

9. PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS.....	227
9.1. NORMAS GENERALES PARA LOS PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS	227
9.1.1. CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE-EN 10143; 1993.....	227
9.2. PRODUCTOS PLANOS GALVANIZADOS	229
9.2.1. BANDAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN, GALVANIZADAS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE-EN 10147; 2000.	229
9.2.2. BANDAS Y BOBINAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO BAJO EN CARBONO, GALVANIZADAS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO. UNE-EN 10142; 2001.	233
9.2.3. BANDAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO, GALVANIZADAS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO. UNE-EN 10292; 2000.	237
9.3. PRODUCTOS PLANOS ELECTROCINCADOS	243
9.3.1. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO LAMINADOS EN FRÍO, RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE DE CINCO. UNE-EN 10152; 1993.	243
9.3.2. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE DE CINCO-NÍQUEL (ZN). UNE-EN 10271; 1998.....	246
9.4. PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS DE ALUMINIO-CINCO.....	250
9.4.1. BANDAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO RECUBIERTAS EN CONTINUO DE ALEACIÓN DE CINCO-ALUMINIO (ZA), POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE-EN 10214; 1995.	250
9.4.2. BANDAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO RECUBIERTAS EN CONTINUO DE ALEACIÓN DE ALUMINIO-CINCO (AZ), POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE-EN 10215; 1995.	253
9.5. PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS.....	256
9.5.1. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO, RECUBIERTOS EN CONTINUO DE MATERIAS ORGÁNICAS (PRELACADOS). UNE-EN 10169-1; 1996.....	256
9.5.2. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO, RECUBIERTOS EN CONTINUO DE MATERIAS ORGÁNICAS (PRELACADOS). PRODUCTOS PARA APLICACIONES EXTERIORES EN LA EDIFICACIÓN. UNE-EN 10169-2; 1996.	261
9.5.3. PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO, DE ACERO DULCE PARA ESMALTADO POR VITRIFICACIÓN. UNE-EN 10209; 1996.....	264
9.5.4. PRODUCTOS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN GRANALLADOS Y PREPINTADOS POR TRATAMIENTO AUTOMÁTICO. UNE-EN 10238; 1996.	266
9.6. OTROS PRODUCTOS PLANOS CON RECUBRIMIENTO METÁLICO	267
9.6.1. CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS. ESPECIFICACIÓN DE CHAPA DE ACERO PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS. UNE-EN 505:1999.	267
9.6.2. CHAPA DE ACERO CON RECUBRIMIENTO DE ALUMINIO (TIPO A). NORMA UNE-EN 505. ANEXO A.	268
9.6.3. CHAPA DE ACERO CON RECUBRIMIENTO MULTICAPA. UNE-EN 505. ANEXO B.	269
9.6.4. BANDAS Y CHAPAS DE ACERO RECUBIERTAS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE EN UN BAÑO DE ALUMINIO-SILICIO (AS). UNE-EN 10154; 1996.	270
9.6.5. BANDA DE ACERO AL CARBONO, LAMINADO EN FRÍO RECUBIERTA DE ALEACIÓN DE PLOMO POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE 36-131-78.....	273

9. PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS

9.1. NORMAS GENERALES PARA LOS PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS

9.1.1. CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE-EN 10143; 1993.

Exigencias aplicables a las tolerancias dimensionales y de forma de los productos planos (bobinas de todas las anchuras, flejes cizallados y chapas cortadas transversalmente) recubiertos en continuo por inmersión en caliente, en espesor $\leq 3.0\text{mm}$ en aceros de bajo contenido en carbono para conformación en frío y aceros de construcción. Por espesor se entiende el espesor final del producto suministrado, que comprende el revestimiento metálico. Es aplicable a todos los productos planos recubiertos en continuo por inmersión en caliente con recubrimientos metálicos.

□ **ESPESOR:**

Tabla 9-1 Chapas y Bobinas de acero con revestimiento metálico - Tolerancias de espesor de productos planos con recubrimiento metálico en caliente en aceros de bajo contenido en carbono para conformación en frío, así como para aceros de construcción con valor mínimo del límite elástico especificado $< 280 \text{ N/mm}^2$ (incluidos los grados de acero Fe E 550G o S 550GD).

Medidas en milímetros

Espesor nominal	Tolerancias normales para una anchura no nominal ¹⁾			Tolerancias restringidas (S) para una anchura nominal ¹⁾²⁾		
	≤ 1200	> 1200 ≤ 1500	> 1500	≤ 1200	> 1200 ≤ 1500	> 1500
≤ 0.40	± 0.05	± 0.06	----	± 0.03	± 0.04	----
$> 0.40 \leq 0.60$	± 0.06	± 0.07	± 0.08	± 0.04	± 0.05	± 0.06
$> 0.60 \leq 0.80$	± 0.07	± 0.08	± 0.09	± 0.05	± 0.06	± 0.06
$> 0.80 \leq 1.00$	± 0.08	± 0.09	± 0.10	± 0.06	± 0.07	± 0.07
$> 1.00 \leq 1.20$	± 0.09	± 0.10	± 0.11	± 0.07	± 0.08	± 0.08
$> 1.20 \leq 1.60$	± 0.11	± 0.12	± 0.12	± 0.08	± 0.09	± 0.09
$> 1.60 \leq 2.00$	± 0.13	± 0.14	± 0.14	± 0.09	± 0.10	± 0.10
$> 2.00 \leq 2.50$	± 0.15	± 0.16	± 0.16	± 0.11	± 0.12	± 0.12
$> 2.50 \leq 3.00$	± 0.17	± 0.18	± 0.18	± 0.12	± 0.13	± 0.13

1) En las bobinas anchas y las bobinas anchas cizalladas, la tolerancia de espesor en la zona de las soldaduras laminadas en frío debe ser aumentada en un máximo del 60% sobre una longitud de 15m.
2) Para los revestimientos de cinc Z 450 y Z 600 la tolerancia de espesor debe ser aumentada en 0.02mm.

Tabla 9-2 Chapas y Bobinas de acero con revestimiento metálico - Tolerancias de espesor de los productos planos con recubrimiento metálico en caliente en aceros de construcción de valor mínimo de límite elástico $\geq 280 \text{ N/mm}^2$ (con la exclusión de los grados Fe E 550G o S 550GD).

Medidas en milímetros

Espesor nominal	Tolerancias normales para una anchura no nominal ¹⁾			Tolerancias restringidas (S) para una anchura nominal ¹⁾²⁾		
	≤ 1200	> 1200 ≤ 1500	> 1500	≤ 1200	> 1200 ≤ 1500	> 1500
≤ 0.40	± 0.06	± 0.07	----	± 0.04	± 0.05	----
$> 0.40 \leq 0.60$	± 0.07	± 0.08	± 0.09	± 0.05	± 0.06	± 0.07
$> 0.60 \leq 0.80$	± 0.08	± 0.09	± 0.11	± 0.06	± 0.07	± 0.07
$> 0.80 \leq 1.00$	± 0.09	± 0.11	± 0.12	± 0.07	± 0.08	± 0.08
$> 1.00 \leq 1.20$	± 0.11	± 0.12	± 0.13	± 0.08	± 0.09	± 0.09
$> 1.20 \leq 1.60$	± 0.13	± 0.14	± 0.14	± 0.09	± 0.11	± 0.11
$> 1.60 \leq 2.00$	± 0.15	± 0.17	± 0.17	± 0.11	± 0.12	± 0.12
$> 2.00 \leq 2.50$	± 0.18	± 0.19	± 0.19	± 0.13	± 0.14	± 0.14
$> 2.50 \leq 3.00$	± 0.20	± 0.21	± 0.21	± 0.14	± 0.15	± 0.15

1) En las bobinas anchas y las bobinas anchas cizalladas, la tolerancia de espesor en la zona de las soldaduras laminadas en frío debe ser aumentada en un máximo del 60% sobre una longitud de 15m.
2) Para los revestimientos de cinc Z 450 y Z 600 la tolerancia de espesor debe ser aumentada en 0.02mm.

□ **ANCHURA**

Tabla 9-3 Chapas y Bobinas de acero con revestimiento metálico - Tolerancias de anchura de los productos planos con recubrimiento metálico por inmersión en caliente de anchura nominal $\geq 600\text{mm}$ (bobinas y chapas).

Medidas en milímetros

Anchura nominal	Tolerancias normales		Tolerancias especiales (S)	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
$\geq 600 \leq 1200$	0	+ 5	0	+ 2
$> 1200 \leq 1500$	0	+ 6	0	+ 2
> 1500	0	+ 7	0	+ 3

Tabla 9-4 Chapas y Bobinas de acero con revestimiento metálico - Tolerancia en anchura de los productos con recubrimiento metálico por inmersión en caliente de anchura nominal $< 600\text{mm}$ (bobinas cizallas y flejes cizallados cortados transversalmente).

Medidas en milímetros

Tipo de tolerancia	Espesor nominal	Anchura nominal							
		< 125		$\geq 125 < 250$		$\geq 125 < 250$		$\geq 125 < 250$	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Normal	< 0.6	0	+ 0.4	0	+ 0.5	0	+ 0.7	0	+ 1.0
	$\geq 0.6 < 1.0$	0	+ 0.5	0	+ 0.6	0	+ 0.9	0	+ 1.2
	$\geq 1.0 < 2.0$	0	+ 0.6	0	+ 0.8	0	+ 1.1	0	+ 1.4
	$\geq 2.0 \leq 3.0$	0	+ 0.7	0	+ 1.0	0	+ 1.3	0	+ 1.6
Especial (S)	< 0.6	0	+ 0.2	0	+ 0.2	0	+ 0.3	0	+ 0.5
	$\geq 0.6 < 1.0$	0	+ 0.2	0	+ 0.3	0	+ 0.4	0	+ 0.6
	$\geq 1.0 < 2.0$	0	+ 0.3	0	+ 0.4	0	+ 0.5	0	+ 0.7
	$\geq 2.0 \leq 3.0$	0	+ 0.4	0	+ 0.5	0	+ 0.6	0	+ 0.8

□ **LONGITUD**

Tabla 9-5 Chapas y Bobinas de acero con revestimiento metálico - Tolerancias de longitud de chapas y bandas cizalladas y cortadas transversalmente

Medidas en milímetros

Longitud nominal l	Tolerancia en longitud			
	Normal		Especial (S)	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
< 2000	0	6	0	3
≥ 2000	0	$0.003 \times l$	0	$0.0015 \times l$

□ **PLANICIDAD**

Tabla 9-6 Chapas y Bobinas de acero con revestimiento metálico - Tolerancias de planicidad de chapas por inmersión en caliente de aceros de construcción con valor mínimo de límite elástico $< 280 \text{ N/mm}^2$

Medidas en milímetros

Tipos de tolerancia	Anchura nominal	Espesor nominal		
		< 0.7	$\geq 0.7 < 1.2$	≥ 1.2
Normal	$\geq 600 < 1200$	12	10	8
	$\geq 1200 < 1500$	15	12	10
	≥ 1500	19	17	15
Especial (S)	$\geq 600 < 1200$	5	4	3
	$\geq 1200 < 1500$	6	5	4
	≥ 1500	8	7	6

Tabla 9-7 Chapas y Bobinas de acero con revestimiento metálico - Tolerancias de planicidad de chapas por inmersión en caliente de aceros de construcción con valor mínimo de límite elástico $\geq 280 \text{ N/mm}^2 < 360 \text{ N/mm}^2$.

Medidas en milímetros

Tipos de tolerancia	Anchura nominal	Espesor nominal		
		< 0.7	$\geq 0.7 < 1.2$	≥ 1.2
Normal	$\geq 600 < 1200$	15	13	10
	$\geq 1200 < 1500$	18	15	13
	≥ 1500	22	20	19

Especial (S)	≥ 600 <1200	8	6	5
	≥ 1200 <1500	9	8	6
	≥ 1500	12	10	9

Para las chapa de acero de límite elástico mínimo especificado superior (por ejemplo, Fe E 550G o S 550GD) y para las chapas con revestimiento de cinc de masas Z 450 y Z 600, las tolerancias de planicidad deben de ser acordadas en el pedido.

❑ **FALTA DE ESCUADRADO**

Salvo otro tipo de acuerdo, el defecto de escuadrado u, no debe ser superior al 1% de la anchura real de la chapa.

❑ **ONDULACIÓN DE LOS BORDES**

Salvo otro tipo de acuerdo, el defecto de ondulación de bordes q, no debe de ser superior a 6mm sobre una longitud de 2m. Para las longitudes inferiores a 2m la tolerancia no debe ser superior al 0.3% de la longitud real.

Para las bobinas anchas cizalladas a una anchura inferior a 600mm puede especificarse una tolerancia restringida (CS) de 2mm como máximo sobre una longitud de 2m. Esta tolerancia restringida no es aplicable a las bobinas cizalladas de límite elástico ≥ 280 N/mm².

❑ **INSCRIPCIÓN DEL FORMATO**

Por acuerdo en el pedido, las especificaciones relativas a las tolerancias de escuadrado y de ondulación de bordes pueden ser sustituidas por la exigencia de que el formato de la chapa solicitada pueda inscribirse en las chapas suministradas.

9.2. PRODUCTOS PLANOS GALVANIZADOS

9.2.1. BANDAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN, GALVANIZADAS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE-EN 10147; 2000.

Características de los productos planos de acero, galvanizados en continuo por inmersión en caliente, de espesor igual o inferior a 3mm. Es espesor considerado es el espesor final del producto después de la galvanización. Es aplicable a todos los productos planos cualquiera que sea su anchura, es decir, bandas de cualquier anchura, chapas o flejes cortadas de ellas (≥ 600mm de anchura) y a las cortadas de forma longitudinal(< 600mmde anchura). Es aplicable a todos los productos planos cualquiera que sea su anchura, es decir, bandas de cualquier anchura, chapas o flejes cortadas de ellas (≥ 600mm de anchura) y a las cortadas de forma longitudinal(< 600mmde anchura).

❑ **PROPIEDADES MECÁNICAS**

Tabla 9-8 Chapas y Bobinas de acero de construcción galvanizadas en caliente - Tipos de acero y propiedades mecánicas

Designación		Símbolo para el tipo de galvanizado por inmersión en caliente	Límite elástico convencional ¹⁾ a 0.2% R _{p0.2} N/mm ² min.	Resistencia a la tracción R _m N/mm ² min.	Alargamiento ³⁾ A ₈₀ % min.
Tipo de acero					
Simbólica	Numérica				
S220GD	1.0241	+ Z	220	300	20
S220GD	1.241	+ ZF			
S250GD	1.0242	+ Z	250	330	19
S250GD	1.0242	+ ZF			
S280GD	1.0244	+ Z	280	360	18
S280GD	1.0244	+ ZF			
S320GD	1.0250	+ Z	320	390	17
S320GD	1.0250	+ ZF			
S350GD	1.0529	+ Z	350	420	16
S350GD	1.0529	+ ZF			
S550GD	1.0531	+ Z	550	560	---
S550GD	1.0531	+ ZF			

1) Si el límite elástico es pronunciado, entonces el valor se refiere al límite elástico inferior (R_{eH}). 2) Para todos los tipos excepto para S550GD+Z y S550GD+ZF se puede esperar un margen de 140N/mm² en la resistencia a la tracción. 3) Para espesores de producto ≤ 0.7mm (incluyendo el recubrimiento de zinc) se pueden reducir en 2 unidades los valores de alargamiento en la rotura del mínimo (A_{80}).

Los valores de los ensayos de tracción se deben aplicar a muestras longitudinales y se deben relacionar con las secciones transversales de las probetas sin galvanizar. Con el envejecimiento se puede producir una reducción en la formabilidad de todos los productos galvanizados en caliente aquí descritos. Por tanto, es interesante para el usuario utilizar los productos tan pronto como sea posible tras su recepción.

▣ RECUBRIMIENTOS

Los recubrimientos pueden consistir en un depósito de cinc (Z) o de una aleación de hierro-cinc (ZF) tal como se indica en las dos tablas siguientes. Las distintas masas de recubrimiento que se pueden suministrar también se indican en estas tablas. Al hacer el pedido se pueden convenir otras masas de recubrimiento. Los espesores gruesos de cinc limitan la formabilidad y soldabilidad de los productos. Por tanto, se deben tener en cuenta los requisitos de conformado y soldadura al pedir las masas de recubrimiento. Por acuerdo al hacer el pedido, los productos planos galvanizados en caliente se pueden suministrar con una masa de recubrimiento diferente en cada una de las caras. Como consecuencia del proceso de fabricación, ambas caras pueden tener un aspecto diferente.

Tabla 9-9 Chapas y Bobinas de acero de construcción galvanizadas en caliente - Recubrimientos, calidades de acabado y aspecto del recubrimiento habituales para recubrimientos de cinc (Z).

Tipo de acero	Designación del recubrimiento ¹⁾	Acabado del recubrimiento			
		N		M	
		Calidad del acabado superficial ¹⁾			
		A	A	B	C
Todos	100	X	X	X	X
	140	X	X	X	X
	200	X	X	X	X
	225	X	X	X	X
	275	X	X	X	X
	350	X	X	----	----
	(450)	(X)	----	----	----
(600) ²⁾	(X)	----	----	----	

1) Los recubrimientos y acabados que figuran entre paréntesis sólo se suministran por acuerdo.
2) No aplicable al tipo S550gd+Z.

Tabla 9-10 Chapas y Bobinas de acero de construcción galvanizadas en caliente - Recubrimientos, calidades de acabado y aspecto del recubrimiento habituales para recubrimientos de cinc (ZF).

Tipo de acero	Designación del recubrimiento	Acabado del recubrimiento		
		R		
		Calidad del acabado superficial		
		A	B	C
Todos	100	X	X	X
	400	X	X	----

▣ ACABADO DEL RECUBRIMIENTO

Floreado normal: Este acabado resulta de la solidificación natural del cinc. Según las condiciones de galvanización, se puede o obtener floreado u obtener cristales de cinc de tamaño y brillo heterogéneos. Estos factores no afectan a la calidad del recubrimiento. Si se desea un floreado más acusado, se deberá especificar en el pedido.

Floreado mínimo (M): Este acabado se obtiene cuando se controla adecuadamente el proceso de solidificación del cinc. La superficie presentará un floreado reducido que en algunos casos puede no ser visible a simple vista. Este acabado se solicita cuando el floreado normal no satisface los requisitos de aspecto superficial.

Recubrimiento de aleación hierro-cinc (R): Es el obtenido mediante un tratamiento térmico de difusión del hierro en el cinc. La superficie tiene un aspecto homogéneo gris mate.

▣ ACABADO SUPERFICIAL:

Salvo acuerdo en contrario al hacer el pedido, el fabricante sólo inspeccionará una cara. A petición del cliente, el suministrador le indicará la cara, la de arriba o la de abajo, que ha sido inspeccionada. No será motivo de rechazo ligeros “dientes de sierra” en los bordes de los productos no cizallados. El suministro de bobinas (banda o fleje) presenta un mayor riesgo de defectos superficiales que el suministro de superficies cortadas, ya que no es posible que el fabricante elimine todos los defectos interiores. El cliente debe tener en cuenta este hecho en apreciación de los productos.

Acabado superficial ordinario (A): En este acabado se permiten pequeños cráteres, heterogeneidades en el floreado, puntos negros, ligeras rayas y pequeñas manchas de pasivación. Se puede observar un ligero acostillado y sobre-espesores locales en el recubrimiento de cinc.

Acabado superficial mejorado (B): El acabado se obtiene generalmente aplicando un temper (skin-pass). En este acabado son admisibles defectos localizados tales como aquellos que se deben a una parada del tratamiento mecánico, marcas de cilindros, irregularidades, estrías, huellas, irregularidades en el floreado y sobre-espesores en el recubrimiento de cinc, así como ligeras marcas de pasivación.

Acabado superficial de calidad superior (C): El acabado C se obtiene mediante un temper (skin-pass). La cara de mejor acabado debe estar prácticamente libre de defectos y en ningún caso debe afectar a la uniformidad de una pintura de calidad. La otra cara debe presentar, al menos, un acabado B.

□ **TRATAMIENTO SUPERFICIAL (PROTECCIÓN SUPERFICIAL):**

Los productos planos galvanizados en caliente generalmente se recubren en fábrica con una de las protecciones superficiales que describen a continuación. La duración de la protección varía según las distintas atmósferas.

Pasivación química (C): La pasivación química protege la superficie de la humedad y atenúa el riesgo de aparición de oxidación blanca o “moho blanco” durante el transporte y almacenado. Este tratamiento puede provocar coloraciones locales que no afectan en nada a la calidad.

Aceitado (O): Este tratamiento disminuye el riesgo de corrosión precoz de la superficie.

La capa de aceite se debe poder eliminar mediante un desengrasante adecuado que no afecte negativamente el cinc.

Pasivación química y aceitado (CO): Precio acuerdo, si se requiere una mayor protección contra la oxidación blanca o “moho blanco” puede solicitarse la pasivación química y el aceitado posterior.

Sellado (S): Aplicación de una capa orgánica transparente de aproximadamente 1g/m² de masa de recubrimiento. Este tratamiento ofrece una protección adicional contra la corrosión, especialmente protege contra las huellas dactilares. Puede mejorar las características deslizantes durante las operaciones de formado y se puede usar como un primer recubrimiento para un barnizado posterior.

