

## Índice

Página

Introducción .....	1
1 Campo de aplicación .....	1
2 Referencias normativas.....	2
3 Términos.....	2
4 Corte térmico.....	3
4.1 Calidad de superficie de corte.....	3
4.2 Posición de los puntos de medida .....	3
4.3 Profundidad de rugosidad media .....	4
4.4 Tolerancias de forma y posición .....	5
5 Conformación por doblado .....	6
5.1 Doblado de productos planos .....	6
5.2 Doblado en frío de tubos.....	6
6 Ensayo/Comprobación .....	7
Referencias .....	7
Modificaciones .....	7
Ediciones anteriores.....	7

## Introducción

Los requisitos de fabricación enumerados en esta parte de la norma SN 200 sirven para lograr la calidad adecuada de los productos SMS. Por lo tanto, estos requisitos deben cumplirse siempre, a menos que se acuerde lo contrario en planos, documentos de pedido y/u otros documentos de fabricación. El carácter vinculante de la presente norma se indica en el cajetín de los planos, en los contratos y/o en los documentos de pedido. Si no pueden cumplirse estos requisitos, deberá consultarse a SMS group.

## 1 Campo de aplicación

Esta norma de empresa especifica los requisitos para las piezas fabricadas mediante corte térmico o conformación por doblado usados para la fabricación de productos de SMS group.

**No guarantee can be given in respect  
of this translation.**

In all cases the latest German version of this standard  
shall be taken as authoritative.

N° de páginas 7

## 2 Referencias normativas

Los siguientes documentos, citados parcial o totalmente en este documento, son necesarios para la aplicación del mismo. Las referencias con indicación de fecha siempre se refieren a la edición referenciada. Las referencias sin indicación de fecha siempre se refieren a la última edición del documento referenciado (con todas sus modificaciones).

<a href="#">DIN 2413</a>	Tubos de acero sin cordón para sistemas hidráulicos de aceite y agua; Base de cálculo para tubos y codos sometidos a cargas dinámicas
<a href="#">DIN 6935:2011-10</a>	Doblado en frío de productos planos de acero
<a href="#">DIN EN ISO 1101</a>	Especificación geométrica del producto (EGP); Tolerancia geométrica; Tolerancia de forma, orientación, localización y alabeo
<a href="#">DIN EN ISO 9013:2017-05</a>	Corte térmico; Clasificación de los cortes térmicos; Especificación geométrica del producto y calidad
<a href="#">DIN EN ISO 13920:1996-11</a>	Soldadura; Tolerancias generales en construcciones soldadas; Medidas lineales y angulares, forma y posición
<a href="#">SN 200-1</a>	Prescripciones de fabricación - Requisitos y Principios
<a href="#">SN 200-4</a>	Prescripciones de fabricación - Soldadura

## 3 Términos

Para la aplicación del presente documento los siguientes términos son válidos.

### **Tubos [SN 600-1:2020-04]**

Perfil hueco rígido que se fabrica como semiproducto en longitudes estándar y se utiliza generalmente como material de partida:

- para la fabricación de tuberías para el transporte de fluidos o
- como protección y/o guiado de cables eléctricos o
- como pieza a soldar para estructuras metálicas y/o de ingeniería mecánica.

### **Tubería [SN 600-1:2020-04]**

Componente rígido en el que las piezas de la tubería están firmemente unidas entre sí (soldadas, prensadas, etc.). Generalmente se utilizan como parte de las tuberías para el transporte de fluidos (p.ej. agua de refrigeración, aire, aceite, etc.) desde el punto en que el fluido se pone a disposición (p.ej. estación de bomba) hasta el usuario final (p. ej. cilindro) o como protección y/o guiado de cables eléctricos.

