA PARA EL SOLDEO DE TUBOS EN ÁNGULO (DIMENSIONES EN MILÍMETROS)

32.7.3. Condiciones de soldeo

La prueba de cualificación para el soldador se corresponderá con las condiciones de producción y seguirá una WPS o pWPS preparada de acuerdo con UNE-EN 288-2.

En la preparación de la WPS o pWPS se aplicarán las siguientes condiciones:

- A. La prueba se realizará con el mismo proceso o procesos de soldeo que se emplearán en producción.
- B. Los metales de aporte serán compatibles con los procesos y posiciones.
- C. La preparación de bordes de chapas y/o tubos para el cupón de prueba debe ser representativa de la empleada en producción.
- D. Las medidas del cupón de prueba se especifican en las tablas y figuras de esta norma (ver tablas 32.1 y 32.2 y figuras 32.1 a 32.4).
- E. El soldeo en injertos se llevará a cabo en las posiciones y ángulos utilizados normalmente en producción.

- F. El soldeo se valorará de acuerdo con el apartado 32.7.5.
- G. El tiempo empleado en el soldeo del cupón de prueba se corresponderá con el tiempo de trabajo en condiciones normales de producción.
- H. El cupón de prueba tendrá al menos una parada y un reinicio en la pasada de raíz y en la pasada última de acabado, que se identificará en la longitud a inspeccionar.
- I. Cualquier precalentamiento o aportación de calor controlada requeridos por la WPS o pWPS son obligatorios en la soldadura del cupón de prueba.
- J. Cualquier tratamiento térmico posterior al soldeo requerido por la WPS o pWPS puede ser omitido excepto si son necesarios ensayos de doblado.
- K. Identificación del cupón de prueba.
- L. Se permitirá al soldador, excepto en los cordones superficiales, eliminar pequeñas imperfecciones por amolado o cualquier otro método utilizado en producción. Para ello se deberá obtener la aprobación del examinador.

32.7.4. Métodos de ensayo

Los aplicables se indican en la tabla 32.10. El orden en el que se efectúan es: primero el visual, a continuación los no destructivos y, finalmente, los destructivos.

Método de ensayo	Soldadura a tope en chapa	Soldadura a tope en tubo	Soldadura en ángulo
Inspección Visual	*	*	*
Inspección Radiográfica	* 1) 5)	* 1) 5)	+
Ensayo de Doblado	* 2)	* 2)	+
Ensayo de Fractura	* 1)	* 1)	*3) 4)
Examen macrográfico (sin pulido)	+	+	*4)
Inspección por partículas magnéticas/líquidos penetrantes	+	+	+

1) Se debe inspeccionar radiográficamente o ensayar a fractura, pero no ambos.
 2) Cuando se radiografie son obligatorios ensayos de doblado para los procesos 131, 135 y 311.
 3) El ensayo de fractura se debería completar con inspección por partículas magnéticas/líquidos penetrantes cuando así lo requiera la persona u organismo examinador.
 4) El ensayo de fractura puede reemplazarse por examen macrográfico de al menos 4 secciones, una de las cuales se tomará del lugar de parada/inicio.
 5) La inspección radiográfica puede reemplazarse por inspección ultrasónica en espesores ≥ 8 mm, sólo en acero ferríticos.

* Indica método de ensayo obligatorio.
 + Indica método de ensayo no obligatorio.

TABLA 32.10: MÉTODOS DE ENSAYO

32.7.5. Probetas de ensayo

Se obtendrán de los cupones de prueba y se ensayarán de acuerdo con la norma que sea aplicable. Las imperfecciones que aparezcan se evaluarán de acuerdo con las norma UNE-EN 25817, aplicándose el nivel B (elevado) a todas las imperfecciones, excepto a las de exceso de sobreespesor, exceso de convexidad, exceso de garganta y exceso de penetración a las que se aplicará el nivel C (intermedio). El soldador queda cualificado si las imperfecciones del cupón de prueba están dentro de los límites aceptados por los niveles B y C, antes indicados, de UNE-EN 25817.

Si el cupón de prueba no supera dichos requisitos, el soldador repetirá la prueba.

32.8. Período de Validez

32.8.1. Cualificación inicial

La validez de la cualificación del soldador empieza en la fecha en que se completaron satisfactoriamente todos los ensayos requeridos. Esta fecha puede ser diferente de la fecha de emisión del certificado.

La cualificación del soldador tendrá validez por un periodo de dos años **siempre que quien le contrata o su coordinador firme el correspondiente certificado con intervalos de seis meses** y se cumplan, además, las siguientes condiciones:

- A. Que el soldador haya realizado con una continuidad razonable trabajos de soldadura dentro de los límites de su cualificación. Se permite una interrupción por un período no más largo de seis meses.
- B. Que el trabajo del soldador se haya realizado en condiciones técnicas conformes con aquellas bajo las cuales se realizó la prueba de cualificación.
- C. Que no exista razón específica para cuestionar el conocimiento y habilidad del soldador.

Si alguna de estas condiciones no se satisface, se cancelará la cualificación.

32.8.2. Renovación

La validez de la cualificación puede ser extendida sucesivamente para períodos de dos años, a condición de que se satisfagan cada una de las siguientes condiciones:

- Que las soldaduras realizadas por el soldador en su trabajo ordinario sean de la calidad requerida.
- Que se archiven, junto con el certificado de cualificación del soldador, por ejemplo cada seis meses documentación sobre inspecciones por radiografía o por ultrasonidos, o informes de ensayos de fractura.

La persona u organismo examinador deberá verificar el cumplimiento de las condiciones anteriores y firmar la renovación del certificado de cualificación del soldador.

32.9. Certificación

El certificado de cualificación será establecido para confirmar que el soldador ha superado con éxito la prueba de cualificación. En este certificado quedarán recogidos todos los parámetros de soldeo aplicados durante la prueba. Si el soldador no supera cualquiera de los ensayos establecidos, no se emitirá certificado.

El certificado de cualificación del soldador se emitirá en al menos uno de los idiomas oficiales del CEN (Inglés, Francés, Alemán).

Tanto la prueba práctica como la de evaluación de conocimientos se calificarán como “Aceptable” o “No ensayado”.

Un cambio de las variables esenciales del examen de cualificación fuera de los rangos permitidos, requiere una nueva prueba y un nuevo certificado de cualificación.