Fosfatado (P): Este tratamiento mejora la adherencia y el efecto protector del recubrimiento aplicado. También reduce el riesgo de corrosión durante el transporte y almacenamiento. El fosfatado en conjunción con una lubricación adecuada puede mejorar la conformabilidad.

Productos sin tratamiento (U): A petición expresa del cliente y bajo su responsabilidad, los productos planos galvanizados en caliente, se puede suministrar sin tratamiento de protección superficial. En este caso, aumenta notablemente el riesgo de corrosión.

□ **AUSENCIA DE ACOSTILLADO O DE FACETAS**

Si los productos deben suministrarse sin facetas o costillas, deberá indicarse separadamente a la hora de hacer el pedido.

□ **MASA DE RECUBRIMIENTO**

Las masas de recubrimiento deben ser las indicadas en la siguiente tabla. Estos valores corresponden a la masa total del recubrimiento sobre las dos caras, para el ensayo de triple muestra (triple punto) y los del ensayo de muestra simple o punto simple. La masa de cinc no siempre se reparte uniformemente por las dos caras del producto. Por ello, en los casos de recubrimiento por las dos caras, se puede admitir que, en los puntos de una cara, los valores de la masa de recubrimiento sean para el ensayo de simple muestra (punto simple), al menos, el 40% del valor indicado en la siguiente tabla:



Tabla 9-11 Chapas y Bobinas de acero de construcción galvanizadas en caliente - Masa de recubrimiento

Designación del recubrimiento ¹⁾	Masa de recubrimiento mínimo, en g/m ² , incluyendo ambas caras ²⁾ mín.	
	Ensayo de triple muestra (de tres puntos)	Ensayo de muestra simple (de un punto)
100	100	85
140	140	120
200	200	170
225	225	195
275	275	235
350	350	300
450	450	385
600	600	510

1) Los recubrimientos habituales, según los tipos que se indican en las tablas anteriores.
 2) Una masa de recubrimiento, por ambas caras, de 100g/m², equivalen aproximadamente, a un espesor de capa de 7.1µm por cara.

□ **ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO**

Después del doblado, el recubrimiento no debe presentar ningún tipo de desprendimiento. Para eliminar la influencia del corte, no deberá tenerse en cuenta una zona de 6mm de anchura en los bordes de la probeta. Se admite que el recubrimiento presente fisuraciones, rugosidades o zonas pulverulentas en el recubrimiento del tipo hierro-cinc (ZF).

9.2.2. BANDAS Y BOBINAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO BAJO EN CARBONO, GALVANIZADAS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO. UNE-EN 10142; 2001.

Características de los productos planos de acero, galvanizados en continuo por inmersión en caliente, de espesor igual o inferior a 3mm; por acuerdo en el pedido puede aplicarse a espesores superiores. El espesor considerado es el espesor final del producto después de la galvanización. Es aplicable a los productos cuya anchura es igual o superior a 600mm, es decir, a las bandas (anchura ≥ 600mm) y a los flejes (anchura < 600mm) obtenidos por corte longitudinal de una banda y a las "longitudes cortadas" (chapas y flejes en tiras) obtenidas de aquellas por corte transversal. Los productos definidos son utilizables en aquellas aplicaciones en que se precise una adecuada aptitud a la conformación y una buena resistencia a la corrosión. La protección contra la corrosión es proporcional a la masa del recubrimiento depositada.

□ **PROPIEDADES MECÁNICAS**

Tabla 9-12 Chapas y Bobinas de acero bajo en carbono galvanizadas en caliente para conformación en frío- Tipos de acero y propiedades mecánicas

Designación		Símbolo para el tipo de galvanizado por inmersión en caliente	Límite elástico a 0.2% ¹⁾ R _{p0.2} N/mm ²	Resistencia a la tracción R _m N/mm ²	Alargamiento en la rotura A ₈₀ ²⁾ % mín.	Coeficiente de anisotropía plástica r ₉₀ mín.	Coeficiente de acritud n ₉₀ mín.
Simbólica	Númérica						
DX51D	1.0226	+ Z	----	270 a 500	22	----	----
DX51D	1.0226	+ ZF					
DX52D	1.0350	+ Z	140 a 300 ³⁾	270 a 420	26	----	----
DX52D	1.0350	+ ZF					
DX53D	1.0355	+ Z	140 a 260	270 a 380	30	----	----
DX53D	1.0355	+ ZF					
DX54D	1.0306	+ Z	140 a 220	270 a 350	36	1.6	0.18
DX54D	1.0306	+ ZF	140 a 220	270 a 350	34	1.4	0.18
DX56D	1.0322	+ Z	120 a 180	270 a 350	39	1.9 ⁴⁾	0.21
DX56D	1.0322	+ ZF	120 a 180	270 a 350	37	1.7 ⁴⁾⁵⁾	0.20 ⁵⁾

1) Si el límite elástico es pronunciado, entonces el valor se refiere al límite elástico inferior (R_{eL}).
 2) Para espesores de producto ≤ 0.7mm (incluyendo el recubrimiento de zinc) se pueden reducir en 2 unidades los valores de alargamiento en la rotura del mínimo (A₈₀).
 3) Este valor se aplica sólo a productos con una ligera pasada de temperado (skin-pass) (Calidades superficiales B y C).
 4) Para espesores > 1.5mm, el valor de r₉₀ se debe reducir en 0.2.

5) Para espesores $\leq 0.7\text{mm}$, el valor de r_{90} se debe reducir en 0.2 y el valor de n_{90} se debe reducir en 0.01.

Si se especifica en el pedido de forma especial, se pueden suministrar productos aptos para la fabricación de piezas específicas, realizados con los siguientes tipos de acero DX52D+Z; DX52D+ZF, DX53D+Z; DX53D+ZF, DX54D+Z; DX54D+ZF, DX56D+Z y DX56D+ZF. En este caso no son de aplicación los valores de la tabla anterior, pero la tasa de rechazo de las piezas defectuosas cuando se procese el material no deben exceder de una proporción específica, que se debe acordar al hacer el pedido. Si el pedido se hizo de acuerdo con las características mecánicas de la tabla anterior, se aplicarán los valores de las propiedades mecánicas para los siguientes períodos acordados en el momento de hacer el pedido, y comenzando en la fecha en que los productos estén disponibles en fábrica.

- 8 días para los tipos de acero DX51D+Z; DX51D+ZF, DX52D+Z y DX52D+ZF.
- 6 meses para los tipos de acero DX53D+Z; DX53D+ZF, DX54D+Z; DX54D+ZF, DX56D+Z y DX56D+ZF.

Los valores de los ensayos de tracción se deben aplicar a muestras longitudinales y se deben relacionar con las secciones transversales de las probetas sin galvanizar.

▣ RECUBRIMIENTOS

Los recubrimientos pueden consistir en un depósito de cinc (Z) o de una aleación de hierro-cinc (ZF) tal como se indica en las dos tablas siguientes. Las distintas masas de recubrimiento que se pueden suministrar también se indican en estas tablas. Al hacer el pedido se pueden convenir otras masas de recubrimiento. Los espesores gruesos de cinc limitan la formabilidad y soldabilidad de los productos. Por tanto, se deben tener en cuenta los requisitos de conformado y soldadura al pedir las masas de recubrimiento. Por acuerdo al hacer el pedido, los productos planos galvanizados en caliente se pueden suministrar con una masa de recubrimiento diferente en cada una de las caras. Como consecuencia del proceso de fabricación, ambas caras pueden tener un aspecto diferente.

Tabla 9-13 Chapas y Bobinas de acero bajo en carbono galvanizadas en caliente para conformación en frío - Recubrimientos, calidades de acabado y aspecto del recubrimiento habituales para recubrimientos de cinc (Z).

Tipo de acero		Designación del recubrimiento ¹⁾	Acabado del recubrimiento			
Simbólica	Numérica		N	M		
			Calidad del acabado superficial ¹⁾			
			A	B	C	
DX51D	1.0226	100	X	X	X	X
		140	X	X	X	X
		200	X	X	X	X
		(225)	(X)	(X)	(X)	(X)
		275	X	X	X	X
		350	X	X	----	----
		(450)	(X)	----	----	----
		(600)	(X)	----	----	----
DX52D	1.350	100	X	X	X	X
		140	X	X	X	X
		200	X	X	X	X
		(225)	(X)	(X)	(X)	(X)
		275	X	X	X	X
DX53D	1.0355	100	X	X	X	X
DX54D	1.0306	140	X	X	X	X
DX56D	1.0322	200	X	X	X	X
		(225)	(X)	(X)	(X)	(X)
		(275)	(X)	(X)	(X)	(X)

1) Los recubrimientos y acabados que figuran entre paréntesis sólo se suministran por acuerdo.

Tabla 9-14 Chapas y Bobinas de acero bajo en carbono galvanizadas en caliente para conformación en frío - Recubrimientos, calidades de acabado y aspecto del recubrimiento habituales para recubrimientos de cinc (ZF).

Tipo de acero	Designación del recubrimiento	Acabado del recubrimiento		
		R		
		Calidad del acabado superficial		
		A	B	C
Todo	100	X	X	X
	400	X	X	----

□ **ACABADO DEL RECUBRIMIENTO**

Floreado normal: Este acabado resulta de la solidificación natural del cinc. Según las condiciones de galvanización, se puede o obtener floreado u obtener cristales de cinc de tamaño y brillo heterogéneos. Estos factores no afectan a la calidad del recubrimiento. Si se desea un floreado más acusado, se deberá especificar en el pedido.

Floreado mínimo (M): Este acabado se obtiene cuando se controla adecuadamente el proceso de solidificación del cinc. La superficie presentará un floreado reducido que en algunos casos puede no ser visible a simple vista. Este acabado se solicita cuando el floreado normal no satisface los requisitos de aspecto superficial.

Recubrimiento de aleación hierro-cinc (R): Es el obtenido mediante un tratamiento térmico de difusión del hierro en el cinc. La superficie tiene un aspecto homogéneo gris mate.

□ **ACABADO SUPERFICIAL:**

Salvo acuerdo en contrario al hacer el pedido, el fabricante sólo inspeccionará una cara. A petición del cliente, el suministrador le indicará la cara, la de arriba o la de abajo, que ha sido inspeccionada. No será motivo de rechazo ligeros “dientes de sierra” en los bordes de los productos no cizallados. El suministro de bobinas (banda o fleje) presenta un mayor riesgo de defectos superficiales que el suministro de superficies cortadas, ya que no es posible que el fabricante elimine todos los defectos interiores. El cliente debe tener en cuenta este hecho en apreciación de los productos.

Acabado superficial ordinario (A): En este acabado se permiten pequeños cráteres, heterogeneidades en el floreado, puntos negros, ligeras rayas y pequeñas manchas de pasivación. Se puede observar un ligero acostillado y sobre-espesores locales en el recubrimiento de cinc.

Acabado superficial mejorado (B): El acabado se obtiene generalmente aplicando un temper (skin-pass). En este acabado son admisibles defectos localizados tales como aquellos que se deben a una parada del tratamiento mecánico, marcas de cilindros, irregularidades, estrías, huellas, irregularidades en el floreado y sobre-espesores en el recubrimiento de cinc, así como ligeras marcas de pasivación.

Acabado superficial de calidad superior (C): El acabado C se obtiene mediante un temper (skin-pass). La cara de mejor acabado debe estar prácticamente libre de defectos y en ningún caso debe afectar a la uniformidad de una pintura de calidad. La otra cara debe presentar, al menos, un acabado B.

□ **TRATAMIENTO SUPERFICIAL (PROTECCIÓN SUPERFICIAL):**

Los productos planos galvanizados en caliente generalmente se recubren en fábrica con una de las protecciones superficiales que describen a continuación. La duración de la protección varía según las distintas atmósferas.

Pasivación química (C): La pasivación química protege la superficie de la humedad y atenúa el riesgo de aparición de oxidación blanca o “moho blanco” durante el transporte y almacenado. Este tratamiento puede provocar coloraciones locales que no afectan en nada a la calidad.

Aceitado (O): Este tratamiento disminuye el riesgo de corrosión precoz de la superficie. La capa de aceite se debe poder eliminar mediante un desengrasante adecuado que no afecte negativamente el cinc.

Pasivación química y aceitado (CO): Precio acuerdo, si se requiere una mayor protección contra la oxidación blanca o “moho blanco” puede solicitarse la pasivación química y el aceitado posterior.

Sellado (S): Aplicación de una capa orgánica transparente de aproximadamente 1g/m² de masa de recubrimiento. Este tratamiento ofrece una protección adicional contra la corrosión, especialmente protege contra las huellas dactilares. Puede mejorar las características deslizantes durante las operaciones de formado y se puede usar como un primer recubrimiento para un barnizado posterior.

Fosfatado (P): Este tratamiento mejora la adherencia y el efecto protector del recubrimiento aplicado. También reduce el riesgo de corrosión durante el transporte y almacenamiento. El fosfatado en conjunción con una lubricación adecuada puede mejorar la conformabilidad.

Productos sin tratamiento (U): A petición expresa del cliente y bajo su responsabilidad, los productos planos galvanizados en caliente, se puede suministrar sin tratamiento de protección superficial. En este caso, aumenta notablemente el riesgo de corrosión.

□ **AUSENCIA DE ACOSTILLADO O DE FACETAS**

Si se establecen requisitos particulares relativos a la ausencia de acostillado, puede ser necesario someter a los productos a un temper (skin-pass). Estos tratamientos pueden reducir la aptitud al conformado. Las condiciones que rigen para el acostillado son las mismas que las que rigen para las líneas de cedencia.

□ **LÍNEAS DE CEDENCIA**

A fin de evitar la formación de líneas de cedencia durante el conformado en frío, puede ser necesario un ligero temperado de los productos en las instalaciones del fabricante. La tendencia a la formación de estas líneas de cedencia, puede reaparecer después de haber transcurrido un cierto tiempo desde la aplicación del temperado; en consecuencia, el usuario debe transformar los productos dentro de un plazo lo más corto posible. Los productos con acabado superficial B y C están libres de la aparición de líneas de cedencia durante los siguientes períodos, comenzando a partir de la fecha en que los productos están disponibles de fábrica.

- 1 mes para los tipos de acero DX51D+Z, DX51D+ZF, DX52D+Z y DX52D+ZF,
- 6 meses para los tipos de acero DX53D+Z, DX53D+ZF, DX54D+Z, DX54D+ZF, DX56D+Z y DX56D+ZF.

□ **MASA DE RECUBRIMIENTO**

Las masas de recubrimiento deben ser las indicadas en la siguiente tabla. Estos valores corresponden a la masa total del recubrimiento sobre las dos caras, para el ensayo de triple muestra (triple punto) y los del ensayo de muestra simple o punto simple. La masa de cinc no siempre se reparte uniformemente por las dos caras del producto. Por ello, en los casos de recubrimiento por las dos caras, se puede admitir que, en los puntos de una cara, los valores de la masa de recubrimiento sean para el ensayo de simple muestra (punto simple), al menos, el 40% del valor indicado en la siguiente tabla:

Tabla 9-15 Chapas y Bobinas de acero bajo en carbono galvanizadas en caliente para conformación en frío - Masa de recubrimiento

Designación del recubrimiento ¹⁾	Masa de recubrimiento mínimo, en g/m ² , incluyendo ambas caras ²⁾	
	Ensayo de triple muestra (de tres puntos)	Ensayo de muestra simple (de un punto)
100	100	85
140	140	120
200	200	170
225	225	195
275	275	235
350	350	300
450	450	385
600	600	510

1) Los recubrimientos habituales, según los tipos que se indican en las tablas anteriores.

2) Una masa de recubrimiento, por ambas caras, de 100g/m², equivalen aproximadamente, a un espesor de capa de 7.1µm por cara.

□ **ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO**

Después del doblado, el recubrimiento no debe presentar ningún tipo de desprendimiento. Para eliminar la influencia del corte, no deberá tenerse en cuenta una zona de 6mm de anchura en los bordes de la probeta. Se admite que el recubrimiento presente fisuraciones, rugosidades o zonas pulverulentas en el recubrimiento del tipo hierro-cinc (ZF).

Tolerancias dimensionales y de forma. EN 10143;1993

9.2.3. BANDAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO, GALVANIZADAS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO. UNE-EN 10292; 2000.

Características de los productos planos de acero de alto límite elástico para conformado en frío, galvanizados en continuo por inmersión en caliente (Z) o recubiertos con aleaciones de cinc-hierro (ZF), aluminio-cinc (AZ) y aluminio-silicio (AS), con un espesor ≤ 3.0mm, salvo acuerdo en contrario. El espesor considerado es el espesor final del producto después del recubrimiento. Es aplicable a bandas de cualquier anchura, chapas cortadas de ellas (≥ 600mm de ancho) y a las cortadas de forma longitudinal (<600mm de ancho). Los productos amparados por esta norma son principalmente utilizados en aquellas aplicaciones en que los principales factores precisados sean la conformación en frío y la resistencia a la corrosión para unos valores mínimos establecidos del límite elástico.

- **Recubrimiento de cinc por inmersión en caliente (Z, ZF):** Aplicación de un recubrimiento de cinc por inmersión de los productos planos en un baño de cinc fundido (contenido de al menos 99% de cinc).
- **Recubrimiento de cinc-aluminio por inmersión en caliente (ZA):** Aplicación de un recubrimiento de aluminio-cinc por inmersión de los productos preparados en un baño de cinc fundido (con un 5% de aluminio aproximadamente y pequeñas cantidades de otras aleaciones)
- **Recubrimiento de aluminio-cinc por inmersión en caliente (AZ):** Aplicación de un recubrimiento de cinc por inmersión de los productos preparados en un baño fundido compuesto por un 55% de aluminio, un 1.6% de silicio y el resto de cinc.
- **Recubrimiento de aluminio-silicio por inmersión en caliente (AS):** Aplicación de un recubrimiento de aluminio-silicio por inmersión de los productos preparados en un baño fundido compuesto por un 8-11% de silicio y el resto de aluminio.
- **Masa de recubrimiento:** Masa total depositada en ambas caras (expresada en gramos por metro cuadrado).
- **Aceros endurecidos al horno (B):** Aceros que muestran un incremento del límite elástico convencional por calentamiento a 170°C durante 20 minutos.
- **Aceros refosforados (P):** Aceros que contienen hasta un 0.12% P y alcanzan los niveles requeridos del límite elástico.
- **Aceros de baja aleación / aceros microaleados (LA):** Aceros aleados con Nb, Ti o V (uno o varios) para alcanzar los niveles requeridos del límite elástico.
- **Aceros libres de intersticios (Y):** Aceros cuya composición está controlada para alcanzar valores mejorados de los coeficientes r y n.

□ COMPOSICIÓN QUÍMICA

Tabla 9-16 Chapas y Bobinas de acero de alto límite elástico galvanizadas en caliente para conformación en frío- Composición química (análisis de colada)

Designación		% en masa								
Tipo de acero		Símbolos para el tipo de recubrimiento por inmersión en caliente disponible	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti ²⁾	Nb ²⁾
Simbólica ¹⁾	Númerica		máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	mín.	máx.	máx.
H180YD	1.0921	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.01	0.10	0.70	0.06	0.025	0.02	0.12	----
H180BD	1.0354	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.04	0.50	0.70	0.06	0.025	0.02	----	----
H220YD	1.0923	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.01	0.10	0.90	.08	0.025	0.02	0.12	----
H220PD	1.0358	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.06	0.50	0.70	0.08	0.025	0.02	----	----
H220BD	1.0353	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS								
H260YD	1.0926	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.01	0.10	1.60	0.10	0.025	0.02	0.12	----
H260PD	1.0431	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.08	0.50	0.70	0.10	0.025	0.02	----	----
H260BD	1.0433	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS								
H260LAD	1.0929	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.10	0.50	0.60	0.025	0.025	0.015	0.15	0.09
H300PD	1.0443	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.10	0.50	0.70	0.12	0.025	0.02	----	----
H300BD	1.0445	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS								
H300LAD	1.0932	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.10	0.50	1.00	0.025	0.025	0.015	0.15	0.09
H340LAD	1.0933	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.10	0.50	1.00	0.025	0.025	0.015	0.15	0.09
H380LAD	1.0934	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.10	0.50	1.40	0.025	0.025	0.015	0.15	0.09
H420LAD	1.0935	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	0.10	0.50	1.40	0.025	0.025	0.015	0.15	0.09

1) H productos planos laminados en frío de alto límite elástico para conformado en frío; nnn límite elástico mínimo, R_{p0.2} N/mm²; B endurecidos al horno; P refosforados; Y libres de intersticios; LA acero de baja aleación (microaleado); D destinados al recubrimiento por inmersión en caliente. 2) Estos elementos adicionales pueden ser usados de forma individual o de forma combinada, siempre que figuren entre los límites de la composición indicada para el tipo de acero. También pueden añadirse vanadio y boro. No obstante, la suma de los contenidos en estos cuatro elementos no debe superar el 0.22%. Los aceros endurecidos al horno y los aceros refosforados, pueden contener también estos cuatro elementos hasta un máximo de 0.22%.