## 4 Corte térmico

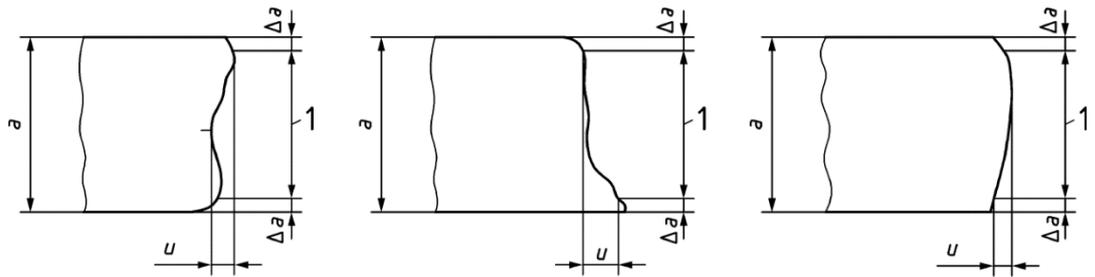
### 4.1 Calidad de superficie de corte

La calidad de superficie de corte es la distancia entre dos rectas paralelas entre las que se encuentra el perfil de superficie de corte dentro del ángulo teórico (p. ej., 90° si el corte es vertical).

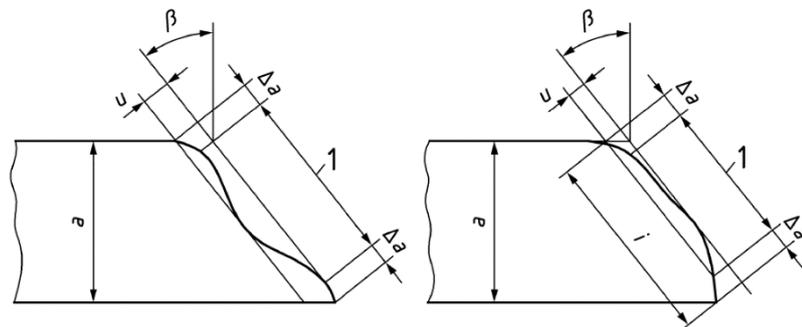
La tolerancia de rectangularidad o inclinación comprende tanto las desviaciones de rectitud como las de planitud. La Imagen1 (corte vertical y corte en bisel) muestra las mayores desviaciones reales dentro de la clase de tolerancia.

### 4.2 Posición de los puntos de medida

La tolerancia de rectangularidad o inclinación  $u$  especificada en la Tabla 2 debe observarse y determinarse en un área limitada de la superficie de corte. Debido a la fundición del área de canto superior del corte, la superficie de corte debe reducirse desde el canto de superficie de corte superior e inferior por la medida  $\Delta a$  de acuerdo con Imagen1 según Tabla 1.



a) Corte vertical



b) Corte en bisel

#### Leyenda

- 1 Distancia para determinar la tolerancia de rectangularidad o inclinación
- a Espesor de la pieza
- $\Delta a$  Reducción del espesor de corte
- $i$  Espesor de corte
- $u$  Tolerancia de rectangularidad o inclinación
- $\beta$  Ángulo del filo de corte

Imagen1 – Tolerancia de rectangularidad o inclinación

**Tabla 1 - Medidas para  $\Delta a$**  (Medidas en mm)

Espesor de corte a	$\Delta a^a$
$\leq 3$	0,1 a
$> 3 \leq 6$	0,3
$> 6 \leq 10$	0,6
$> 10 \leq 20$	1
$> 20 \leq 40$	1,5
$> 40 \leq 100$	2
$> 100 \leq 150$	3
$> 150 \leq 200$	5
$> 200 \leq 250$	8
$> 250 \leq 400$	10

Hasta 300 mm los valores corresponden a la tabla 3 de la norma [DIN EN ISO 9013:2017-05](#). Los valores >300 mm son específicos de SMS group.

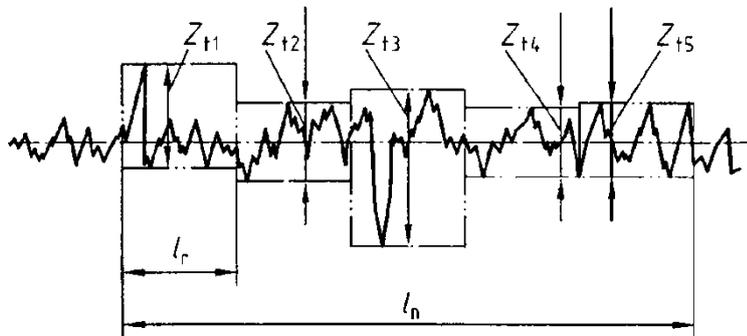
**Tabla 2 - Tolerancia de rectangularidad o inclinación** (Medidas en mm)