Tabla 9-17 Chapas y Bobinas de acero de alto límite elástico galvanizadas en caliente para conformación en frío - Desviaciones admisibles en el análisis sobre producto respecto de los valores indicados en la tabla de composición química para el análisis de colada

Elemento	Contenido máximo admisible según el análisis de colada % en masa	Desviaciones admisibles % en masa
C	≤ 0.10	+ 0.02
Si	≤ 0.50	+ 0.03
Mn	≤ 1.00	+ 0.05
	> 1.00 ≤ 1.60	+ 0.10
P	≤ 0.12	+ 0.01
S	≤ 0.025	+ 0.005
Al _{tot}	≤ 0.02	+ 0.005
Ti	≤ 0.15	+ 0.02
Nb	≤ 0.09	+ 0.02

PROPIEDADES MECÁNICAS

Tabla 9-18 Chapas y Bobinas de acero de alto límite elástico galvanizadas en caliente para conformación en frío - Propiedades mecánicas de los aceros de alto límite elástico, recubiertos en continuo por inmersión en caliente para conformación en frío

Designación		Límite elástico al 0.2% R _{p0.2} N/mm ² (trans.)	Incremento del límite elástico después del calentamiento	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Coeficiente de anisotropía plástica	Coeficiente de acritud	Límite elástico al 0.2%	Resistencia a tracción	A
Tipos de acero										
Numérica	Simbó	Simbolos para el tipo de recubrimiento por inmersión en caliente disponible	BH ₂ N/mm ² mín. (trans)	R _m N/mm ² mín. (trans)	A ₈₀ ²⁾ % mín. (trans)	r ₉₀ ³⁾ mín. (trans)	n ₉₀ mín. (trans)	R _{p0.2} N/mm ² (long)	R _m N/mm ² (long)	
H180YD	1.0921	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	340a400	34	1.7	0.18	----	----	
H180BD	1.0354	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	35	300a360	34	1.5	0.16	----	----	
H220YD	1.0923	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	340a410	32	1.5	0.17	----	----	
H220PD	1.0358	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	340a400	32	1.3	0.15	----	----	
H220BD	1.0353	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	35	340a400	32	1.2	0.15	----	----	
H260YD	1.0926	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	380a440	30	1.4	0.16	----	----	
H260PD	1.0431	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	380a440	28	----	----	----	----	
H260BD	1.0433	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	35	360a440	28	----	----	----	----	
H260LAD	1.0929	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	350a430	26	----	----	240a310	340a420	
H300PD	1.0443	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	400a480	26	----	----	----	----	
H300BD	1.0445	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	35	400a480	26	----	----	----	----	
H300LAD	1.0932	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	380a480	23	----	----	280a360	370a470	
H340LAD	1.0933	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	410a510	21	----	----	320a400	400a500	
H380LAD	1.0934	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	440a560	19	----	----	360a460	430a550	
H420LAD	1.0935	+Z +ZF +ZA +AZ +AS	----	470a590	17	----	----	400a500	460a580	

1) Si el límite elástico es pronunciado, los valores se referirán al límite elástico inferior (R_{eL}).

2) Menos 2 unidades para los recubrimientos AS-, AZ- y ZF-.

3) Para los recubrimientos AS-, AZ- y ZF-, los valores de r_{90} se disminuyen en 0.2.

Por acuerdo al hacer el pedido, se pueden suministrar productos aptos para la fabricación de piezas específicas. En este caso no son de aplicación los valores de la tabla anterior. Las tolerancias no aceptables que surjan cuando se procese el material no deben exceder de una proporción específica, que debe ser acordada al hacer el pedido. Si el pedido se hizo de acuerdo a las propiedades de la tabla anterior, serán de aplicación estas propiedades por un período de tres meses para los aceros endurecidos al horno, y de seis meses para todos los otros tipos, y comenzando a contar desde la fecha en que los productos estén disponibles en la fábrica. Los valores de los ensayos de tracción aplican a las secciones transversales de las probetas sin recubrimiento.

▣ RECUBRIMIENTOS

Tabla 9-19 Chapas y Bobinas de acero de alto límite elástico galvanizadas en caliente para conformación en frío - Masas de recubrimiento

Designación del recubrimiento	Masa de recubrimiento mínima, en g/m ² , sobre la totalidad de las dos caras	
	Ensayo de triple muestra	Ensayo de muestra simple
Masas de recubrimiento de cinc (Z) ¹⁾		
100	100	85
140	140	120
200	200	170
225	225	195
275	275	235
Masas de recubrimiento de aleación de cinc-hierro (ZF) ¹⁾		
100	100	85
120	120	100
Masas de recubrimiento de aleación de cinc-aluminio (ZA) ²⁾		
095	095	80
130	130	110
185	185	155
200	200	170
255	255	215
Masa de recubrimiento de aleación de aluminio-cinc (AZ) ³⁾		
100	100	85
150	150	130
185	185	160
Masas de recubrimiento de aleación de aluminio-silicio (AS) ⁴⁾		
060	060	45
080	080	60

1) La masa de recubrimiento de 100g/m² (incluyendo ambas caras) corresponde a un espesor de recubrimiento de 7.1µm por cara.
 2) Una masa de recubrimiento de 95g/m² corresponde a un espesor de recubrimiento de aproximadamente 7.2µm en cada cara.
 3) Una masa de recubrimiento de 100g/m² corresponde a un espesor de recubrimiento de aproximadamente 13.3µm en cada cara.
 4) Una masa de recubrimiento de 100g/m² en ambas caras corresponde a un espesor de recubrimiento de aproximadamente 17µm en cada cara.

Por acuerdo entre el fabricante y el usuario en el momento de hacer el pedido, se pueden suministrar masas de recubrimiento distintas a las de la tabla anterior para aplicaciones especiales. Recubrimientos altos limitan la conformabilidad y soldabilidad de los productos. Por tanto, se deben tener en cuenta los requisitos de conformado y soldadura al pedir la masa del recubrimiento. Por acuerdo al hacer el pedido, los productos planos galvanizados en caliente se pueden suministrar con una masa de recubrimiento diferente en cada una de las caras. Como consecuencia del proceso de fabricación, ambas caras pueden tener un aspecto diferente.

▣ ACABADO DEL RECUBRIMIENTO

Productos recubiertos de cinc

Tabla 9-20 Chapas y Bobinas de acero de alto límite elástico galvanizadas en caliente para conformación en frío - Recubrimientos, calidades de acabado y aspectos de recubrimiento habituales para recubrimientos de cinc (Z)

Tipo de acero	Designación del recubrimiento ¹⁾	Acabado del recubrimiento			
		N	M		
		Calidad del acabado superficial ²⁾			
		A	A	B	C
Todos	100	X	X	X	X

	140	X	X	X	X
	200	X	X	X	X
	(225)	X	X	X	(X)
	(275)	X	X	X	(X)

1) Los recubrimientos que figuran entre paréntesis sólo se suministran por acuerdo.

Floreado normal (N): Este acabado resulta de la solidificación natural del cinc. Según las condiciones de galvanización, se puede o obtener floreado u obtener cristales de cinc de tamaño y brillo heterogéneos. Estos factores no afectan a la calidad del recubrimiento. Si se desea un floreado más acusado, se deberá especificar en el pedido.

Floreado mínimo (M): Este acabado se obtiene cuando se controla adecuadamente el proceso de solidificación del cinc. La superficie presentará un floreado reducido que en algunos casos puede no ser visible a simple vista. Este acabado se solicita cuando el floreado normal no satisface los requisitos de aspecto superficial.

Productos recubiertos de aleación cinc-hierro: El recubrimiento regular de cinc-hierro (R) resulta de un tratamiento térmico de difusión del hierro en el cinc. La superficie tiene un aspecto gris mate uniforme.

Tabla 9-21 Chapas y Bobinas de acero de alto límite elástico galvanizadas en caliente para conformación en frío - Recubrimientos, calidades de acabado y aspecto del recubrimiento habituales para recubrimientos de aleación cinc-hierro (ZF).

Tipo de acero	Designación del recubrimiento	Acabado del recubrimiento		
		R		
		Calidad del acabado superficial		
		A	B	C
Todos	100	X	X	X
	120	X	X	----

Productos recubiertos de aleación cinc-aluminio: El acabado normal del recubrimiento tiene un lustre metálico, resultado de un crecimiento no restringido de los cristales de cinc-aluminio durante la solidificación normal. Dependiendo de las condiciones de fabricación, pueden aparecer cristales de tamaño y brillo heterogéneos. Esto no afecta a la calidad del recubrimiento.

Productos recubiertos de aleación aluminio-cinc: Estos productos se suministran con floreado normal. El floreado normal tiene un aspecto metálico lustroso, resultado de un crecimiento no restringido de los cristales de aluminio-cinc durante la solidificación normal.

Productos recubiertos de aleación de aluminio-silicio: Durante la inmersión en caliente en una aleación de aluminio-silicio (AS), se forma una capa de Fe-Al-Si sobre el material de base y su espesor depende de la composición química y las propiedades metalúrgicas de ese material de base. Si se requiere un mínimo para la masa de esa capa, se debe especificar en el momento de hacer el pedido.

Tabla 9-22 Chapas y Bobinas de acero de alto límite elástico galvanizadas en caliente para conformación en frío - Recubrimientos, calidades de acabado y aspectos del recubrimiento habituales para recubrimientos de aleaciones de aluminio-cinc (AZ), cinc-aluminio (ZA) y aluminio-silicio (AS)

Tipo de acero	Designación del recubrimiento	Calidad del acabado superficial								
		ZA			AZ			AS		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Todos	60	----	----	----	----	----	----	X	X	X
	80	----	----	----	----	----	----	X	X	X
	95	X	X	X	----	----	----	----	----	----
	100	----	----	----	X	X	X	----	----	----
	130	X	X	X	----	----	----	----	----	----
	150	----	----	----	X	X	----	----	----	----
	185	X	X	X	X	----	----	----	----	----
	200	X	X	X	----	----	----	----	----	----
255	X	X	X	----	----	----	----	----	----	

□ CALIDAD SUPERFICIAL



Acabado superficial ordinario (A): Se permiten imperfecciones tales como pequeñas picaduras, puntos negros, ligeras marcas de laminación y ligeras manchas de pasivado. Se puede observar un ligero acostillado y sobre-espesores locales en el recubrimiento.

Acabado superficial mejorado (B): El acabado se obtiene generalmente aplicando un temper (skin-pass). En este acabado se permiten pequeñas marcas, aspecto heterogéneo de la superficie, puntos negros, manchas de pasivado ligeras, marcas de aplanado y de parada.

Acabado superficial de calidad superior (C): El acabado C se obtiene mediante un temper (skin-pass). La cara de mejor acabado debe estar prácticamente libre de defectos y en ningún caso debe afectar a la uniformidad de una pintura de calidad. La otra cara debe presentar, al menos, un acabado B.

□ TRATAMIENTO SUPERFICIAL (PROTECCIÓN SUPERFICIAL):

Los productos planos galvanizados en caliente generalmente se recubren en fábrica con una de las protecciones superficiales que describen a continuación. La duración de la protección varía según las distintas atmósferas.

Pasivación química (C): La pasivación química protege la superficie de la humedad y atenúa el riesgo de aparición de oxidación blanca o "moho blanco" durante el transporte y almacenado. Este tratamiento puede provocar decoloraciones locales que no afectan en nada a la calidad.

Aceitado (O): Este tratamiento disminuye el riesgo de corrosión de la superficie. Por acuerdo particular, se pueden utilizar prelubricantes que mejoren la conformabilidad. La capa de aceite se debe poder eliminar mediante un desengrasante adecuado que no afecte negativamente el cinc. El aceite de protección contra la corrosión no será un aceite de estiramiento.

Pasivación química y aceitado (CO): Previo acuerdo, si se requiere una mayor protección contra la oxidación blanca o "moho blanco" puede solicitarse la pasivación química y el aceitado posterior.

Sellado (S): Aplicación de una capa orgánica transparente de aproximadamente 1g/m² de masa de recubrimiento. Este tratamiento ofrece una protección adicional contra la corrosión, especialmente protege contra las huellas dactilares. Puede mejorar las características deslizantes durante las operaciones de formado y se puede usar como un primer recubrimiento para un barnizado posterior.

Fosfatado (P): Este tratamiento mejora la adherencia y el efecto protector del recubrimiento aplicado. También reduce el riesgo de corrosión durante el transporte y almacenamiento. El fosfatado en conjunción con una lubricación adecuada puede mejorar la conformabilidad.

Productos sin tratamiento (U): A petición expresa del cliente y bajo su responsabilidad, los productos planos galvanizados en caliente, se puede suministrar sin tratamiento de protección superficial. En este caso, aumenta notablemente el riesgo de corrosión.

□ AUSENCIA DE ACOSTILLADO O DE FACETAS

Si los productos deben suministrarse sin facetas o costillas, deberá indicarse separadamente a la hora de hacer el pedido.

□ LÍNEAS DE CEDENCIA

Los productos con acabado superficial B y C están libres de la aparición de líneas de cedencia durante un período de 3 meses para los aceros endurecidos al horno, y de 6 meses para el resto de los tipos de acero, comenzando a partir de la fecha en que los productos están disponibles en la fábrica.

□ MASA DE RECUBRIMIENTO

Las masas de recubrimiento deben ser las indicadas en la siguiente tabla. Estos valores corresponden a la masa total del recubrimiento sobre las dos caras, para el ensayo de triple muestra (triple punto) y los del ensayo de muestra simple o punto simple. La masa de recubrimiento no siempre se reparte uniformemente por las dos caras del producto. Sin embargo, se puede asumir que los valores de la masa de recubrimiento sean para el ensayo de simple muestra (punto simple), al menos, el 40% del valor indicado en la tabla de masas de recubrimiento, en cada cara del producto. Para cada uno de los tipos de recubrimiento recogidos en la tabla de masas de recubrimiento, se pueden convenir valores máximos y mínimo en cada cara del producto en el ensayo de muestra simple.

□ ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO

Después del doblado, el recubrimiento no debe presentar ningún tipo de desprendimiento. Para eliminar la influencia del corte, no deberá tenerse en cuenta una zona de 6mm de anchura en los bordes de la probeta. Se admite que el recubrimiento presente fisuraciones, rugosidades o zonas pulverulentas en el recubrimiento del tipo hierro-cinc (ZF).

□ CONDICIÓN SUPERFICIAL

Salvo acuerdo en contrario al hacer el pedido, el fabricante sólo inspeccionará una cara. A petición del cliente, el suministrador le indicará la cara, la de arriba o la de abajo, que ha sido inspeccionada. No será motivo de rechazo ligeros "dientes de sierra" en los bordes de los

productos no cizallados. El suministro de bobinas presenta un mayor riesgo de defectos superficiales que el suministro de chapas o longitudes cortadas, ya que no es posible que el fabricante elimine todos los defectos interiores. El cliente debe tener en cuenta este hecho en su apreciación de los productos.

□ APTITUD PARA UNA TRANSFORMACIÓN POSTERIOR

Los productos conformes a esta norma son aptos para la soldadura por los procedimientos habituales. Con mayores masas de recubrimiento, deberán tomarse medidas especiales apropiadas para soldadura. Los productos conformes a esta norma son aptos para su unión mediante adhesivos. A todos los tipos y a todos los acabados superficiales se les puede aplicar un recubrimiento orgánico. Después de estos tratamientos, la apariencia del producto depende del grado de acabado solicitado. El transformador debe hacer un tratamiento superficial previo, antes de aplicar el recubrimiento.

9.3. PRODUCTOS PLANOS ELECTROCINCADOS

9.3.1. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO LAMINADOS EN FRÍO, RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE DE CINC. UNE-EN 10152; 1993.

Se especifican las características de las bandas laminadas en frío con recubrimiento en continuo de cinc, por vía electrolítica, de aceros de bajo contenido en carbono, aptos para la conformación en frío, según las indicaciones de la siguiente tabla, de anchura ≥600mm y espesores comprendidos entre 0.35mm y 3mm, ambos incluidos, suministradas en forma de bobinas, chapas, flejes o chapas cortadas de las bobinas de fleje o de las chapas. Mediante un acuerdo particular en el momento de formalizar el pedido, esta norma se puede aplicar a los productos planos de acero laminados en caliente recubiertos electrolíticamente de cinc. Como la masa de recubrimiento es relativamente pequeña, el material no está preparado para soportar una exposición exterior sin un tratamiento químico y pintado posterior.

Tabla 9-23 Productos planos electrocincados - Composición química de los productos planos de acero recubiertos de cinc de forma electrolítica¹⁾

Designación		Clasificación según EN 10020	Desoxidación	Validez de las propiedades mecánicas	Aspecto superficial	Ausencia de líneas de cedencia	R _n N/mm ² ₂₎	R _m N/mm ² ₂₎	A ₈₀ % mín. ₃₎	r ₉₀ mín. _{4) y 5)}	n ₉₀ mín. ₄₎	Composición química % máx. en colada			
Simbólica	Númerica											C	P	S	Mn
DC01+ZE ₆₎	1.0330	Acero sin aleación ⁷⁾	Según el fabricante	----	A	----	8) -/280 10)	270/410	28	----	----	0.12	0.045	0.045	0.60
				----	B	3 meses									
DC03+ZE	1.0347	Acero sin aleación ⁷⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-/240 ₈₎	270/370	34	1.3	----	0.10	0.035	0.035	0.45
				6 meses	B	6 meses									
DC04+ZE	1.0338	Acero sin aleación ⁷⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-/220 ₈₎	270/350	37	1.6	0.160	0.08	0.030	0.030	0.40
				6 meses	B	6 meses									
DC05+ZE	1.0312	Acero sin aleación ⁷⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-/190 ₈₎	270/330	39	1.9	0.190	0.06	0.025	0.025	0.35
				6 meses	B	6 meses									
										r mín. _{4) y 5)}	n mín. ₄₎				
DC06+ZE	1.0873	Acero aleado	Totalmente calmado	6 meses	A	Sin límite	-/190 ₉₎	270/350	37	1.8	0.200	0.02	0.020	0.020	0.25
				6 meses	B	Sin límite									

1) Las características mecánicas sólo son aplicables a los productos templados. 2) Los valores del límite elástico se refieren al límite de elasticidad convencional al 0.2% R_{p0.2} para los productos que no presentan deformación bien definido y al límite inferior de resistencia al punto cedente (ReL) para los demás. Si el espesor nominal e es 0.5mm < e ≤ 0.7mm, se debe aumentar en 20 < N/mm² el límite elástico máximo esp y en 40 N/mm² para valores de e ≤ 0.5mm. 3) Si el espesor nominal e es 0.5mm < e ≤ 0.7mm, el valor mínimo del alargamiento de rotura se debe disminuir en 2 unidades y en 4 unidades para valores de e ≤ 0.5mm. 4) r y n sólo son aplicables a espesores e ≥ 0.5mm. 5) Si el espesor nominal e > 2mm, el valor de r₉₀ o de r debe disminuirse en 0.2. 6) Se aconseja utilizar los productos de grado DC01+ZE en no superior a 6 semanas a partir de su puesta a disposición. 7) Salvo que se acuerde lo contrario al hacer el pedido, los grados DC01+ZE, DC03+ZE, DC04+ZE y DC05+ZE pueden suministrarse como aceros aleados (ejemplo boro o titanio). 8) A efectos de cálculo, el límite elástico inferior, R_n, para los grados DC01+ZE, DC03+ZE, DC04+ZE y DC05+ZE, se puede considerar igual a 140N/mm². 9) A efectos de cálculo, el límite inferior, R_n, para el grado DC06+ZE, se puede considerar igual a 120N/mm². 10) El límite superior R_n de 280 N/mm², para el grado DC01+ZE, sólo es aplicable durante los 8 días siguientes a la puesta a disposición del producto. 11) El titanio puede reemplazarse por niobio. El carbono y el nitrógeno deben estar combinados en su totalidad.

Para otros aceros utilizados como base para los recubrimientos por vía electrolítica, los requisitos se basarán en la norma de calidad correspondiente para los productos de acero no recubiertos.

□ **LÍNEAS DE CEDENCIA**

En general, el fabricante somete a todos los productos a una ligera pasada de temperado ("skin-pass"), después del recocido, para evitar la formación de líneas de cedencia durante la conformación ulterior. La tendencia a la deformación de estas líneas de cedencia, puede reaparecer después de haber transcurrido un cierto tiempo desde la aplicación del temperado; en consecuencia, el utilizador debe transformar los productos dentro de un plazo lo más corto posible. Los productos de grado DC06+ZE no presentan riesgos de formación de líneas de cedencia aún cuando hayan sido suministrados sin temperado. En los productos temperados el fabricante debe asegurar la ausencia de líneas de cedencia:

- durante 6 meses a partir de la puesta a disposición de los productos para los grados DC03+ZE, DC04+ZE y DC05+ZE, aspectos superficiales A y B;
- durante 3 meses a partir de la puesta a disposición de los productos para el grado DC01+ZE y aspecto superficial B.

□ **RECUBRIMIENTOS**

Los recubrimientos de cinc reflejados en la tabla siguiente son aplicables cuando las dos caras tienen el mismo espesor de recubrimiento.

Tabla 9-24 Productos planos electrocincados - Recubrimientos de cinc electrolítico

Designación del recubrimiento	Valores nominales de la masa de recubrimiento de cinc por cada cara ¹⁾		Valores mínimos de la masa de recubrimiento de cinc por cada cara	
	Espesor μm	Masa g/m^2	Espesor μm	Masa g/m^2
ZE25/25	2.5	18	1.7	12
ZE50/50	5.0	36	4.1	29
ZE75/75	7.5	54	6.6	47
ZE100/100	100	72	9.1	65

1) Una masa de recubrimiento de $50\text{g}/\text{m}^2$ corresponde a un espesor de recubrimiento de aproximadamente $7.1\mu\text{m}$.

En la designación, recubrimiento se expresa como diez veces el espesor nominal de recubrimiento en micrómetros (μm), indicando por separado el correspondiente a cada cara. Los recubrimientos serán controlados mediante la determinación de la masa de cinc por metro cuadrado en cada cara; cada resultado deberá cumplir con los requisitos de la masa de recubrimiento mínima según la tabla anterior. Los recubrimientos diferenciales basados en una combinación de los recubrimientos mencionados en la tabla anterior pueden ser suministrados por acuerdo entre el fabricante y el comprador. Serán designados de la siguiente manera: ZE75/25, etc. Cuando se suministran recubrimientos diferenciales, el fabricante deberá indicar que cara tiene el mayor espesor, es decir la cara superior o la inferior en el caso de las chapas, y la interior o la exterior en el caso de las bobinas. Por acuerdo entre el fabricante y el comprador, el producto se puede suministrar con recubrimiento por una sola cara. Estos recubrimientos serán designados de la forma: ZE25/00 etc. Solo se puede convenir un límite máximo para la masa de recubrimiento por cara del producto (ensayo en un solo punto)

□ **CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES**

Las características superficiales son el aspecto y el acabado. El comprador debe indicarlas al hacer el pedido.

Aspecto superficial: Los productos serán entregados con una superficie que tenga el aspecto A o B.

- Aspecto superficial A: Están permitidos los defectos tales como poros, ligeras indentaciones, pequeñas marcas, rayas insignificantes y ligeros cambios de coloración que no afecten a la aptitud al conformado o a la adherencia de ulteriores recubrimientos superficiales.
- Aspecto superficial B: La mejor de las caras no deberá tener ninguna imperfección capaz de perjudicar al aspecto uniforme de un acabado de pintura de alta calidad. En el caso de un recubrimiento de una sola cara, este requisito se aplicará a la cara sin recubrir, a menos

que se acuerde lo contrario. La otra cara deberá al menos cumplir con las exigencias de la cara de aspecto A.

Salvo acuerdo en el momento del pedido, deberá controlarse una sola cara de la chapa y dicha cara deberá cumplir con los requisitos. La otra cara deberá tener las características tales que durante el tratamiento ulterior no se produzca un efecto negativo en la cara controlada. En los suministros en forma de bobina existe mayor riesgo de defectos de superficie que cuando se entrega en chapas o chapas cortadas ya que no es posible que el fabricante pueda eliminar las zonas defectuosas de la bobina. El comprador deberá tener esto en cuenta al evaluar los productos.

Acabado superficial: Mediante acuerdo en el momento de formalizar el pedido, se pueden especificar los límites para los márgenes de la rugosidad superficial, para utilizaciones finales específicas.

□ TRATAMIENTO SUPERFICIAL:

Las bandas y las chapas recubiertas de cinc por vía electrolítica se pueden entregar en uno de los estados de tratamiento superficial enumerados en la siguiente tabla. El tratamiento superficial reduce el riesgo de corrosión durante el transporte y el almacenamiento, que se debe principalmente a la humedad y da origen a manchas (moho blanco). El tratamiento de fosfatado con sellado químico y aceitado ofrece normalmente la mejor protección frente a la corrosión. Debido a que este tipo de protección, sin embargo, no es permanente, las condiciones de transporte y de almacenamiento serán adaptadas en función del tipo de material. El tratamiento superficial también mejora la adherencia y el efecto de protección de un recubrimiento aplicado por el fabricante que, no obstante, debe garantizar que los sistemas de pretratamiento y de recubrimiento sean compatibles con el proceso ulterior. El material pasivado y sellado químicamente no se recomienda para los productos que ulteriormente vayan a ser fosfatados. La variación de coloración como resultado del tratamiento químico no perjudica el proceso ulterior. La fosfatación, seguida de una lubricación adecuada puede mejorar la aptitud a procesos ulteriores. Los productos se entregan sin tratamiento en la superficie únicamente si lo desea el comprador. En estos casos, puede producirse la corrosión del producto, incluso cuando se almacena por períodos cortos o durante el transporte. Los productos no tratados también son sensibles a la corrosión por contacto (corrosión galvánica) y se rayan con facilidad. En el caso de las superficies aceitadas, será posible eliminar la capa de aceites con detergentes adecuados que no ataquen el recubrimiento de cinc. Se supone que el usuario tiene todo el equipo necesario para desengrasar los productos.

Tabla 9-25 Productos planos recubiertos electrolíticamente de cinc - Tratamientos superficiales

Símbolo	Tipo de tratamiento
P	Fosfatado
PC	Fosfatado y sellado químicamente
C	Pasivado químicamente
PCO	Fosfatado, sellado químicamente y aceitado
CO	Pasivado químicamente y aceitado
PO	Fosfatado y aceitado
O	Aceitado
U	Según recubrimiento, es decir sin tratar

□ UTILIZACIÓN

Aptitud al soldeo: El producto es apto para la soldadura en las condiciones establecidas para el metal base. Sin embargo, deben tomarse precauciones debido a la presencia de cinc y, a veces, de fosfato en la superficie del producto.

Aptitud a la pintura: El acero electrocincado es una base adecuada para la pintura, pero el tratamiento previo puede ser diferente del que se utiliza para el acero sin recubrir. Las pinturas de imprimación previas al tratamiento, los recubrimientos de conversión química y ciertas pinturas preparadas especialmente para la aplicación directa en las superficies de cinc son procesos adecuados como primeros tratamientos para el acero recubierto electrolíticamente de cinc. Para la preparación de la superficie y la aplicación de la pintura, el comprador deberá tener en cuenta si el material deberá ser entregado químicamente pasivado o fosfatado y/o aceitado.

Aptitud al conformado: Los recubrimientos de cinc electrolítico, por lo general, presentan buena adherencia incluso para conformados de gran deformación. Sin embargo, se puede observar la presencia de polvo si el producto fuertemente solicitado o la deformación es demasiado rápida. Debe prestarse especial cuidado para garantizar que la velocidad de conformación y el juego de las matrices son las adecuadas.

Tolerancias dimensionales y de forma. UNE 36-563-92 (EN 10131; 1991).

9.3.2. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE DE CINCO-NÍQUEL (ZN). UNE-EN 10271: 1998.

Se especifican los requisitos relativos a los productos planos, laminados en frío, recubiertos de cinc-níquel en continuo por vía electrolítica de aceros bajos en carbono para el conformado en frío, con anchos de laminación $\geq 600\text{mm}$ y con espesores comprendidos entre 0.35mm y 3mm inclusive, suministrados en forma de bandas (bobinas), chapas, de bandas cortadas longitudinalmente o longitudes cortada de bandas o chapas. El recubrimiento se compone de Zn con un contenido de Ni entre el 10.5% y el 13%. También puede aplicarse a los requisitos del recubrimiento de los productos planos, laminados en frío, recubiertos de cinc-níquel en continuo por vía electrolítica de: aceros conforme a la Norma Europea EN 10139 (flejes laminados en frío con ancho de laminación $< 600\text{mm}$); otros tipos de acero bajo en carbono para conformado en frío; aceros normalmente caracterizados por un valor mínimo del límite elástico además de su aptitud al conformado.

Por acuerdo particular al hacer el pedido, esta norma europea puede ser aplicada a los requisitos relativos a los recubrimientos de los productos planos, laminados en caliente, recubiertos de cinc-níquel en continuo por vía electrolítica. Como las masas de recubrimiento de cinc-níquel aplicada es relativamente pequeña, el material no está preparado para resistir una exposición exterior sin un posterior tratamiento químico y pintado.

□ COMPOSICIÓN QUÍMICA

Tabla 9-26 Productos planos de acero recubiertos electrolíticamente de cinc-níquel - Composición química y características mecánicas de los productos planos de acero bajo en carbono, con las dos caras recubiertas¹⁾.

Designación del tipo de acero			Clasificación según EN 10020	Desoxidación	Validez de las propiedades mecánicas	Aspecto superficial	Ausencia de líneas de cedencia	R _n N/mm ² ₂₎	R _m N/mm ² ₂₎	A ₈₀ % mín. ₃₎	r ₉₀ mín. _{4) y 5)}	n ₉₀ mín. ₄₎	Composición química % máx. en colada				
Simbólica	Númerica	Símbolo para el tipo de recubrimiento electrolítico											C	P	S	Mn	Ti
DC01 ⁶⁾	1.033	+ ZN	Acero de calidad no aleado ⁸⁾	Según el fabricante	----	A	----	-280 ₁₀₎	270/410	28	----	----	0.12	0.045	0.045	0.60	----
					----	B	3 meses										
DC03	1.034	+ ZN	Acero de calidad no aleado ⁸⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-240 ₈₎	270/370	34	1.2	----	0.10	0.035	0.035	0.45	----
					6 meses	B	6 meses										
DC04	1.033	+ ZN	Acero de calidad no aleado ⁸⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-220 ₈₎	270/350	36	1.4	0.160	0.08	0.030	0.030	0.40	----
					6 meses	B	6 meses										
DC05	1.031	+ ZN	Acero de calidad no aleado ⁸⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-190 ₈₎	270/330	38	1.6	0.180	0.06	0.025	0.025	0.35	----
					6 meses	B	6 meses										
DC06	1.087	+ ZN	Acero de calidad aleado	Totalmente calmado	6 meses	A	Sin límite	-190 ₉₎	270/350	37	1.6	0.190	0.02	0.020	0.020	0.25	0.3 ¹¹⁾
					6 meses	B	Sin límite										

1) Las características mecánicas sólo son aplicables a los productos templados.
 2) Los valores del límite elástico se refieren al límite de elasticidad convencional al 0.2% R_{0.2} para los productos que no presentan un punto de deformación bien definido y al límite inferior de resistencia al punto cedente (ReL) para los demás.
 Si el espesor nominal e es 0.5mm < e ≤ 0.7mm, se debe aumentar en 20 N/mm² el límite elástico máximo especificado y en 40 N/mm² para valores de e ≤ 0.5mm.
 Si el espesor nominal e es 0.5mm < e ≤ 0.7mm, el valor mínimo del alargamiento de rotura se debe disminuir en 2 unidades y en 4 unidades para valores de e ≤ 0.5mm.
 3) Los valores de A₈₀ y n₉₀ o de r y n sólo son aplicables a espesores e ≥ 0.5mm.
 4) Si el espesor nominal e > 2mm, el valor de r₉₀ o de r debe disminuirse en 0.2.
 5) Se aconseja utilizar los productos de grado DC01+ZN en un plazo no superior a 6 semanas a partir de su puesta a disposición.
 6) Salvo que se acuerde lo contrario al hacer el pedido, los grados DC01+ZN, DC03+ZN, DC04+ZN y DC05+ZN pueden suministrarse como aceros aleados (por ejemplo boro o titanio).
 7) A efectos del cálculo, el límite elástico inferior, R_e, para los grados DC01+ZN, DC03+ZN, DC04+ZN y DC05+ZN, se puede considerar igual a 140 N/mm².
 8) A efectos de cálculo, el límite elástico inferior, R_e, para el grado DC06+ZN, se puede considerar igual a 120 N/mm².
 9) El límite superior R_e de 280 N/mm² para el grado DC01+ZN, sólo es aplicable durante los 8 días siguientes a la puesta a disposición del producto.
 10) El titanio puede reemplazarse por niobio. El carbono y el nitrógeno deben estar combinados en su totalidad.

12) Los recubrimientos sobre las dos caras de un espesor de 5,0µm y por encima de los valores de r, n y A deben ser aceptados en el momento de hacer el pedido.

Las características de la siguiente tabla son las de los productos planos, de acero bajo en carbono, laminados en frío, no recubiertos, conformes a la Norma Europea EN 10131 con la excepción de los valores de R_e , A_{80} y n_{90} para los tipos DC04+ZN, DC05+ZN y DC06+ZN que han sido modificados debido a la influencia del tratamiento electrolítico en esas características.

Tabla 9-27 Productos planos de acero recubiertos electrolíticamente de cinc-níquel - Composición química y características mecánicas de los productos planos de acero bajo en carbono, recubiertas sobre una cara y con recubrimiento diferencial ¹⁾²⁾.

Designación del tipo de acero			Clasificación según EN 10020	Desoxidación	Validez de las propiedades mecánicas	Aspecto superficial	Ausencia de líneas de cedencia	R_n N/mm ² ₂₎	R_m N/mm ² ₂₎	A_{80} % mín. ₃₎	r_{90} mín. _{4) y 5)}	n_{90} mín. ₄₎	Composición % máx. en		
Simbólica	Númerica	Símbolo para el tipo de recubrimiento electrolítico											C	P	S
DC01 ⁶⁾	1.033	+ ZN	Acero de calidad no aleado ⁷⁾	Según el fabricante	----	A	----	⁹⁾	270/410	28	----	----	0.12	0.045	0.04
					----	B	3 meses	-/280 ₁₁₎							
DC03	1.034	+ ZN	Acero de calidad no aleado ⁷⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-/240 ₉₎	270/370	34	1.3	----	0.10	0.035	0.03
					6 meses	B	6 meses								
DC04	1.033	+ ZN	Acero de calidad no aleado ⁷⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-/220 ₉₎	270/350	37	1.6	0.160	0.08	0.030	0.03
					6 meses	B	6 meses								
DC05	1.031	+ ZN	Acero de calidad no aleado ⁷⁾	Totalmente calmado	6 meses	A	6 meses	-/190 ₉₎	270/330	39	1.9	0.190	0.06	0.025	0.02
					6 meses	B	6 meses								
											r mín. _{5) 6)}	n mín. ₅₎			
DC06	1.087	+ ZN	Acero de calidad aleado	Totalmente calmado	6 meses	A	Sin límite	-/190 ₁₀₎	270/350	37	1.8	0.200	0.02	0.020	0.02
					6 meses	B	Sin límite								

- 1) Las características mecánicas sólo son aplicables a los productos temperados.
- 2) Las características mecánicas se aplican sólo a productos en los que se han eliminado los recubrimientos antes del ensayo.
- 3) Los valores del límite elástico se refieren al límite de elasticidad convencional al 0.2% $R_{p0.2}$ para los productos que no presentan un punto de deformación bien definido y al límite de resistencia al punto cedente (ReL) para los demás. Si el espesor nominal e es $0.5mm < e \leq 0.7mm$, se debe aumentar en $20 < N/mm^2$ el límite elástico máximo especificado y en valores de $e \leq 0.5mm$.
- 4) Si el espesor nominal e es $0.5mm < e \leq 0.7mm$, el valor mínimo del alargamiento de rotura se debe disminuir en 2 unidades y en 4 unidades para valores de $e \leq 0.5mm$.
- 5) Los valores de r_{90} y n_{90} o de r y n sólo son aplicables a espesores $e \geq 0.5mm$.
- 6) Si el espesor nominal $e > 2mm$, el valor de r_{90} o de r debe disminuirse en 0.2.
- 7) Se aconseja utilizar los productos de grado DC01+ZN en un plazo no superior a 6 semanas a partir de su puesta a disposición.
- 8) Salvo que se acuerde lo contrario al hacer el pedido, los grados DC01+ZN, DC03+ZN, DC04+ZN y DC05+ZN pueden suministrarse como aceros aleados (por ejemplo boro o titanio).
- 9) A efectos del cálculo, el límite elástico inferior, R_e , para los grados DC01+ZN, DC03+ZN, DC04+ZN y DC05+ZN, se puede considerar igual a $140N/mm^2$.
- 10) A efectos de cálculo, el límite elástico inferior, R_e , para el grado DC06+ZN, se puede considerar igual a $120N/mm^2$.
- 11) El límite superior R_e de $280 N/mm^2$, para el grado DC01+ZN, sólo es aplicable durante los 8 días siguientes a la puesta a disposición del producto.
- 12) El titanio puede reemplazarse por niobio. El carbono y el nitrógeno deben estar combinados en su totalidad.

Las características mecánicas son válidas para el período especificado en las tablas anteriores a partir de la fecha de la puesta en disposición del producto debe ser comunicada al comprador con un preaviso compatible con la validez de las características mecánicas. Un almacenamiento prolongado de los productos del tipo DC01+ZN puede ocasionar una modificación de las características mecánicas provocando una disminución de la aptitud al conformado. Los valores de la resistencia a la tracción se aplican a probetas transversales, y se refieren a una sección de la probeta no recubierta de cinc-níquel. El ensayo debe ser efectuado después del recubrimiento. Los productos recubiertos sobre las dos caras deben ser ensayados con el recubrimiento, para los productos recubiertos sobre una sola cara, el recubrimiento debe ser eliminado antes del ensayo.

□ LÍNEAS DE CEDENCIA

En general, el fabricante somete a todos los productos a una ligera pasada de temperado ("skin-pass"), después del recocido y antes del recubrimiento, para evitar la formación de líneas de cedencia durante la conformación posterior. La tendencia a la deformación de estas líneas de cedencia, puede reaparecer después de haber transcurrido un cierto tiempo desde la aplicación del temperado; en consecuencia, el utilizador debe transformar los productos dentro de un plazo lo más corto posible. Los productos de grado DC06+ZE no líneas de cedencia. El fabricante debe asegurar la ausencia de formación de líneas de cedencia:

- durante 6 meses a partir de la puesta a disposición de los productos para los grados DC03+ZN, DC04+ZN y DC05+ZN, aspectos superficiales A y B;
- durante 3 meses a partir de la puesta a disposición de los productos para el grado DC01+ZN y aspecto superficial B.

□ RECUBRIMIENTOS

Los recubrimientos de cinc-níquel reflejados en la tabla siguiente son aplicables cuando las dos caras se recubren por igual.

Tabla 9-28 Productos planos de acero recubiertos electrolíticamente de cinc-níquel - Recubrimientos

Designación del recubrimiento	Valores nominales de la masa de recubrimiento de cinc-níquel por cada cara ^{1) 2) 3)}	
	Espesor μm	Masa g/m^2
ZN20/20	2.0	15
ZN30/30	3.0	22
ZN40/40	4.0	29
ZN50/50	5.0	37
ZN60/60	6.0	44

1) Un espesor de recubrimiento de $1\mu\text{m}$ corresponde a una masa de recubrimiento de aproximadamente $7.3\text{g}/\text{m}^2$.

2) Por acuerdo, puede ser especificado un recubrimiento nominal. En este caso, el recubrimiento mínimo de cinc-níquel debe ser igualmente objeto de un acuerdo en el momento de hacer la consulta y el pedido.

En la designación, recubrimiento se expresa como diez veces el espesor nominal de recubrimiento en micrómetros (μm), indicando por separado el correspondiente a cada cara. Los recubrimientos serán controlados mediante la determinación de la masa de cinc-níquel por metro cuadrado en cada cara; cada resultado deberá cumplir con los requisitos de la masa de recubrimiento mínima según la tabla anterior. Los recubrimientos diferenciales basados en una combinación de los recubrimientos mencionados en la tabla anterior pueden ser suministrados por acuerdo entre el fabricante y el comprador. Serán designados de la siguiente manera: ZN50/20, etc. Cuando se suministran recubrimientos diferenciales, el fabricante deberá indicar que cara tiene el mayor espesor, es decir la cara superior o la inferior en el caso de las chapas, y la interior o la exterior en el caso de las bobinas. Por acuerdo entre el fabricante y el comprador, el producto se puede suministrar con recubrimiento por una sola cara. Estos recubrimientos serán designados de la forma: ZN50/00 etc. En estos casos puede aparecer un depósito débil de cinc-níquel a una distancia de 10mm desde los bordes de la cara no recubierta. Debe ser objeto de acuerdo, en el momento de hacer la consulta y el pedido, un valor máximo de la masa de recubrimiento residual sobre la cara no recubierta. Solo se puede convenir un límite máximo para la masa de recubrimiento por cara del producto (ensayo en un solo punto)

Adherencia del recubrimiento: Después del doblado, el recubrimiento no deberá mostrar ninguna zona de desprendimiento de cinc-níquel. No se tendrá en cuenta las zonas situadas a menos de 6mm de cada borde de la muestra para eliminar la influencia del cizallado. Se permiten las grietas superficiales o asperezas del cinc-níquel.

□ CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

Las características superficiales son el aspecto y el acabado. El comprador debe indicarlo al hacer el pedido.

Aspecto superficial: Los productos serán entregados con una superficie que tenga el aspecto A o B.

- Aspecto superficial A: Están permitidos los defectos tales como poros, ligeras indentaciones, pequeñas marcas, rayas insignificantes y ligeros cambios de coloración que no afecten a la aptitud al conformado o a la adherencia de ulteriores recubrimientos superficiales.
- Aspecto superficial B: La mejor de las caras no deberá tener ninguna imperfección capaz de perjudicar al aspecto uniforme de un acabado de pintura de alta calidad. En el caso de un recubrimiento de una sola cara, este requisito se aplicará a la cara sin recubrir, a menos que se acuerde lo contrario. La otra cara deberá al menos cumplir con las exigencias de la cara de aspecto A.

Salvo acuerdo en el momento del pedido, deberá controlarse una sola cara de la chapa y dicha cara deberá cumplir con los requisitos. La otra cara deberá tener las características tales que durante el tratamiento ulterior no se produzca un efecto negativo en la cara controlada. En los suministros en forma de bobina existe mayor riesgo de defectos de superficie que cuando se entrega en chapas o chapas cortadas ya que no es posible que el fabricante pueda eliminar las zonas defectuosas de la bobina. El comprador deberá tener esto en cuenta al evaluar los productos.