Espesor de corte a	hasta 20	>20 hasta 40	>40 hasta 60	>60 hasta 80	>80 hasta 100	>100 hasta 120	>120 hasta 140	>140 hasta 160	>160 hasta 180	>180 hasta 200	>200 hasta 220	>220 hasta 240	>240 hasta 260	>260 hasta 280	>280 hasta 400
	u <sup>a)</sup>	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2

<sup>a)</sup> Hasta 140 mm los valores corresponden al campo de medida 4 de la tabla 4 de la norma [DIN EN ISO 9013:2017-05](#), los valores >140 mm son específicos de SMS group.

### 4.3 Profundidad de rugosidad media

La profundidad de rugosidad media  $R_{z5}$  según [DIN EN ISO 9013](#) es la media aritmética de los elementos de perfil individuales en cinco mediciones individuales contiguas, vea Imagen2. Los valores según Tabla 3 deben respetarse.



**Leyenda**

- $l_n$  Trayecto de medición
- $Z_{t1}$  a  $Z_{t5}$  Elementos individuales de perfil
- $l_r$  Trayecto de medición individual (1/5 de  $l_n$ )

**Imagen2 – Profundidad de rugosidad media**

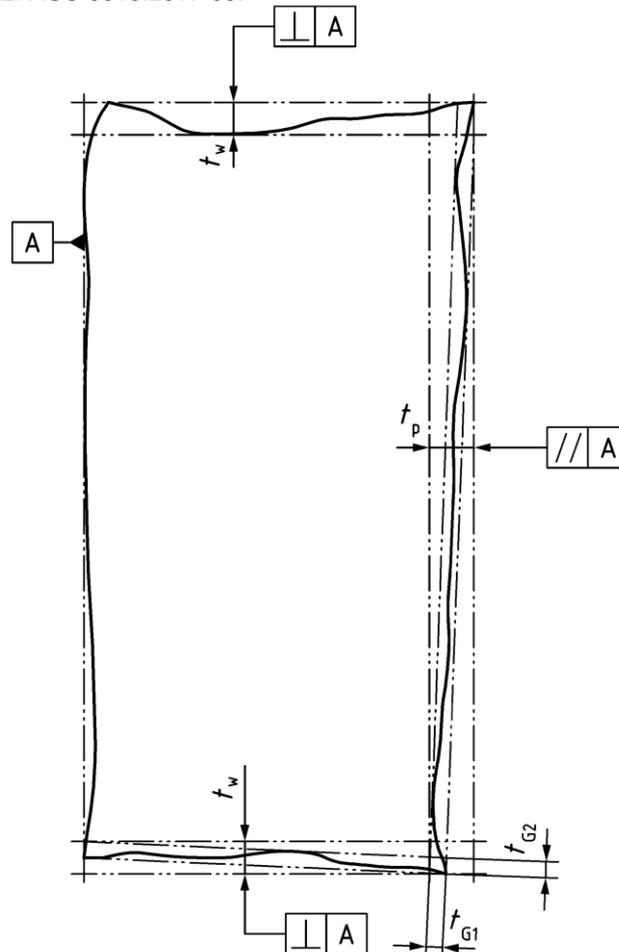
**Tabla 3 – Profundidad de rugosidad media** (Medidas en mm)

Espesor de corte a	hasta 20	>20 hasta 40	>40 hasta 60	>60 hasta 80	>80 hasta 100	>100 hasta 120	>120 hasta 140	>140 hasta 160	>160 hasta 180	>180 hasta 200	>200 hasta 220	>220 hasta 240	>240 hasta 260	>260 hasta 280	>280 hasta 400
$R_{z5}^a$	0,146	0,182	0,218	0,254	0,290	0,326	0,362	0,398	0,434	0,470	0,506	0,542	0,578	0,614	0,650

<sup>a)</sup> Hasta 140 mm los valores corresponden al campo de medida 4 de la tabla 5 de la norma [DIN EN ISO 9013:2017-05](#), los valores >140 mm son específicos de SMS group.

#### 4.4 Tolerancias de forma y posición

La Imagen3 muestra las máximas desviaciones reales admitidas dentro de las zonas de tolerancia. La medida del plano es la medida nominal. Las medidas reales se tomarán de las superficies de corte limpiadas. Las diferencias límite para medidas nominales según Tabla 4 se aplican a medidas sin indicación de tolerancia. Las diferencias límite corresponden a la clase de tolerancia 1 según [DIN EN ISO 9013:2017-05](#).



#### Leyenda

- $t_w$  Tolerancia de rectangularidad (vea [DIN EN ISO 1101](#)) para la anchura de corte referida a A
- $t_p$  Tolerancia de paralelidad (vea [DIN EN ISO 1101](#)) para la anchura de corte referida a A en el plano de la chapa
- $t_{G1}$  Tolerancia de rectitud (vea [DIN EN ISO 1101](#)) para la longitud de corte
- $t_{G2}$  Tolerancia de rectitud (vea [DIN EN ISO 1101](#)) para la anchura de corte

Imagen3 – Tolerancias de forma y posición (ejemplo de una chapa)

Tabla 4 – Diferencias límite para medidas nominales de la clase de tolerancias 1  
(Medidas en mm)

Espesor de la pieza <sup>a)</sup>	Medidas nominales							
	> 0 < 3	≥ 3 < 10	≥ 10 < 35	≥ 35 < 125	≥ 125 < 315	≥ 315 < 1000	≥ 1000 < 2000	≥ 2000 < 4000
Diferencias límite								
> 0 ≤ 1	± 0,04	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,3
> 1 ≤ 3,15	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,4
> 3,15 ≤ 6,3	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,6
> 6,3 ≤ 10	-	± 0,5	± 0,6	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,7	± 0,8
> 10 ≤ 50	-	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,8	± 1	± 1,6	± 2,5
> 50 ≤ 100	-	-	± 1,3	± 1,3	± 1,4	± 1,7	± 2,2	± 3,1
> 100 ≤ 150	-	-	± 1,9	± 2	± 2,1	± 2,3	± 2,9	± 3,8
> 150 ≤ 200	-	-	± 2,6	± 2,7	± 2,7	± 3	± 3,6	± 4,5
> 200 ≤ 250	-	-	-	-	-	± 3,7	± 4,2	± 5,2
> 250 ≤ 400	-	-	-	-	-	± 4,4	± 4,9	± 5,9

Hasta 300 mm los valores corresponden a la tabla 6 de la norma [DIN EN ISO 9013:2017-03](#). Los valores >300 mm son específicos de SMS group.

## 5 Conformación por doblado

### 5.1 Doblado de productos planos

En el doblado de productos planos se han de considerar los radios de doblado admitidos y las longitudes de los catetos conforme a la Imagen4 y la Tabla 5. En el doblado en frío de productos planos se consideran los valores de la Tabla 5 sólo para aceros con una resistencia a la tracción mínima de  $R_m$  390 MPa. Para otras definiciones más consulte la norma [DIN 6935:2011-10](#).

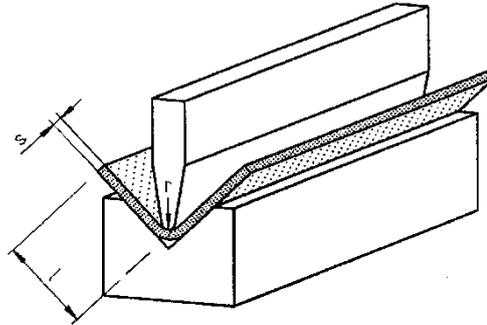


Imagen4 - Disposición durante el doblado

Tabla 5 - Radio de doblado y longitud de los catetos para un ángulo de doblado de 90° (Medidas en mm)

Esesor de la chapa	s	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	
Radio de doblado	mín. r	2,5			3	6	8	10	16	20	24	30	40	50	60	70	100		
Longitud de los catetos	mín. l	10			16	24	32	40	64	80	96	120	160	200	240	280	320		