Acabado superficial: Mediante acuerdo en el momento de formalizar el pedido, se pueden especificar los límites para los márgenes de la rugosidad superficial (valore R_a), para utilizations finales específicas.

□ **TRATAMIENTO SUPERFICIAL (PROTECCIÓN SUPERFICIAL):**

Se debe acordar al hacer la consulta y el pedido, uno de los tipos de tratamiento superficial indicados en la siguiente tabla:

Tabla 9-29 Productos planos de acero recubiertos electrolíticamente - Tipos de tratamientos superficiales ¹⁾

Símbolo	Tipo de tratamiento
O	Aceitado
P	Fosfatado
PC	Fosfatado y sellado químicamente
C	Pasivado químicamente
PCO	Fosfatado, sellado químicamente y aceitado
CO	Pasivado químicamente y aceitado
PO	Fosfatado y aceitado

1) El tipo de tratamiento superficial debe ser acordado en el momento de hacer la consulta y el pedido.

Normalmente, las chapas y bandas recubiertas electrolíticamente de cinc-níquel se suministran aceitadas (O). El aceitado (O) reduce el riesgo de corrosión durante el transporte y el almacenamiento, que se debe principalmente a la humedad. En el caso de las superficies aceitadas, debe ser posible eliminar la capa de aceite con detergentes adecuados que no ataquen el recubrimiento de cinc-níquel. Se supone que el usuario tiene todo el equipo necesario para desengrasar los productos.

□ **APLICACIONES**

Aptitud al soldeo: El producto es apto para la soldadura en las condiciones establecidas para el metal base. Sin embargo, deben tomarse precauciones debido a la presencia de la aleación de cinc-níquel y, a veces, de fosfato en la superficie del producto.

Aptitud a la pintura: El acero recubierto electrolíticamente de cinc-níquel es una base adecuada para la pintura, pero el tratamiento previo puede ser diferente del que se utiliza para el acero sin recubrir. Las pinturas de imprimación previas al tratamiento, los recubrimientos de conversión química y ciertas pinturas preparadas especialmente para la aplicación directa en las superficies de cinc-níquel son procesos adecuados como primeros tratamientos para el acero recubierto electrolíticamente de cinc-níquel. Para la preparación de la superficie y la aplicación de la pintura, el comprador deberá tener en cuenta si el material deberá ser entregado químicamente pasivado o fosfatado y/o aceitado.

Aptitud al conformado: Los recubrimientos electrolíticos de cinc-níquel, por lo general, presentan buena adherencia incluso para conformados de gran deformación. Sin embargo, se

puede observar la presencia de polvo si el producto fuertemente solicitado o la deformación es demasiado rápida durante su fabricación. Debe prestarse especial cuidado para garantizar que la velocidad de conformación y el juego de las matrices son las adecuadas.

Tolerancias dimensionales y de forma. UNE 36-563-92 (EN 10131; 1991).

9.4. PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS DE ALUMINIO-CINC

9.4.1. BANDAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO RECUBIERTAS EN CONTINUO DE ALEACIÓN DE CINC-ALUMINIO (ZA), POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE-EN 10214: 1995.

Características de los productos planos de acero de bajo contenido en carbono para conformado en frío, revestidos en continuo por inmersión en caliente de una aleación de cinc-aluminio, o aceros para construcción de espesor igual o inferior a 3.0mm. El espesor considerado es el espesor final del producto después del revestimiento. Es aplicable a los productos planos cualquiera que sea su anchura, es decir, a las bandas (anchura ≥ 600 mm) y los flejes (anchura < 600 mm) y a las "longitudes cortadas" (chapas y flejes en tiras) obtenidos de aquellas por corte transversal. El revestimiento está compuesto por cinc con aproximadamente un 5% de aluminio y puede contener pequeñas cantidades de aleaciones. Se indican los productos habituales según al tipo, masa y acabado del recubrimiento y de los tipos del aspecto superficial. Los productos definidos están especialmente indicados para aquellas aplicaciones en que se precise una buena protección contra la corrosión.

□ TIPOS DE ACEROS

Los tipos de aceros que pueden suministrarse figuran en las dos siguientes tablas. La tabla siguiente contiene los aceros bajos en carbono listados en orden creciente según su aptitud para el conformado en frío: DX51D+ZA: Grado para plegado y perfilado; DX52D+ZA: Grado para embutición; DX53D+ZA: Grado para embutición profunda; DX54D+ZA: Grado para embutición extra profunda;

Tabla 9-30 Productos planos recubiertos de cinc-aluminio (ZA) - Tipos de acero y características mecánicas - Acero bajo en carbono para conformado en frío

Designación del tipo de acero			Límite elástico	Resistencia a la tracción	Alargamiento de rotura
Simbólica	Númérica	Símbolo del tipo de recubrimiento	R_e N/mm ² máx. ^{1) 2) 3)}	R_m N/mm ² máx. ^{1) 3)}	A_{80} % mín. ^{1) 4)}
DX51D	1.0226	+ZA	---	500	22
DX52D	1.0350	+ZA	300 ⁵⁾	420	26
DX53D	1.0355	+ZA	260	380	30
DX54D	1.0306	+ZA	220	350	36

1) Valores aplicables a probetas transversales.2) Los valores del límite elástico se refieren al límite elástico convencional de elasticidad al 0.2% para aquellos casos que no se presente el fenómeno de cedencia y el límite elástico inferior R_{eL} , para los que presentan dicho fenómeno.3) Para todos los tipos se puede considerar un valor mínimo del límite elástico, R_e de 140 N/mm² y de 270 N/mm² para la resistencia a la tracción, R_m .4) Para los productos de espesor nominal ≤ 0.7 , los valores mínimos del alargamiento de rotura, A_{80} , deberán reducirse en 2 unidades.5) Este valor sólo es aplicable a productos temperados (acabado superficial B y C).

Tabla 9-31 Productos planos recubiertos de cinc-aluminio (ZA) - Tipos de acero y características mecánicas - Acero de construcción

Designación del tipo de acero			Límite elástico ^{1) 2)}	Resistencia a la tracción ¹⁾	Alargamiento de rotura ^{1) 3)}
Simbólica	Númérica	Símbolo del tipo de recubrimiento	R_{eH} N/mm ² mín.	R_m N/mm ² mín.	A_{80} % mín. ¹⁾
S220GD	1.0241	+ZA	220	300	20
S250GD	1.0242	+ZA	250	330	19
S280GD	1.0244	+ZA	280	360	18
S320GD	1.0250	+ZA	320	390	17
S350GD	1.0529	+ZA	350	420	16
S550GD	1.0531	+ZA	550	560	---

1) Valores aplicables a probetas longitudinales.2) Los valores del límite elástico se refieren al límite elástico convencional de elasticidad al 0.2% para aquellos casos que no se presente el fenómeno de cedencia y el límite elástico inferior R_{eL} , para los que presentan dicho fenómeno.3) Para los productos de espesor nominal ≤ 0.7 mm, los valores mínimos de alargamiento de rotura, A_{80} , deberán reducirse en 2 unidades.

□ RECUBRIMIENTOS

Tabla 9-32 Productos planos recubiertos de cinc-aluminio (ZA) - Recubrimientos y acabados del recubrimiento

Grado de acero	Recubrimiento	Acabado del recubrimiento ¹⁾		
		A	B	C
DX51D+ZA				
DX52D+ZA	95	X	X	X
S220GD+ZA	130	X	X	X
S250GD+ZA	185	X	X	X
S280GD+ZA	200	X	X	X
S320GD+ZA	255	X	X	X
S350GD+ZA	300	X	----	----
S550GD+ZA				
DX53D+ZA	95	X	X	X
	130	X	X	X
y	185	X	X	X
	200	X	X	X
DX54D+ZA	255	X	----	----

1) X: producción habitual; ----: sólo se suministran por acuerdo.

□ ACABADO DEL RECUBRIMIENTO

Los productos se suministran con un aspecto del recubrimiento normal. El aspecto del recubrimiento normal tiene un lustre metálico, que es el resultado de un crecimiento libre de los cristales del cinc-aluminio durante el proceso normal de sollicitación. Pueden aparecer cristales de diferentes tamaños y brillos dependiendo de las condiciones de solidificación. Esto no afecta al acabado del recubrimiento.

□ ACABADO SUPERFICIAL

De acuerdo con la tabla anterior, los productos pueden ser suministrados con uno de los acabados superficiales siguientes:

Acabado ordinario (A): En este acabado se permiten pequeños cráteres, heterogeneidades en el floreado, puntos negros, ligeras rayas y pequeñas manchas de pasivación. Se puede observar un ligero acostillamiento y sobreespesores locales en el recubrimiento.

Acabado mejorado (B): El acabado se obtiene generalmente aplicando un temper (skin-pass). En este acabado son admisibles defectos localizados tales como aquellos que se deben a una pasada del tratamiento mecánico, marcas de cilindros, irregularidades, estrías, huellas, irregularidades en el floreado y sobreespesores en el recubrimiento, así como ligeros aspectos de pasivación; no se admite la presencia de picaduras.

Acabado superior (C): El acabado C se obtiene mediante un temper (skin-pass). La cara de mejor acabado debe estar prácticamente libre de defectos y en ningún caso debe afectar a la uniformidad de una pintura de calidad. La otra cara debe presentar, al menos, un acabado B.

□ TRATAMIENTO SUPERFICIAL (PROTECCIÓN SUPERFICIAL TEMPORAL)

Los productos planos recubiertos en caliente de cinc-aluminio generalmente se recubren en fábrica con una de las protecciones superficiales que describen a continuación. Las propiedades inhibitoras de las protecciones superficiales son limitadas en el tiempo. La duración de la protección varía según las distintas atmósferas.

Pasivación química (C): La pasivación química protege la superficie de la humedad y atenúa el riesgo de aparición de depósitos de productos de corrosión durante el transporte y el almacenado. Este tratamiento puede provocar coloraciones locales que no afectan en nada a la calidad.

Aceitado (O): Este tratamiento disminuye el riesgo de corrosión precoz de la superficie.

La capa de aceite se debe poder eliminar mediante un desengrasante adecuado que no afecte negativamente a la capa de recubrimiento.

Pasivación química y aceitado (CO): Cuando se solicita una mayor protección contra la corrosión se emplea la pasivación química y el aceitado ulterior; este tipo de protección debe ser objeto de acuerdo.

Productos sin tratamiento (U): A petición expresa del cliente y bajo su responsabilidad, los productos planos recubiertos de cinc-aluminio, se pueden suministrar sin tratamiento de

protección superficial. En este caso, aumenta notablemente el riesgo corrosión durante el transporte y almacenado.

□ CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Los valores de las características mecánicas de la tabla de aceros bajo en carbono para conformado en frío son aplicables para aquellos casos en los que el pedido se haya establecido durante un plazo de:

- 8 días: para los tipos DX51D+ZA y DX52D+ZA;
- 6 meses: para los tipos DX53D+ZA, y DX54D+ZA;

contando a partir de la fecha de puesta a disposición por el fabricante.

Para productos planos de acero de construcción se aplican las características mecánicas indicadas en la tabla de aceros para construcción. Un almacenamiento prolongado de los productos puede alterar su aptitud a la conformación. Por tanto, deberán utilizarse lo más rápidamente posible desde su recepción. Los valores del ensayo a tracción se refieren a: probetas transversales, para tipos de acero bajo en carbono; probetas longitudinales, para tipos de acero de construcción. Estos valores, se refieren a la sección de una probeta decapada (no recubierta).

□ AUSENCIA DE ACOSTILLADO O FACETAS

Aceros bajos en carbono para conformado en frío: Cuando se precise en especial una garantía de ausencia de facetas, puede ser necesario someter los productos a una ligera pasada de temperado o por una pasada a través de una enderezadora-desnervadora. Estos tratamientos pueden disminuir la aptitud a la conformación. Los principios y las condiciones que dan lugar a la formación de facetas son los mismos que dan lugar a las líneas de cedencia. Aceros de construcción: La ausencia de acostillado o facetas debe acordarse previamente e indicarse en el pedido.

□ LÍNEAS DE CEDENCIA

Para evitar la formación de líneas de cedencia durante la conformación en frío, puede ser necesario someter los productos a una ligera pasada de temperado. La tendencia a la formación de líneas de cedencia reaparece con el tiempo, por lo que se recomienda al utilizador que transforme los productos en el menor plazo posible. Se puede garantizar la ausencia de líneas de cedencia en los productos suministrados con los acabados B y C durante un período de: 1 mes, para los tipos DX51D+ZA y DX52D+ZA; 6 meses; para los tipos DX53D+ZA, y DX54D+ZA; contado a partir de la fecha de puesta a disposición por el fabricante.

□ MASA DE RECUBRIMIENTO

Las masas de recubrimiento deben ser las indicadas en la tabla siguiente. Estos valores corresponden a la masa total del recubrimiento sobre las dos caras, para el ensayo de triple muestra (triple punto) y los del ensayo de muestra simple o punto simple. La masa de recubrimiento no siempre se reparte uniformemente por las dos caras del producto. Por ello, en los casos de recubrimiento por las dos caras, se puede admitir que, en los puntos de una cara, los valores de la masa de recubrimiento sean inferiores a los valores indicados en la tabla para el ensayo de simple muestra (punto simple), pero en cualquier caso deben ser, al menos, el 40% del valor indicado en la tabla de masa de recubrimiento. Para cada uno de los tipos de recubrimiento recogidos en la tabla, se puede convenir valores máximo y mínimo en cada cara del producto en el ensayo individual.

Tabla 9-33 Productos planos recubiertos de cinc-aluminio (ZA) - Masa de recubrimiento

Tipo de recubrimiento	Masa mínima de recubrimiento en g/m ² , ambas caras ¹⁾	
	Ensayo de triple muestra	Ensayo de muestra simple
95	95	80
130	130	110
185	185	155
200	200	170
255	255	215
300	300	255

1) Una masa de recubrimiento, por ambas caras, de 95 g/m², equivale aproximadamente, a un espesor de capa de 7.2µm por cara.

□ **ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO**

Después del doblado, el recubrimiento no debe presentar ningún tipo de desprendimiento. Para eliminar la influencia del corte, no deberá tenerse en cuenta una zona de 6mm de anchura en los bordes de la probeta. Se admite que el recubrimiento presente fisuraciones y rugosidades.

□ **CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES**

Salvo acuerdo en contrario al hacer el pedido, el fabricante sólo inspeccionará una cara. A petición del comprador, el fabricante deberá indicar si se inspeccionado la cara de arriba o la de abajo. No será motivo de rechazo ligeros “dientes de sierra” en los bordes de los productos cizallados. En los suministros en forma de bobina (de banda o de fleje), existe mayor riesgo de defectos de superficie que cuando se entrega en chapas o chapas cortadas ya que no es posible que el fabricante pueda eliminar las zonas defectuosas de la bobina. El comprador deberá tener esto en cuenta al evaluar los productos.

□ **APTITUD PARA UNA TRANSFORMACIÓN ULTERIOR**

Soldeo: Los productos definidos en esta norma –con la excepción del grado de acero S550GD+ZA–son aptos para el soldeo por los procedimientos habituales. Para los tipos de recubrimiento de masa más alta, puede ser necesario tomar precauciones especiales

Unión por adhesivos: Los productos definidos en esta norma son aptos para su unión por adhesivos.

Recubrimiento orgánico: A todos los tipos de acero y a todos los acabados se les debe poder aplicar un recubrimiento orgánico. Después de estos tratamientos, la apariencia del producto depende del grado de acabado solicitado. El utilizador debe dar una preparación superficial particular antes del recubrimiento o de la pintura.

9.4.2. BANDAS (CHAPAS Y BOBINAS) DE ACERO RECUBIERTAS EN CONTINUO DE ALEACIÓN DE ALUMINIO-CINC (AZ), POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE-EN 10215: 1995.

Características de los productos planos de acero de bajo contenido en carbono para conformado en frío, revestidos en continuo por inmersión en caliente de una aleación de aluminio-cinc, o aceros para construcción de espesor igual o inferior a 3.0mm. El espesor considerado es el espesor final del producto después del revestimiento. Es aplicable a los productos planos cualquiera que sea su anchura, es decir, a las bandas (anchura ≥ 600mm) y los flejes (anchura < 600mm) y a las “longitudes cortadas” (chapas y flejes en tiras) obtenidos de aquellas por corte transversal. La composición nominal de la masa de la aleación aluminio-cinc es 55% Al, 1.6% Si y el resto cinc. Se indican los productos habituales según al tipo, masa y acabado del recubrimiento y de los tipos del aspecto superficial. Los productos definidos están especialmente indicados par aquellas aplicaciones en que se precise una buena protección contra la corrosión.

La tabla siguiente contiene los aceros bajos en carbono listados en orden creciente según su aptitud para el conformado en frío: DX51D+AZ: Grado para plegado y perfilado; DX52D+AZ: Grado para embutición; DX53D+AZ: Grado para embutición profunda; DX54D+AZ: Grado para embutición extra profunda.

Tabla 9-34 Chapas y Bobinas de acero recubiertas de de aluminio-cinc (AZ)- Tipos de acero y características mecánicas - Acero bajo en carbono para conformado en frío

Designación del tipo de acero			Límite elástico R _e N/mm ² máx. ^{1) 2) 3)}	Resistencia a la tracción R _m N/mm ² máx. ^{1) 3)}	Alargamiento de rotura A ₈₀ % mín. ^{1) 4)}
Simbólica	Númerica	Símbolo del tipo de recubrimiento			
DX51D	1.0226	+AZ	---	500	22
DX52D	1.0350	+AZ	300 ⁵⁾	420	26
DX53D	1.0355	+AZ	260	380	30
DX54D	1.0306	+AZ	220	350	36

1) Valores aplicables a probetas transversales. 2) Los valores del límite elástico se refieren al límite elástico convencional de elasticidad al 0.2% para aquellos casos que no se presente el fenómeno de cedencia y el límite elástico inferior R_{eL}, para los que presentan dicho fenómeno. 3) Para todos los tipos se puede considerar un valor mínimo del límite elástico, R_e, de 140 N/mm² y de 270 N/mm² para la resistencia a la tracción, R_m. 4) Para los productos de espesor nominal ≤ 0.7, los valores mínimos del alargamiento de rotura, A₈₀, deberán reducirse en 2 unidades. 5) Este valor sólo es aplicable a productos templados (acabado superficial B y C).

Tabla 9-35 Chapas y Bobinas de acero recubiertas de aluminio-cinc (AZ) - Tipos de acero y características mecánicas - Acero de construcción

Designación del tipo de acero			Límite elástico ^{1) 2)} R _{eH} N/mm ² mín.	Resistencia a la tracción ¹⁾ R _m N/mm ² mín.	Alargamiento de rotura ^{1) 3)} A ₈₀ % mín. ¹⁾
Simbólica	Númerica	Símbolo del tipo de recubrimiento			
S250GD	1.0242	+AZ	250	330	19
S280GD	1.0244	+AZ	280	360	18
S320GD	1.0250	+AZ	320	390	17
S350GD	1.0529	+AZ	350	420	16
S550GD	1.0531	+AZ	550	560	----

1) Valores aplicables a probetas longitudinales.
 2) Los valores del límite elástico se refieren al límite elástico convencional de elasticidad al 0.2% para aquellos casos que no se presente el fenómeno de cedencia y el límite elástico inferior R_{eL}, para los que presentan dicho fenómeno.
 3) Para los productos de espesor nominal ≤ 0.7mm, los valores mínimos de alargamiento de rotura, A₈₀, deberán reducirse en 2 unidades.

□ **RECUBRIMIENTOS**

Tabla 9-36 Chapas y Bobinas de acero recubiertas de aluminio-cinc (AZ) - Masa de recubrimiento

Tipo de recubrimiento	Masa mínima de recubrimiento en g/m ² , ambas caras ¹⁾	
	Ensayo de triple muestra	Ensayo de muestra simple
100	100	85
150	150	130
185	185	160

1) Una masa de recubrimiento, por ambas caras, de 100 g/m², equivalentes aproximadamente, a un espesor de capa de 13.3µm por cara.

Para aplicaciones especiales se pueden suministrar masas de recubrimiento diferentes a las de la tabla anterior. En tal caso, y por acuerdo al hacer el pedido, se deben convenir la masa y el acabado del recubrimiento. La aptitud a la deformación y al soldeo disminuye cuanto mayor es el espesor de la capa de recubrimiento. La masa de recubrimiento solicitada debe ser compatible con las exigencias de conformación y de soldeo. Por acuerdo al hacer el pedido, pueden suministrarse masas de recubrimiento diferentes en cada una de las caras. Como consecuencia del proceso de fabricación, ambas caras pueden tener un aspecto diferente.

□ **ACABADO DEL RECUBRIMIENTO**

Los productos se suministran con brillo normal. El aspecto del recubrimiento normal tiene un lustre metálico, que es el resultado de un crecimiento libre de los cristales del aluminio-cinc durante el proceso normal de soldeo.

□ **ACABADO SUPERFICIAL**

Los productos pueden ser suministrados con uno de los acabados superficiales siguientes:
Acabado ordinario (A): En este acabado se permiten pequeños cráteres, heterogeneidades en el floreado, puntos negros, ligeras rayas y pequeñas manchas de pasivación. Se puede observar un ligero acostillamiento y sobreespesores locales en el recubrimiento.

Acabado mejorado (B): El acabado se obtiene generalmente aplicando un temper (skin-pass). En este acabado son admisibles defectos localizados tales como aquellos que se deben a una pasada del tratamiento mecánico, marcas de cilindros, irregularidades, estrías, huellas, irregularidades en el floreado y sobreespesores en el recubrimiento, así como ligeros aspectos de pasivación; no se admite la presencia de picaduras.

Acabado superior (C): El acabado C se obtiene mediante un temper (skin-pass). La cara de mejor acabado debe estar prácticamente libre de defectos y en ningún caso debe afectar a la uniformidad de una pintura de calidad. La otra cara debe presentar, al menos, un acabado B.

□ **TRATAMIENTO SUPERFICIAL (PROTECCIÓN SUPERFICIAL TEMPORAL)**

Los productos planos recubiertos en caliente de aluminio-cinc generalmente se recubren en fábrica con una de las protecciones superficiales que describen a continuación. Las propiedades inhibitorias de las protecciones superficiales son limitadas en el tiempo. La duración de la protección varía según las distintas atmósferas.

Pasivación química (C): La pasivación química protege la superficie de la humedad y atenúa el riesgo de aparición de depósitos de productos de corrosión durante el transporte y el almacenado (roya negra). Este tratamiento puede provocar una ligera decoloración superficial que no afectan en nada a la calidad general del producto.

Aceitado (O): Este tratamiento también disminuye el riesgo de aparición de roya negra. La capa de aceite se debe poder eliminar mediante un desengrasante adecuado que no afecte negativamente a la capa de recubrimiento. Los productos suministrados con este tratamiento requieren una lubricación previa a la laminación o la embutición.

Pasivación química y aceitado (CO): Cuando se solicita una mayor protección contra la roya negra se emplea la pasivación química y el aceitado ulterior; este tipo de protección debe ser objeto de acuerdo.

Productos sin tratamiento (U): A petición expresa del cliente y bajo su responsabilidad, los productos planos recubiertos de aluminio-cinc, se pueden suministrar sin tratamiento de protección superficial. En este caso, aumenta notablemente el riesgo corrosión durante el transporte y almacenado.

❑ **CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

Los valores de las características mecánicas de la tabla de aceros bajo en carbono para conformado en frío son aplicables para aquellos casos en los que el pedido se haya establecido durante un plazo de:

- 8 días: para los tipos DX51D+AZ y DX52D+AZ;
- 6 meses: para los tipos DX53D+AZ, y DX54D+AZ;

contando a partir de la fecha de puesta a disposición por el fabricante.

Para productos planos de acero de construcción se aplican las características mecánicas indicadas en la tabla de aceros para construcción. Un almacenamiento prolongado de los productos puede alterar su aptitud a la conformación. Por tanto, deberán utilizarse lo más rápidamente posible desde su recepción. Los valores del ensayo a tracción se refieren a:

- probetas transversales, para tipos de acero bajo en carbono.
- probetas longitudinales, para tipos de acero de construcción.

Estos valores, se refieren a la sección de una probeta decapada (no recubierta).

❑ **AUSENCIA DE ACOSTILLADO O FACETAS**

Aceros bajos en carbono para conformado en frío: Cuando se precise en especial una garantía de ausencia de facetos, puede ser necesario someter los productos a una ligera pasada de temperado o por una pasada a través de una enderezadora-desnervadora. Estos tratamientos pueden disminuir la aptitud a la conformación. Los principios y las condiciones que dan lugar a la formación de facetos son los mismos que dan lugar a las líneas de cedencia. Aceros de construcción: La ausencia de acostillado o facetos debe acordarse previamente e indicarse en el pedido.

❑ **LÍNEAS DE CEDENCIA**

Para evitar la formación de líneas de cedencia durante la conformación en frío, puede ser necesario someter los productos a una ligera pasada de temperado. La tendencia a la formación de líneas de cedencia reaparece con el tiempo, por lo que se recomienda al utilizador que transforme los productos en el menor plazo posible. Se puede garantizar la ausencia de líneas de cedencia en los productos suministrados con los acabados B y C durante un período de:

- 1 mes, para los tipos DX51D+AZ y DX52D+AZ;
- 6 meses; para los tipos DX53D+AZ, y DX54D+AZ;

contado a partir de la fecha de puesta a disposición por el fabricante.

❑ **MASA DE RECUBRIMIENTO**

Las masas de recubrimiento deben ser las indicadas en la tabla de masa de recubrimiento. Estos valores corresponden a la masa total del recubrimiento sobre las dos caras, para el ensayo de triple muestra (triple punto) y los del ensayo de muestra simple o punto simple. La masa de recubrimiento no siempre se reparte uniformemente por las dos caras del producto. Por ello, en los casos de recubrimiento por las dos caras, se puede admitir que, en los puntos

de una cara, los valores de la masa de recubrimiento sean inferiores a los valores indicados en la tabla para el ensayo de simple muestra (punto simple), pero en cualquier caso deben ser, al menos, el 40% del valor indicado en la tabla de masa de recubrimiento. Para cada uno de los tipos de recubrimiento recogidos en la tabla, se puede convenir valores máximo y mínimo en cada cara del producto en el ensayo individual.

□ **ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO**

Después del doblado, el recubrimiento no debe presentar ningún tipo de desprendimiento. Para eliminar la influencia del corte, no deberá tenerse en cuenta una zona de 6mm de anchura en los bordes de la probeta. Se admite que el recubrimiento presente fisuraciones y rugosidades.

□ **CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES**

Salvo acuerdo en contrario al hacer el pedido, el fabricante sólo inspeccionará una cara. A petición del comprador, el fabricante deberá indicar si se inspeccionado la cara de arriba o la de abajo. No será motivo de rechazo ligeros “dientes de sierra” en los bordes de los productos cizallados. En los suministros en forma de bobina (de banda o de fleje), existe mayor riesgo de defectos de superficie que cuando se entrega en chapas o chapas cortadas ya que no es posible que el fabricante pueda eliminar las zonas defectuosas interiores. El comprador deberá tener esto en cuenta al evaluar los productos.

□ **APTITUD PARA UNA TRANSFORMACIÓN ULTERIOR**

Soldeo: Los productos definidos en esta norma –con la excepción del grado de acero S550GD+AZ–son aptos para el soldeo por los procedimientos habituales. Para los tipos de recubrimiento de masa más alta, puede ser necesario tomar precauciones especiales

Unión por adhesivos: Los productos definidos en esta norma son aptos para su unión por adhesivos.

Recubrimiento orgánico: A todos los tipos de acero y a todos los acabados se les debe poder aplicar un recubrimiento orgánico. Después de estos tratamientos, la apariencia del producto depende del grado de acabado solicitado. El utilizador debe dar una preparación superficial particular antes del recubrimiento o de la pintura.

9.5. PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS

9.5.1. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO, RECUBIERTOS EN CONTINUO DE MATERIAS ORGÁNICAS (PRELACADOS). UNE-EN 10169-1; 1996.

Se suministra información para la elección y el pedido de productos planos de acero, recubiertos en continuo de materia orgánicas (prelacados) y especifica los requisitos técnicos apropiados para los productos. Se aplica a todos los productos planos de acero laminados, con o sin recubrimientos metálicos, recubiertos en continuo de materias orgánicas por el procedimiento de recubrimiento en continuo (prelacado). Los productos amparados por esta norma son las bandas anchas, chapas cortadas de la banda ancha, fleje en bobina obtenido por corte longitudinal de una banda ancha, bobinas de fleje laminado a una anchura inferior a 600mm y longitudes cortadas de chapa y fleje. Estos productos están particularmente indicados cuando la resistencia a la corrosión y el aspecto decorativo tienen una importancia primordial. Son de aplicación en la industria de productos planos, en edificación, industria del automóvil, de maquinaria, fabricación de muebles e industria de embalaje técnico. Los productos de acero prelacados puede suministrarse en numerosos tipos y grados, dependiendo del material base utilizado (diferentes grados de acero con o sin recubrimiento metálico), del material y tipo de recubrimiento y de los requisitos relativos al aspecto superficial, de la conformabilidad y de las prestaciones generales. Las propiedades de los productos puede variar dentro de unos límites más o menos amplios, según la elección y la combinación de las características mencionadas y de la duración del almacenamiento. Esta norma no se aplica a los productos con recubrimiento orgánico que se citan a continuación: Productos planos estañados, aceros para usos eléctricos, acero bruñido.

□ DEFINICIONES

Recubrimiento en continuo (prelacado): Método por el que se aplica mediante un procedimiento continuo un material de recubrimiento (orgánico) sobre una banda metálica laminada. Este procedimiento incluye la limpieza, si fuera necesaria, y un pretratamiento químico de la superficie metálica y uno de los dos procesos siguientes:

- la aplicación sencilla o múltiple, por una o ambas caras de pinturas (líquidas) o de recubrimientos en polvo que se polimerizan a continuación;
- la laminación con una lámina de plástico.

Sustrato metálico: Material de base procedente de un producto plano de acero laminado, con o sin recubrimiento metálico.

Material de recubrimiento: Material que comprende los polímeros orgánicos, es decir una resina sintética o plásticos, al que generalmente se han añadido pigmentos, aditivos y disolventes (si son necesarios), apropiados para el recubrimiento en continuo. Éstos pueden ser pinturas (en forma líquida o de polvo) que, después de su aplicación, forman una película opaca, o de películas plásticas que aportan unas características de protección, decorativas o de propiedades específicas.

Recubrimiento orgánico: Película seca de pintura del producto recubierto o lámina plástica del conjunto lamina/metal.

Cara vista: Cara de la banda que presenta las mayores características decorativas y/o de protección contra la corrosión y que, en una producción normal, es la cara superior, que constituye la cara externa de la bobina, y es la que el fabricante inspecciona en continuo.

Cara no vista: Cara inferior de la banda o situada "hacia abajo" sobre la que normalmente se aplica un recubrimiento de refuerzo, pero que, ocasionalmente, con cualquiera de los métodos como "sistema monocapa", "sistema multicapa" ó "recubrimiento de lámina" puede satisfacer requisitos especiales.

Sistemas de recubrimiento: Un sistema de recubrimiento es el conjunto de recubrimientos aplicados sobre la cara vista o sobre la cara no vista. Se compone de una o varias capas constituidas por uno o varios materiales de recubrimiento. Su designación depende del material de recubrimiento.

- Sistema monocapa: Un recubrimiento en una sola capa, ya sea con requisitos de aspecto, de conformabilidad, de protección contra la corrosión, de aptitud al pintado ulterior, de adherencia de espumas, etc. o ya sea como una capa de imprimación con propiedades especiales de adherencia y de protección contra la corrosión para aplicaciones de acabado ulteriores.
- Sistema multicapa: comprende una imprimación, ocasionalmente una o varias capas intermedias, y una capa de acabado con requisitos particulares de aspecto, de protección contra la corrosión, de conformabilidad, etc.

Soporte: Recubrimiento de cualquier tipo, sin requisitos particulares de aspecto, de protección contra la corrosión, de conformabilidad, etc.

Imprimación: La primera capa de un sistema de recubrimiento multicapa.

Capa intermedia: Cualquier capa entre la capa primaria y la capa de acabado.

Capa de acabado: La capa final (la más exterior) de un sistema de recubrimiento multicapa.

Recubrimiento de lámina: Lámina plástica aplicada al sustrato sobre el que generalmente se ha aplicado un adhesivo y, si es necesario, una imprimación.

Lámina eliminable: Lámina plástica aplicada sobre la superficie recubierta para protegerla temporalmente contra daños mecánicos.

No recubierto: Estado en el que la superficie del sustrato (una cara de la banda), está desprovisto de recubrimiento.

Bobina-madre: Banda prelacada como unidad de proceso.

Espesor del recubrimiento: Espesor total de recubrimiento orgánico sobre cada una de las caras.

Espesor nominal de recubrimiento: Espesor del recubrimiento que ha sido solicitado o especificado. El espesor nominal de un producto prelacado corresponde al del sustrato metálico, sin incluir el espesor del recubrimiento.

□ **ASPECTO:**

- **Color / diferencia de color:** El color es la sensación derivada de la percepción visual de una radiación de una composición dada. Un color se caracteriza por las coordenadas de un punto en un espacio (especificación colorimétrica en coordenadas tricromáticas) únicamente para un observador determinado, con una fuente luminosa definida y una geometría de iluminación y percepción. La diferencia de color es la amplitud y el carácter de la diferencia percibida visualmente (es decir cualitativamente) entre dos colores bajo luz natural y luz artificial respectivamente o la amplitud y la dirección de la diferencia medida (instrumentalmente) y calculada entre dos colores.
- **Brillo / brillo especular:** Brillo es la propiedad óptica de una superficie, caracterizada por la capacidad de reflejar la luz. El brillo especular es la relación entre el flujo luminoso reflejado por un objeto en la dirección especular, para una fuente luminosa y para un ángulo del receptor especificados, y el flujo luminoso reflejado por un vidrio negro pulido. De una forma cualitativa, las distintas gamas de brillo, se expresan con frecuencia mediante los términos “mate”, “ligeramente brillante” o “semimate”, “satinado”, “semibrillante”, “brillante” y “muy brillante”.

□ **SUSTRATO DE ACERO**

El producto de base para los productos planos recubiertos en continuo de materias orgánicas debe ser una banda de acero laminado, con o sin recubrimiento metálico definida en alguna de las siguientes normas:

- EN 10025, EN 10011, EN 10130, EN 10139, EN 10142, EN 10147, EN 10152, EN 10154, EN 10214, EN 10215, EN 10268.
- EURONORMA 153.
- ISO 4997.

Por acuerdo en el pedido, los productos también pueden suministrarse con otros sustratos de acero. Las masas mínimas de recubrimiento metálico que se especifican para aplicaciones particulares deben indicarse al hacer el pedido.

Con el fin de mantener el aspecto decorativo y la conformabilidad de la banda de acero prelacada, en ocasiones se aconseja limitar el espesor o la masa de recubrimiento metálico aplicado sobre ciertos sustratos.

Se debe destacar que las características mecánicas del sustrato pueden alterarse en el proceso de recubrimiento en continuo.

La utilización de sustratos que puedan envejecer entraña un aumento del límite de elasticidad y de la resistencia a la tracción y una reducción del alargamiento y la aparición de líneas de Lüders y líneas de fluencia.

□ **RECUBRIMIENTOS ORGÁNICOS**

Tabla 9-37 Productos planos prelacados - Lista de materias de recubrimiento más corrientes y gamas de espesores correspondientes

Materia de recubrimiento	Símbolo ¹⁾	Gama de espesores posibles (µm) ²⁾	Espesor habitual (µm) ^{2) 3)}
1. Pinturas Líquidas⁴⁾			
Acrílica	AY	5 a 25	25
Epoxi	EP	3 a 20	----
Poliéster ⁵⁾	SP	5 a 60	25 ⁶⁾
Poliéster modificado con poliamida	SP-PA	15 a 50	25
Poliéster modificado con silicona	SP-PI	15 a 40	25
Acrílica modificada con silicona	AY-SI	25	25
Poliuretano	PUR	10 a 60	25
Poliuretano modificado con poliamida	PUR-PA	10 a 50	25
Polifluoruro de vinilideno	PVDF	20 a 60 ⁷⁾	25
Organosol de policloruro de vinilo	PVC (O)	25 a 60	40
Plastisol de policloruro de vinilo	PVC (P)	40 a 200 ⁸⁾	100 ; 200
Adhesivo especial ⁹⁾	SA	5 a 15	----
Antiadhesivo resistente al calor	HRNS	5 a 15	----
Imprimación soldable rica en cinc	ZP	5 a 20	----
Imprimación soldable a base de pigmentos conductores distintos del cinc	CP	1 a 10	----
2. Recubrimientos en forma de polvos			
Epoxi	EP (PO)	30 a 100	----
Poliéster	SP (PO)	30 a 100	----
3. Láminas			
Policloruro de vinilo ⁹⁾	PVC (F)	50 a 800 ⁶⁾	----
Polifluoruro de vinilo	PVF (F)	38 ¹⁰⁾	38
Polietileno	PE (F)	50 a 300	----
Sistema absorbente de la condensación	CA (F)	----	e.g. 370
1) Los símbolos corresponden, si procede, la resina y al plástico característico (según la ISO/DIS 1043-1), o a la propiedad funcional principal. Cuando sea necesario, se añade entre paréntesis una referencia al sistema apropiado, para distinguir las pinturas, los recubrimientos en polvo (PO) o en láminas (F) por un lado y entre el organosol (O) y plastisol (P), por otro. 2) No se tiene en cuenta la posible película eliminable. 3) Espesores nominales habitualmente aplicados, salvo especificación en contrario al hacer el pedido. 4) Los recubrimientos de espesor igual o superior a 15µm generalmente se aplican con sistema de doble capa (una capa imprimación y una capa de acabado), cuyo tipo y composición pueden ser diferentes. 5) También disponibles con textura. 6) En el caso de recubrimientos acanalados o con textura, el espesor medido con micrómetro. 7) Compuesto de una imprimación y, normalmente, de una capa de acabado (también pueden existir capas intermedias). 8) Por ejemplo, por sistemas que favorezcan la adherencia, adecuados a unión entre metal con el caucho, plástico u otros materiales en los procesos ulteriores. 9) Disponible en formas lisas, con textura o acanaladas. 10) No está comprendido el espesor de la capa de adhesivo de, aproximadamente, 10 µm.			

Sistemas de recubrimiento

La elección de los recubrimientos orgánicos y de su combinación en cada cara depende de la utilización final de los productos prelacados. Esta elección debe realizarse mediante acuerdo entre el cliente y el suministrador. Según las aplicaciones, las bandas de acero prelacadas pueden suministrarse con un recubrimiento orgánico definido:

- sobre cada una de las caras.
- sobre una sola cara, sin estar la otra recubierta (aunque generalmente está pretratada).
- sobre una cara, y la otra cara (la cara no vista de la banda) recubierta de una materia orgánica cualquiera sin propiedades especiales.

En el caso de la banda suministrada en bobinas, la cara vista es generalmente la cara exterior; en el caso de chapa cortada (apiladas o en paquetes), la cara vista es generalmente la cara de arriba. Si el comprador solicita otra disposición, debe indicarlo expresamente en el pedido.

Tratamiento ulterior de la superficie

Si se prevén unas condiciones severas de transporte, de almacenamiento o puesta en obra, previo acuerdo en el pedido, el producto prelacado puede suministrarse con una protección suplementaria mediante una película eliminable, de cera o de aceite. El tipo y el espesor del recubrimiento deben tenerse en cuenta al elegir las láminas eliminables. La elección del tratamiento debe establecerse por acuerdo al hacer el pedido. La eficacia de estos tratamientos es limitada en el tiempo, por lo que el utilizador debe asegurar una buena rotación de sus

existencias en el almacén. Las láminas eliminables permiten la exposición a la intemperie, pero sólo durante un tiempo limitado.

❑ CARACTERÍSTICAS

En la siguiente tabla se resumen las principales características de las bandas recubiertas de materias orgánicas, que pueden tener importancia en el momento de su puesta en obra y de su utilización. Las características estimadas son las de material final y se refieren a la aplicación del producto. Los valores mínimos y máximos a obtener para las características incluidas en la siguiente tabla deben ser objeto de acuerdo en el pedido. Se debe destacar que ciertas características varían durante el almacenamiento.

Tabla 9-38 Productos planos prelacados - Datos sobre las principales características

Característica	Normas de referencia
Espesor del recubrimiento	ISO 2808
Aspecto	
Color / diferencia de color	ISO 3668, SIO 7724-1 a 3
Brillo especular	ISO 2813
Dureza del recubrimiento	
Dureza con lápiz	ASTM D 3363
Ensayo de indentación Buchholz	ISO 2815
Ensayo de rayadura	ISO 518
Adherencia / Flexibilidad	
Adherencia después de la embutición	EN ISO 1520, EN ISO 2409
Flexibilidad del recubrimiento	EN ISO 1519, EN ISO 2409, ASTM D 4115
Adherencia y resistencia a la fisuración por una deformación rápida	EN ISO 2409, EN ISO 6272
Durabilidad	
Resistencia en niebla salina neutra	EN ISO 2409, ISO 4628-1 a 3, ISO 7253
Comportamiento al envejecimiento artificial	ISO 2808, ISO 2813, ISO 3668, ISO 4628-1, 2, 4 a 6, ISO 4892-1 a 4, ISO 7724-3, ISO 11341, ASTM D 4214
Comportamiento al envejecimiento natural	ISO 2810, ISO 2813, ISO 4628-1 a 6, ISO 3668, ISO 7724-3, ASTM D 4214

Nota – Algunos de los métodos que figuran en esta tabla pueden aplicarse como ensayos de recepción o como ensayos de clasificación.

❑ TOLERANCIAS

Medidas y forma

Las tolerancias relativas al espesor del sustrato y a la anchura, la longitud, la planicidad, la flecha al canto y la falta de escuadrado del producto prelacado deben ser las indicadas en las normas siguientes: EN 10048, EN 10051, EN 10140, EN 10143.