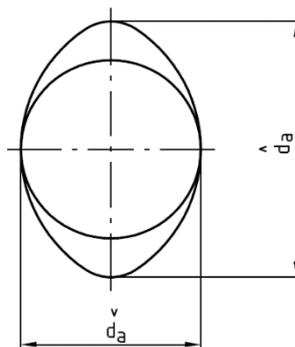
### 5.2 Doblado en frío de tubos

Es preferible doblar los tubos en frío en lugar de soldar injertando codos o el uso de conexiones separables (p.ej. racores angulares). Si los planos muestran codos de soldadura que pueden sustituirse por tubos doblados en frío, teniendo en cuenta el mayor radio de doblado, este cambio puede ser realizado por el taller de fabricación. Para los planos isométricos de tuberías, debe garantizarse el cumplimiento de las especificaciones del plano.

#### 5.2.1 Radios de doblado

Los radios de doblado de los tubos doblados en frío deben diseñarse de acuerdo con la norma [DIN 2413](#).

En los tubos doblados en frío se admite una falta de redondez de  $\leq 6\%$ . En los tubos doblados por inducción (en caliente) se admite una falta de redondez de  $\leq 2,5\%$ . La falta de redondez de un tubo (Imagen5) se determina según la siguiente fórmula:



$$U = \frac{2(\hat{d}_a - \check{d}_a) \times 100}{(\hat{d}_a + \check{d}_a)}$$

Imagen5 - Falta de redondez

### 5.2.2 Tolerancias generales

Las tolerancias generales están definidas en la Tabla 6 de acuerdo con [DIN EN ISO 13920:1996-11](#). Estas tolerancias generales corresponden a las de soldadura y se aplicarán de forma análoga a piezas de doblado.

A tuberías completamente dimensionadas (p.ej. detalle del tubo, isometría) y a piezas dobladas de productos planos se aplica la clase de tolerancia *B* según la Tabla 6, a tuberías no completamente dimensionadas y de instalación libre se aplica la clase de tolerancia *C* según la Tabla 6. Como medidas longitudinales se entienden medidas exteriores, interiores, escalonadas, diámetros de doblado y radios de doblado.

Tabla 6 - Tolerancias de medidas longitudinales (Medidas en mm)

Clase de tolerancia	Grupo de medidas nominales										
	2 hasta 30	> 30 hasta 120	> 120 hasta 400	> 400 hasta 1000	> 1000 hasta 2000	> 2000 hasta 4000	> 4000 hasta 8000	> 8000 hasta 12000	> 12000 hasta 16000	> 16000 hasta 20000	> 20000
B	± 1	± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16
C	± 1	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24	± 27

### 5.2.3 Tolerancias generales para medidas angulares

Las tolerancias generales para las medidas angulares se especifican en la norma [SN 200-4:2022-06](#).

## 6 Ensayo/Comprobación

En piezas oxicortadas y dobladas el fabricante debe comprobar la exactitud de las medidas y ángulos indicados. Además, el fabricante debe determinar la calidad superficial (profundidad de rugosidad Rz5) en superficies oxicortadas. No se requiere una documentación de los ensayos realizados.

### Referencias

[SN 600-1:2020-04](#) Clase de tuberías; Conceptos básicos

### Modificaciones

En comparación con la [SN 200-3:2016-05](#) se han introducido las siguientes modificaciones:

Cambios editoriales	Introducción recién añadida Actualización de las referencias normativas; Imágenes de los apartados 4.2 y 4.4 adaptadas a la <a href="#">DIN EN ISO 9013:2017-05</a> ;
Apartado 3	Términos adaptados conforme a la <a href="#">SN 600-1</a>
Apartado 5.2	Nota «Es preferible...soldar injertando codos o el uso de conexiones separables (p.ej. racores angulares)...» recién añadida
Apartado 5.2.1	Radios de doblado según <a href="#">DIN 2413</a> añadidos. Falta de redondez de los tubos doblados en frío ajustado a $\leq 6\%$

### Ediciones anteriores

SN 200:1971-09, 1975-11, 1978-01, 1981-01, 1985-01, 1992-03, 1996-03, 1999-09, 2003-09, 2007-02, 2010-09  
SN 200-3:2016-05