Espesor del recubrimiento orgánico

Las tolerancias siguientes relativas al espesor nominal solicitado de recubrimiento se aplican a cada uno de los espesores del material de recubrimiento indicados en la siguiente tabla:

Tabla 9-39 Productos planos prelacados - Tolerancias sobre el espesor nominal del recubrimiento

Gama de espesores nominales	Medidas en µm							
	> 10 ≤ 20	> 20 ≤ 25	> 25 ≤ 35	> 35 ≤ 60	> 60 ≤ 100	> 100 ≤ 200	> 200 ≤ 500	> 500 ≤ 800
Tolerancia en menos sobre la media de tres medidas	3	4	5	8	15	20	30	40
Tolerancia en menos sobre una sola medida	4	5	7	12	20	25	35	50

Las tolerancias sobre el espesor para recubrimientos de espesor inferior o igual a 10µm deben ser objeto de acuerdo al efectuar el pedido. No se fija ninguna tolerancia en más. No se fija ninguna tolerancia sobre el recubrimiento de la cara no vista.

Color

Las tolerancias apropiadas relativas al color deben ser objeto de acuerdo al hacer el pedido.

Brillo

Cuando se requieran, las tolerancias deben ser conformes a la siguiente tabla:

Tabla 9-40 Productos planos prelacados - Tolerancias sobre el brillo especular

Valores en unidades de brillo bajo un ángulo de 60°

Gama de unidades de brillo	Gamas de brillo ¹⁾	Tolerancias sobre el brillo nominal
≤ 10	Mate	± 3
> 10 ≤ 20	Semi-mate	± 4
> 20 ≤ 40	Satinado	± 6
> 40 ≤ 60	Semibrillante	± 8
> 60 < 80	Brillante	± 10
≤ 80	Muy brillante	mínimo 80

1) Indicaciones a título informativo.

9.5.2. PRODUCTOS PLANOS DE ACERO, RECUBIERTOS EN CONTINUO DE MATERIAS ORGÁNICAS (PRELACADOS). PRODUCTOS PARA APLICACIONES EXTERIORES EN LA EDIFICACIÓN. UNE-ENV 10169-2; 1996.

Requisitos específicos para los productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados) utilizados para aplicaciones exteriores en la edificación. En particular, especifica los requisitos de comportamiento de diferentes categorías de flexibilidad del producto, de diferentes categorías de protección contra la corrosión y de diferentes categorías de resistencia a UV. Los productos son las bandas anchas, chapas cortadas de banda ancha, bandas anchas cortadas longitudinalmente, flejes laminados de anchura inferior a 600mm y bobinas cortadas longitudinalmente.

□ **DEFINICIONES**

Aplicaciones exteriores: Todas las aplicaciones en la edificación para las cuales los productos en cuestión son sometidos a la influencia de atmósferas exteriores. Son productos para la edificación, por ejemplo, los perfiles nervados para cubiertas o fachadas, los perfiles curvos, los perfiles embutidos con prensa, las cubiertas y fachadas con fijaciones ocultas, los techos abatibles, las chapas onduladas, los paneles sandwich inyectados de espuma en fábrica para cubiertas y fachadas, las tejas, los accesorios (guarniciones, contracerros), los dispositivos de evacuación de aguas pluviales (canalones, bajantes), las puertas metálicas y puertas de garaje. Para los elementos exteriores de edificación, es importante tener en cuenta el riesgo de corrosión de las superficies internas, es decir, el envés de las superficies. En particular, edificaciones con ambientes internos húmedos o químicamente contaminados, pueden requerir un recubrimiento orgánico por el envés, elegido para procurar una protección intensiva contra la corrosión. Esto puede ser especialmente importante para ensamblajes de doble tablazón (por ejemplo fachadas con alma aislante) donde el envés del elemento exterior no es fácilmente accesible para el mantenimiento y/o en situaciones donde del elemento exterior se espera una durabilidad a largo plazo. Además de los requisitos indicados, en el momento del pedido pueden acordarse otros requisitos nacionales o internacionales relativos a la resistencia al fuego, la seguridad, etc.

Control de producción en fábrica: Control interno permanente de la producción, ejercido por el fabricante.

Ensayos iniciales de tipo: Conjunto de ensayos que son efectuados inicialmente para demostrar la conformidad del producto a la norma.

Ensayo de comportamiento: Ensayo cuyo resultado debe ser indicativo del comportamiento efectivo del producto en su emplazamiento.

Corrosividad: Capacidad de un ambiente para provocar corrosión en un sistema de corrosión dado. (ISO 8044).

Tensiones de corrosión: Factores ambientales que favorecen la corrosión. (EN ISO 12944-2).

Sistema de corrosión: Sistema formado por uno o varios metales y los diferentes elementos del medio ambiente que ejercen una influencia sobre la corrosión. (ISO 8044)



Clima: Tiempo que hace en un lugar o en una zona determinada, establecido estadísticamente mediante parámetros meteorológicos registrados durante un período prolongado. (EN ISO 12944-2).

Tipo de atmósfera: Caracterización de la atmósfera a partir de los agentes corrosivos presentes y de su concentración. (EN ISO 12944-2). Los principales agentes corrosivos son gases (sobretudo el dióxido de azufre) y sales (sobretudo los cloruros y/o los sulfatos). (EN ISO 12944-2).

Ambiente local: Las condiciones atmosféricas que prevalecen alrededor de un elemento constituyen una estructura (EN ISO 12944-2). Estas condiciones determinan la categoría de corrosividad e influyen a la vez los parámetros meteorológicos y los parámetros de polución. (EN ISO 12944-2). Es conveniente reconocer, que en ciertas zonas localizadas dentro de una región, las condiciones ambientales pueden no ser representativas de la región en su conjunto, por ejemplo, en una zona rural en las proximidades de una central eléctrica alimentada con combustibles fósiles, las zonas que se encuentran inmediatamente detrás, en relación con la dirección de los vientos dominantes, pueden estar sometidos a un ambiente más próximo al de una atmósfera urbana o incluso industrial. Conviene tener en cuenta estos casos especiales cuando se elijan recubrimientos orgánicos.

Micro ambiente: Ambiente observado en la superficie límite entre un elemento constituyente de una estructura y su ambiente. El micro ambiente es uno de los factores decisivos para la evacuación de las tensiones de corrosión. (EN ISO 12944-2).

Categoría de la corrosividad: Categoría que indica la corrosividad del ambiente teniendo en cuenta el ambiente local y el micro ambiente, y debe ser utilizada para la selección del producto adecuado.

Categoría de flexibilidad del producto: Categoría del producto plano prelacado que presenta un cierto nivel de flexibilidad.

Categoría de protección contra la corrosión: Categoría del producto que presenta un cierto nivel de protección contra la corrosión, la elección del cual depende de la categoría de corrosividad, de la duración de la protección y de la accesibilidad.

Categoría UV: Categoría que indica el nivel de radiación UV en el ambiente.

Categoría de resistencia a UV: Categoría del recubrimiento que presenta cierto nivel de resistencia a la degradación po UV, su elección depende de la categoría UV, de la duración de la protección y de los requisitos de aspecto.

Accesibilidad: Facilidad para acceder a los componentes de acero con objeto de inspección o mantenimiento, sin otras intervenciones por arriba o por debajo que aquellas que correspondan a una inspección rutinaria.

Duración de la protección: Tiempo transcurrido entre la primera exposición exterior del acero y el momento en que sean necesarios los primeros trabajos de mantenimiento para restablecer la protección contra la corrosión. Se estima necesario restablecer la protección contra la corrosión cuando los defectos del recubrimiento son suficientemente importantes para que una parte significativa (por ejemplo el 5%) de la superficie del elemento presente una corrosión roja del sustrato.

Tiempo de humedad: Período durante el cual una superficie metálica está recubierta por una película de electrolito susceptible de provocar una corrosión atmosférica. Los valores indicativos del tiempo de humedad pueden ser calculados a partir de la temperatura y de la humedad relativa, contabilizando las horas en las que la humedad relativa es superior al 80% y, al mismo tiempo, la temperatura es superior a 0°C. (EN ISO 12944-2).

□ SUSTRATO DE ACERO

El producto de base para los productos planos recubiertos en continuo de materias orgánicas debe ser una banda de acero recubierta con un depósito metálico conforme a una de las siguientes normas europeas: EN 10142, EN 10147, EN 10154, EN 10214, EN 10215. Por acuerdo en el pedido, los productos también pueden suministrarse con otros sustratos de acero. Las masas mínimas de recubrimiento metálico que se especifican para aplicaciones particulares deben indicarse al hacer el pedido. Se debe destacar que las características mecánicas del sustrato pueden alterarse en el proceso de prelacado. La utilización de sustratos que puedan envejecer entraña un aumento del límite de elasticidad y de la resistencia a la tracción y una reducción del alargamiento y la aparición de líneas de Lüders y líneas de fluencia.

□ **RECUBRIMIENTOS ORGÁNICOS**

Materiales de recubrimiento: Los materiales de recubrimiento más corrientemente utilizados sobre las caras expuestas de los productos planos recubiertos de materia orgánicas para las aplicaciones exteriores en la edificación, así como los espesores habituales de los recubrimientos se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 9-41 Productos planos prelacados para aplicaciones exteriores en la edificación - Lista de materias de recubrimiento más comunes y espesor(es) de recubrimiento

Materia de recubrimiento	Símbolo ¹⁾	Espesor del recubrimiento (µm) ^{2) 3)}
1. Pinturas Líquidas⁴⁾		
Acrílico	AY	25
Poliamida. Poliéster modificado	SP-PA	25
Poliéster	SP	25 a 50 ^{5) 6) 7)}
Poliéster de alta durabilidad	HDP	25 a 60 ^{5) 6) 7)}
Poliuretano	PUR	25 a 60 ^{5) 6) 7)}
Plastisol de policloruro de vinilo	PVC (P)	100 a 200 ^{5) 6)}
Polifluoruro de vinilideno	PVDF	25 a 60 ⁷⁾
Silicona. Poliéster modificado	SP-PI	25
2. Películas (laminadas)		
Policloruro de vinilo ³⁾	PVC (F)	150 a 800 ^{6) 8)}
Polifluoruro de vinilo	PVF (F)	38
1) Los símbolos corresponden, si procede, la resina y al plástico característico. Cuando sea necesario, se añade entre paréntesis una referencia al sistema apropiado. 2) No se tiene en cuenta la posible película eliminable. 3) Espesor(es) nominales habitualmente aplicados. 4) Los recubrimientos de espesor igual o superior a 25µm se aplican con sistema de doble capa (una capa imprimación y una capa de acabado), cuyo tipo y composición pueden ser diferentes. 5) También disponibles acanalados o con textura. 6) En el caso de recubrimientos acanalados o con textura, el espesor medido con micrómetro. 7) Compuesto de una capa de imprimación y de dos capas de acabado. Puede aplicarse más de dos capas de acabado si así se solicita. 8) Disponible en formas lisas o impresas, también acanaladas. 9) No está comprendido el espesor de la capa de adhesivo.		

Sistemas de recubrimiento: La elección del recubrimiento en cada una de las caras del producto debe ser acordada entre el comprador y el suministrador para satisfacer los requisitos del comprador en los relativo a la categoría de flexibilidad del producto, la categoría de protección contra la corrosión de la cara vista y de la no vista, y la categoría de resistencia a UV de la cara vista. Es conveniente elegir un recubrimiento apropiado para la cara vista. Normalmente es requerido para soportar la manipulación y el almacenamiento. En ciertos casos, también debe aportar una protección contra la corrosión y/o presentar un aspecto estético o ser compatible con el relleno o el adhesivo. En el caso de la banda suministrada en bobinas, la cara vista es generalmente la cara exterior; en el caso de chapa cortada (apiladas o en paquetes), la cara vista es generalmente la cara de arriba. Si el comprador solicita otra disposición, debe indicarlo expresamente en el pedido.

Tratamiento ulterior de la superficie: Si se prevén unas condiciones severas de transporte, de almacenamiento o puesta en obra, es recomendable suministrar el producto prelacado con una protección suplementaria mediante una película eliminable. La elección del tratamiento debe establecerse por acuerdo al pedir la oferta y hacer el pedido. El tipo y el espesor del recubrimiento deben tenerse en cuenta al elegir las láminas eliminables. La fácil eliminación de estas láminas es limitada en el tiempo, por lo que el utilizador debe asegurar una buena rotación de sus existencias en el almacén. Las láminas eliminables permiten la exposición a la intemperie, pero sólo durante un tiempo limitado.

□ **CARACTERÍSTICAS QUE FORMAN PARTE DEL CONTROL DE PRODUCCIÓN EN FÁBRICA - TOLERANCIAS**

Dimensiones y forma:

Las tolerancias relativas al espesor del sustrato y a la anchura, longitud, planicidad y falta de escuadría del producto plano de acero recubierto de materias orgánicas deben ser conforme a la Norma Europea EN 10143. Debe indicarse en el pedido si se aplican las tolerancias normales o reducidas indicadas en la Norma EN 10143.

Espesor del recubrimiento orgánico

Las tolerancias siguientes relativas al espesor nominal solicitado de recubrimiento deben ser aplicadas para cada espesor de recubrimiento indicado en la tabla siguiente:

Tabla 9-42 Productos planos prelacados para aplicaciones exteriores en la edificación - Tolerancias relativas al espesor nominal del recubrimiento

Gama de espesor nominal	Medidas en μm						
	25	> 25 \leq 35	> 35 \leq 60	> 60 \leq 100	> 100 \leq 200	> 200 \leq 500	> 500 \leq 800
Tolerancia inferior sobre la media de tres medidas	4	5	8	15	20	30	40
Tolerancia inferior sobre una sola medida	5	7	12	20	25	35	50

Las tolerancias relativas a los espesores de recubrimientos $< 25\mu\text{m}$ pueden ser objeto de acuerdo al efectuar el pedido. No hay requisitos para las tolerancias superiores. No hay requisitos para el recubrimiento de la cara no vista.

Color

La inspección del color del recubrimiento orgánico consiste en comparar visualmente una muestra de producto suministrado con una muestra patrón, la cual, previamente a sido objeto de acuerdo. Para una inspección más profunda, la diferencia de color entre la muestra del producto suministrado y la muestra patrón puede medirse instrumentalmente. Las tolerancias de color apropiadas, el método de medida y el dispositivo de medida deben ser objeto de acuerdo al hacer el pedido. Con frecuencia, las cartas de colores no definen colores exactos y por tanto sólo sirven a título indicativo. Debe prestarse atención al hecho de que la medición de un color está influenciada en gran parte por el tipo de instrumento de medida.

Brillo

Cuando se requieran, las tolerancias deben ser conformes a la siguiente tabla:

Tabla 9-43 Productos planos prelacados para aplicaciones exteriores en la edificación - Tolerancias relativas al brillo especular en unidades de brillo sobre un ángulo de 60°

Gama de valores del reflectómetro	Gamas de brillo ¹⁾	Tolerancias sobre el brillo nominal
≤ 10	Mate	± 3
$> 10 \leq 20$	Poco brillante	± 4
$> 20 \leq 40$	Satinado	± 6
$> 40 \leq 60$	Semibrillante	± 8

1) Indicaciones a título informativo.

Adherencia después de la embutición:

Para los recubrimientos líquidos de espesor hasta $60\mu\text{m}$, no debe producirse pérdida de adherencia después de la aplicación de cinta adhesiva para una embutición de 4mm de profundidad (Normas EN ISO 1520 y EN ISO 2409). Para otros recubrimientos líquidos y los recubrimientos sólidos, y para una profundidad máxima de embutición que no provoque la rotura del sustrato, el desprendimiento no debe superar el 75%.

9.5.3. PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO, DE ACERO DULCE PARA ESMALTADO POR VITRIFICACIÓN. UNE-EN 10209; 1996.

Aplicable a los productos planos laminados en frío, no revestidos, de acero bajo en carbono y de anchura igual o superior a 600mm y de espesor igual o inferior a 3mm, suministrados en chapas, bandas anchas, bandas cizalladas o flejes cizallados cortados transversalmente a partir de bandas o chapas. No es aplicable a flejes (anchura de laminación $< 600\text{mm}$) laminados en frío ni a los productos planos laminados en frío para los que existe una norma específica.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Tabla 9-44 Productos planos laminados en frío, de acero dulce para esmaltado por vitrificación - Características 1)

Designación		Designación equivalente anterior	Designación	Método de desoxidación	Garantía de las propiedades mecánicas y ausencia de estrías	R _e N/mm ² 2) 3) máx.	R _m N/mm ²	A ₈₀ % mín 4)	r mín 5)	Composición química en % máx. sobre colada 9)	
Simbólica según EN 10027-1	Númerica									C	Ti
DC01EK	1.0390	FeK1	Acero de calidad no aleado	Completamente calmado	6 meses 6)	270	270/390	30		0.08	
DC04EK	1.0392	FeK4	Acero de calidad no aleado	Completamente calmado	6 meses	220 11)	270/350	36 11)		0.08	
DC06EK	1.0869	FeK6	Acero de calidad no aleado	Completamente calmado	6 meses	190	270/350	38	1.6	0.02	0.30 8)
DC03ED	1.0399	FeD3	Acero de calidad no aleado	Completamente calmado	6 meses 6)	240	270/350	34		10)	
DC04ED	1.0394	FeD4	Acero de calidad no aleado	Completamente calmado	6 meses	210 7)	270/350	38		10)	
DC06ED	1.0872	FeD6	Acero de calidad no aleado	Completamente calmado	6 meses	190	270/350	38	1.6	0.02	0.30 8)

1) Las propiedades mecánicas sólo son aplicables a productos skin-passed.
 2) Los valores del límite elástico se refieren al límite convencional de elasticidad al 0.2% para aquellos casos en que no se presente el fenómeno de cedencia y el límite elástico inferior, R_{eL}, para los que presenten dicho fenómeno.
 Para espesores menores o iguales a 0.7mm y mayores de 0.5mm, el valor del límite elástico se debe incrementar en 20N/mm². Para espesores inferiores o iguales a 0.5mm el límite elástico se debe incrementar en 40N/mm².
 3) A efectos del cálculo, el límite inferior de R_e para las calidades DC01EK, DC04EK, DC03ED y DC04ED se considera de 140N/mm², y de 120 N/mm² para las calidades de DC06EK y DC06ED.
 4) Para espesores menores o iguales a 0.7mm y mayores de 0.5mm, el valor mínimo de alargamiento de rotura se disminuye en 2 unidades. Para espesores iguales o inferiores a 0.5mm el valor mínimo del alargamiento de rotura se disminuye en 4 unidades.
 5) El valor de r sólo es aplicable a productos de espesor igual o mayor de 0.5mm. Si el espesor es mayor de 2mm, el valor de r se disminuye en 0.2.
 6) Por acuerdo al hacer el pedido, se puede aplicar otros métodos de desoxidación. En este caso, se deben acordar al hacer el pedido, el período de garantía de las propiedades mecánicas y la ausencia de estrías.
 7) Si el espesor es mayor o igual de 1.5mm, el valor mínimo del límite elástico es 225 N/mm².
 8) Se puede reemplazar, el titanio por niobio. El carbono y el nitrógeno deben estar completamente ligados.
 9) Por acuerdo al hacer el pedido, se pueden suministrar otros tipos de acero que presenten las mismas propiedades mecánicas. En este caso se debe acordar al hacer el pedido la composición química de los aceros.
 10) La decarburación de las calidades DC03ED y DC04ED se efectúan normalmente en la fase sólida. El contenido máximo de carbono, determinado por análisis de producto después de la decarburación, debe ser 0.004%. Por acuerdo al hacer el pedido, DC03ED y DC04ED se pueden suministrar en acero aleado (por ejemplo titanio y niobio) sin decarburación en la fase sólida: en este caso los contenidos máximos en C y Ti son los referidos para la calidad DC06ED.
 11) A petición del comprador, la calidad DE04EK se pueden suministrar con R_e ≤ 210 N/mm² y A₈₀ ≥ 38% para espesores de 0.7mm a 1.5mm. Incumbe al fabricante la elección de la rugosidad superficial dentro de la gama de rugosidades normales.

CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

Las características superficiales se refieren al aspecto y al acabado superficial.

Aspecto superficial: Los productos son suministrados con un aspecto superficial que no supone ningún efecto adverso para la aptitud de conformado, la aplicación de una capa de esmalte y el aspecto uniforme de la superficie esmaltada de la capa expuesta. En el caso de suministro de bandas anchas o de bandas cizalladas, el porcentaje de defectos superficiales puede ser mayor que en el caso de suministro de chapas o flejes cizallados cortados transversalmente. Esto debe ser tenido en cuenta por el comprador y el porcentaje de defectos superficiales admisibles se debe fijar por acuerdo particular al hacer el pedido. Salvo acuerdo contrario, una sola superficie del producto debe cumplir las características especificadas. La otra superficie debe ser tal, que durante los tratamientos posteriores no repercuta negativamente sobre la cara de mejor aspecto.

Acabado superficial: El acabado superficial puede ser normal o rugoso. En ausencia de especificaciones al hacer el pedido, los productos se suministran con acabado superficial normal. Los valores límite para la rugosidad superficial media para los dos tipos de acabado superficial normal. Los valores límites para la rugosidad superficial media para los dos tipos de acabado se indican en la siguiente tabla:

Tabla 9-45 Productos planos laminados en frío, de acero dulce para esmaltado por vitrificación - Acabado superficial y rugosidad standard

Acabado superficial	Símbolo	Rugosidad
Normal	m	$0.6 \mu\text{m} < R_a \leq 1.9 \mu\text{m}$
Rugoso	r	$R_a > 1.6 \mu\text{m}$

La medida se debe efectuar de acuerdo con la EURONORMA 49. Por acuerdo particular al hacer el pedido, se pueden contemplar otras gamas de rugosidad para usos específicos.

Estrías: Todos los productos se someten generalmente a un skin-pass ligero después del recocido, para evitar la formación de estrías durante el conformado posterior. La tendencia a la formación de estrías puede reaparecer cierto tiempo después del skin-pass; es por tanto de interés para el utilizador conformar los productos lo antes posible. Los productos de calidad DC06EK y DC06ED no presentan estrías después de la deformación. Para otras calidades, la ausencia de estrías puede ser garantizada durante 6 meses después de la disponibilidad de los productos.

Soldabilidad: El material se considera apto para los procedimientos normales de soldadura con tal que los productos hayan sido desengrasados previamente. El procedimiento de soldadura debe ser especificado al hacer el pedido.

Tolerancias dimensionales y de forma: Norma Europea EN 10131.

9.5.4. PRODUCTOS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN GRANALLADOS Y PREPINTADOS POR TRATAMIENTO AUTOMÁTICO. UNE-EN 10238; 1996.

Principales características de los productos de acero de construcción granallados e imprimados por tratamiento automático. No es aplicable a los productos granallados o imprimados de forma manual. En el caso de productos de espesor inferior a 5mm, conviene asegurarse de que el producto no se deforma por el granallado.

❑ **RUGOSIDAD:**

Al hacer la oferta o el pedido se debe especificar una clase de rugosidad superficial, en cuyo caso, se debe indicar en la designación del producto usando los símbolos F para fina, M para media y C para gruesa. El método de medida a utilizar debe ser conforme con la ISO 8503-2.

❑ **TIPOS DE IMPRIMACIÓN**

En la tabla siguiente se da una lista de imprimaciones más corrientemente utilizadas. El espesor nominal de película seca más común es de $20\mu\text{m} \pm 5\mu\text{m}$. En el caso de los perfiles, se autorizan en algunas regiones espesores más elevados de imprimación.

Tabla 9-46 Productos de Acero de construcción granallados y prepintados - Imprimación de taller

Características básicas		Símbolo
Ligante	Pigmento	
Epoxi (EP)	Óxido hierro (F)	EPF
Polivinilo butiral (PVC)	Óxido hierro (F)	PVBF
Alcídica (AK)	Óxido hierro (F)	AKF
Acrílica (AY)	Óxido hierro (F)	AYF
Epoxi (EP)	Polvo de cinc (Z)	EPZ
Silicato de etilo (ESI)	Polvo de cinc (Z)	ESIZ

Por acuerdo al hacer el pedido, se pueden aplicar otros espesores de película seca u otros tipos de imprimadores.

9.6. OTROS PRODUCTOS PLANOS CON RECUBRIMIENTO METÁLICO

9.6.1. CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS. ESPECIFICACIÓN DE CHAPA DE ACERO PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS. UNE-EN 505:1999.

Especifica los requisitos para los productos de protección utilizados en las cubiertas inclinadas, y realizados en chapas de acero con revestimiento metálico con o sin revestimiento orgánico suplementario. Se especifican las características generales, definiciones, así como los requisitos relativos a los materiales a partir de los cuales se pueden fabricar los productos. Los productos pueden ser prefabricados o semiproductos, así como bandas, bobinas o chapas. Es de aplicación a todos los productos de cubierta para colocación en discontinuo y totalmente soportados realizados a partir de chapas de acero. No se incluye ningún requisito relativo a la sustentación, diseño de cubierta, realización de las conexiones y acabados.

□ MATERIALES

Acero: Todos los tipos de acero de las Normas Europeas En 10142, EN 10147, EN 10214 y EN 10215 son adecuados para la fabricación de productos para cubiertas totalmente soportadas, tanto en un proceso industrial como en un proceso "in situ". Según las condiciones de fabricación y/o las características mecánicas requeridas, los tipos de acero superiores pueden ser elegidos conforme a los valores de los tipos indicados en las normas respectivas de los materiales.

Recubrimiento metálico nominal: La masa nominal mínima del recubrimiento metálico depende de la localización geográfica y de las condiciones climáticas y debe ser elegida a partir de los datos de la siguiente tabla. La masa del recubrimiento metálico debe ser la suma de las masas de los recubrimientos en las dos caras, en gramos por metro cuadrado medidos y con las tolerancias especificados en la norma correspondiente.

Tabla 9-47 Chapa metálica para cubiertas totalmente soportadas- Masas nominales de los recubrimientos metálicos

Tipo de recubrimiento por inmersión en caliente	Designación del recubrimiento	
	con recubrimiento orgánico	sin recubrimiento orgánico
Cinc tipo Z	Z200	Z275
	Z225	Z350
	Z275	Z450
5% Al-Zn tipo ZA	ZA200	ZA255
	ZA255	ZA300
55% Al-Zn tipo AZ	AZ150	AZ150
		AZ185
Aluminio tipo A	A195	A230

Recubrimientos orgánicos: Los principales recubrimientos orgánicos resistentes a la intemperie adecuados para su aplicación como sustrato en los acero con recubrimiento metálico, se indican en la siguiente tabla:

Tabla 9-48 Chapa metálica para cubiertas totalmente soportadas - Revestimientos orgánicos aplicados en fábrica

Tipo de recubrimiento	Designación	
Recubiertos aplicados en fábrica	Acrílico	AY
	Poliéster	SP
	Poliéster-modificado silicona	SP-SI
	Polifluoruro de vinilideno	PVDF
	Polifluoruro de vinilo (plastisol)	PVC (P)
	Poliuretano	PUR
	Poliéster-modificado poliamida	SP-PA
	Polifluoruro de vinilideno multicapa	----
	Poliuretano multicapa	----
Capa aplicada por calandrado en fábrica	Polifluoruro de vinilo	PVF (F)

Conviene elegir de forma apropiada el recubrimiento de la cara del revés exigido para el manejo, el almacenamiento y la protección contra la corrosión bajo ciertas condiciones. Los recubrimientos especiales o películas pueden ser aplicados sobre la cara del revés con el fin de reducir la caída de las gotas debidas a la condensación.

□ CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Tabla 9-49 Chapa metálica para cubiertas totalmente soportadas - Tipos de acero

Tipos	Normas de referencia
Chapas y bandas de acero galvanizadas (tipo Z):	
o Tipos para conformado en frío	EN 10142
o Tipos para construcción	EN 10147
Chapas y bandas de acero recubiertas de aluminio (tipo A)	EN 505. Anexo A
Chapas y bandas de acero con recubrimiento multicapa	EN 505. Anexo B
Chapas y bandas de acero con recubrimiento en continuo en caliente de una aleación de cinc-aluminio (tipo ZA)	EN 10214
Chapas y bandas de acero con recubrimiento en continuo en caliente de una aleación de aluminio-cinc (tipo AZ)	EN 10215

Si las operaciones particulares de transformación o las condiciones de servicio necesitan la utilización de otros tipos, o de una masa de recubrimiento más elevada, o un acabado superficial especial, debe ser especificado en el momento de hacer el pedido.

□ DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

Productos planos: Las tolerancias dimensionales deben ser conformes a la Norma Europea EN 10143. El espesor nominal mínimo (incluyendo recubrimientos metálicos aunque no los recubrimientos orgánicos) debe ser el siguiente:

- Para cubiertas totalmente soportadas: 0.6mm;
- Para las grapas (grapas de fijación, grapas deslizante): 0.6mm;
- Para las bandas de fijación: 0.5mm.

Productos formados (prefabricados): El espesor debe ser el elegido en función de las condiciones de fabricación y de servicio. En función de las prescripciones dimensionales para la fijación y la fabricación, las tolerancias de producción relativas a los productos elaborados debe ser objeto de un acuerdo en el momento de hacer el pedido. Sin embargo, las tolerancias mínimas de las características geométricas, deben ser las de la siguiente tabla (dimensiones medidas en fábrica a una temperatura de la probeta de 20°C). Las medidas deben ser efectuadas a 200mm de los extremos del producto.

Tabla 9-50 Chapa metálica para cubiertas totalmente soportadas - Tolerancias dimensionales de los productos formados (prefabricados)

Características geométricas	Tolerancias
Longitud (l)	
• hasta 3000mm	⁻³ / ₊₅ mm
• mayor o igual de 3000mm	^{-0.1} / _{+0.2} % de la longitud nominal
Escuadría (S)	3mm/m de anchura
Rectitud (f _s)	Desviación de 2mm por metro de longitud, hasta una desviación máxima de 10mm
Anchura del recubrimiento (b)	⁻⁵ / ₊₅ mm
Profundidad (h)	⁻¹ / _{+1.5} mm

Seguridad en caso de incendio: Hasta que se publiquen normas europeas apropiadas, los productos recubiertos con recubrimientos orgánicos deberán estar conformes a las reglamentaciones nacionales. Todos los productos mencionados resisten las chispas y radiaciones térmicas. Todos los productos sin recubrimiento orgánico mencionados son incombustibles.

9.6.2. CHAPA DE ACERO CON RECUBRIMIENTO DE ALUMINIO (TIPO A). NORMA UNE-EN 505. ANEXO A.

Se especifican las características de la chapa de acero recubierta de aluminio en continuo por inmersión en caliente (tipo A). Producto obtenido por recubrimiento de aluminio por inmersión continua en caliente de las bandas laminadas en frío, en acero bajo en carbono no aleado para formado en frío o acero de construcción, sobre una línea de producción continua.

□ **TIPOS DE ACERO**

Tabla 9-51 Chapa metálica para cubiertas totalmente soportadas con recubrimiento de aluminio - Tipos de acero

Tipo de acero. Designación		Límite elástico R _e N/mm ² mínimo	Resistencia a la tracción R _m N/mm ² mínimo	Alargamiento A ₈₀ % mínimo ¹⁾
Simbólica	Númerica			
S250GD	1.0242	250	330	19
S280GD	1.0244	280	360	18
S320GD	1.0250	320	390	17
S350GD	1.0529	350	420	16

1) Para los espesores de producto ≤ 0.7mm (incluyendo el recubrimiento de aluminio), los valores de los alargamientos mínimos (A₈₀) se deben disminuir en dos unidades.

□ **MASAS DE RECUBRIMIENTO**

La designación del recubrimiento corresponde a la masa en g/m² y se refiere a la masa total para las dos caras.

Tabla 9-52 Chapa metálica para cubiertas totalmente soportadas con recubrimiento de aluminio - Masa de recubrimiento

Designación del recubrimiento	Ensayo en tres puntos	Ensayo en un punto
A195 ^{1) 2)}	195 g/m ²	180 g/m ²
A230 ¹⁾	230 g/m ²	210 g/m ²
A305 ³⁾	305 g/m ²	275 g/m ²

1) Las chapas con este recubrimiento pueden ser utilizadas como sustrato para prelacado.
 2) Designación ASTM: Al T2 65.
 3) Designación ASTM: Al T2 100.

Tolerancias dimensionales: Las tolerancias dimensionales no referidas el espesor del recubrimiento se recogen en la Norma Europea EN 10143.

9.6.3. CHAPA DE ACERO CON RECUBRIMIENTO MULTICAPA. UNE-EN 505. ANEXO B.

Se especifican las características de la chapa de acero con revestimiento multicapa. Producto obtenido por revestimiento continuo en las dos caras de las bandas laminadas en frío galvanizadas en caliente, en acero bajo en carbono no aleado para formado en frío o en acero de construcción, con una o varias aplicaciones de mezclas termoplásticas de asfalto (espesor mínimo de 1.5mm) seguido del calandrado de una chapa metálica con o sin pintura decorativa.

□ **MATERIALES DE SUSTRATO**

El material de base para el acero con recubrimiento multicapa es un acero galvanizado en continuo por inmersión en caliente, conforme a la Norma Europea EN 10142 o la Norma Europea EN 10147.

□ **MATERIALES DE RECUBRIMIENTO**

Los materiales habitualmente utilizados para el acero con recubrimiento multicapa son: betún oxidado al que generalmente se han añadido aditivos y rellenos (compuestos asfálticos); chapa gofrada de aluminio, con 99.5% de pureza con o sin pintura decorativa o película plástica; chapa gofrada de cobre electrolítico, con 99.9% de pureza, con o sin pintura plástica.

□ **ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO**

El espesor total mínimo del recubrimiento debería ser de 1.5mm (para las dos caras).

Tabla 9-53 Chapa metálica para cubiertas totalmente soportadas con recubrimiento multicapa - Masa del recubrimiento de betún

Cara	g/m ²	Tolerancia ¹⁾
Cara superior	1750	- 20%
Cara del envés	220	- 20%

1) No hay ningún requisito para la tolerancia positiva.

El recubrimiento de betún debería ser de betún oxidado que responda a las especificaciones siguientes:

- punto de reblandecimiento: $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- penetración: $1.5\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$.

Las chapas metálicas deberían responder a las especificaciones siguientes:

- chapa de aluminio: $0.06\text{mm} \pm 0.005\text{mm}$;
- chapa de aluminio repintada: $0.08\text{mm} \pm 0.006\text{mm}$;
- chapa de cobre: $0.04\text{mm} \pm 0.002\text{mm}$.

9.6.4. BANDAS Y CHAPAS DE ACERO RECUBIERTAS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE EN UN BAÑO DE ALUMINIO-SILICIO (AS). UNE-EN 10154: 1996.

Se definen las características de los productos planos de acero de bajo contenido en carbono para conformado en frío, revestidos en continuo por inmersión en caliente de una aleación de aluminio-silicio, o aceros para construcción de espesor igual o inferior a 3.0mm (bobinas) de todos los anchos. El espesor considerado es el espesor final del producto después del revestimiento. Es aplicable a las bandas (anchura $\geq 600\text{mm}$) y los flejes (anchura $< 600\text{mm}$) y a las "longitudes cortadas" (chapas y flejes en tiras) obtenidos de aquellas por corte transversal. El revestimiento de la aleación aluminio-silicio se obtiene por inmersión del producto en un baño que contiene entre 8% a 11% de silicio (también designado como tipo 1). Este tipo de productos están especialmente indicados para aquellas aplicaciones en que se precise una buena protección contra el calor y la corrosión. No es aplicable a los productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente, de aluminio puro (normalmente designados como tipo 2).

□ TIPOS DE ACEROS

Los tipos de aceros que pueden suministrarse figuran en las dos siguientes tablas: La tabla siguiente contiene los aceros bajos en carbono listados en orden creciente según su aptitud para el conformado en frío:

- DX51D+AS: Grado para plegado y perfilado;
- DX52D+AS: Grado para embutición;
- DX53D+AS: Grado para embutición profunda;
- DX54D+AS: Grado para embutición extra profunda;
- DX55D+AS: Grado para embutición extra profunda, resistencia al calor hasta 800°C

Tabla 9-54 Bandas y Chapas de acero recubiertas en caliente de aluminio silicio- Tipos de acero y características mecánicas - Acero bajo en carbono para conformado en frío

Designación del tipo de acero			Límite elástico	Resistencia a la tracción	Alargamiento de rotura
Simbólica	Númérica	Símbolo del tipo de recubrimiento	R_e N/mm^2 máx. ^{1) 2)}	R_m N/mm^2 máx. ²⁾	A_{80} % mín. ³⁾
DX51D	1.0226	+AS	---	500	22
DX52D	1.0350	+AS	300 ⁴⁾	420	26
DX53D	1.0355	+AS	260	380	30
DX54D	1.0306	+AS	220	360	34
DX55D	1.0309	+AS	240	370	32

1) Los valores del límite elástico se refieren al límite elástico convencional de elasticidad al 0.2% para aquellos casos que no se presente el fenómeno de cedencia y el límite elástico inferior R_{eL} , para los que presentan dicho fenómeno.
2) Para todos los tipos se puede considerar un valor mínimo del límite elástico, R_e de 140 N/mm^2 y de 270 N/mm^2 para la resistencia a la tracción, R_m .
3) Para los productos de espesor nominal entre 0.5 y 0.7 inclusive, los valores mínimos del alargamiento de rotura, A_{80} , deberán reducirse en 2 unidades. Para productos de espesor nominal menor de 0.5 los valores deben ser objeto de acuerdo en el momento de hacer el pedido.
4) Este valor sólo es aplicable a productos temperados (acabado superficial B y C).

La siguiente tabla contiene los aceros de construcción listados en orden creciente según su límite elástico nominal.

Tabla 9-55 Bandas y Chapas de acero recubiertas en caliente de aluminio silicio - Tipos de acero y características mecánicas - Acero de construcción

Designación del tipo de acero			Límite elástico R_{eH} N/mm ² mín.	Resistencia a la tracción R_m N/mm ² mín.	Alargamiento de rotura A_{80} % mín. ¹⁾
Simbólica	Númerica	Símbolo del tipo de recubrimiento			
S250GD	1.0242	+AS	250	330	19
S280GD	1.0244	+AS	280	360	18
S320GD	1.0250	+AS	320	390	17
S350GD	1.0529	+AS	350	420	16

1) Para los productos de espesor nominal $\leq 0.7\text{mm}$, los valores mínimos de alargamiento de rotura, A_{80} , deberán reducirse en 2 unidades.

La resistencia al calor se puede suponer buena hasta temperaturas de 700°C y hasta 800°C para la clase de acero DX55D+AS.

□ CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Los valores de las características mecánicas de la tabla de aceros bajo en carbono para conformado en frío son aplicables para aquellos casos en los que el pedido se haya establecido durante un plazo de:

- 8 días: para los tipos DX51D+AS y DX52D+AS;
- 6 meses: para los tipos DX53D+AS, DX54D+AS y DX55D+AS;

contando a partir de la fecha de puesta a disposición por el fabricante.

Para productos planos de acero de construcción se aplican las características mecánicas indicadas en la tabla de aceros para construcción. Un almacenamiento prolongado de los productos puede alterar su aptitud a la conformación. Por tanto, deberán utilizarse lo más rápidamente posible desde su recepción.

Los valores del ensayo a tracción se refieren a:

- probetas transversales, para tipos de acero bajo en carbono.
- probetas longitudinales, para tipos de acero de construcción.

Estos valores, se refieren a la sección de una probeta decapada (no recubierta).

□ RECUBRIMIENTOS

Tabla 9-56 Bandas y Chapas de acero recubiertas en caliente de aluminio silicio - Masa de recubrimiento

Tipo de recubrimiento	Masa mínima de recubrimiento en g/m ² , ambas caras ¹⁾	
	Ensayo de triple muestra	Ensayo de muestra simple
060	60	45
080	80	60
100	100	75
120	120	90
150	150	115

1) Una masa de recubrimiento, por ambas caras, de 100 g/m², equivale aproximadamente, a un espesor de capa de 17µm por cara.

Para aplicaciones especiales se pueden suministrar masas de recubrimiento diferentes a las de la tabla anterior previo acuerdo al hacer el pedido entre el fabricante y el usuario. La aptitud a la deformación y al soldeo disminuye cuanto mayor es el espesor de la capa de recubrimiento. La masa de recubrimiento solicitada debe ser compatible con las exigencias de conformado y de soldeo. Durante el recubrimiento por inmersión en baño se forma una capa de aleación de Fe-Si-Al sobre el material base, cuyo espesor depende de la composición química y de las características metalúrgicas del material base. Cuando se requiere en valor máximo para la masa de esta capa, se debe acordar especialmente al hacer el pedido.

□ ACABADO SUPERFICIAL

Los productos pueden ser suministrados con uno de los acabados superficiales siguientes:

Acabado ordinario (A): En este acabado se permiten pequeños cráteres, puntos negros, ligeras rayas y pequeñas manchas de pasivación. Se puede observar un ligero acostillado y sobreespesores locales en el recubrimiento.

Acabado mejorado (B): El acabado se obtiene generalmente aplicando un temper (skin-pass). En este acabado son admisibles defectos localizados tales como aquellos que se deben a una pasada del tratamiento mecánico, marcas de cilindros, irregularidades, estrías, huellas, irregularidades en el floreado y sobreespesores en el recubrimiento, así como ligeras marcas de pasivación; no se admite la presencia de picaduras. Para aplicaciones especiales, y por acuerdo entre el fabricante y el utilizador, los productos pueden suministrarse con un acabado brillante. En este caso la superficie es de tipo "B".

Acabado superior (C): El acabado C se obtiene mediante un temper (skin-pass). La cara de mejor acabado debe estar prácticamente libre de defectos y en ningún caso debe afectar a la uniformidad de una pintura de calidad. La otra cara debe presentar, al menos, un acabado B.

□ **TRATAMIENTO SUPERFICIAL (PROTECCIÓN SUPERFICIAL):**

Los productos planos recubiertos en caliente de aluminio-silicio generalmente se recubren en fábrica con una de las protecciones superficiales que describen a continuación. Las propiedades inhibitoras de las protecciones superficiales son limitadas en el tiempo. La duración de la protección varía según las distintas atmósferas.

Pasivación química (C): La pasivación química protege la superficie de la humedad y atenúa el riesgo de aparición de depósitos de productos de corrosión (óxido blanco). Este tratamiento puede provocar coloraciones locales que no afectan en nada a la calidad. Por acuerdo al hacer el pedido, los productos de aspecto brillante que han sido pasivados químicamente, se pueden proteger por una cara con una película despegable.

Aceitado (O): Este tratamiento disminuye el riesgo de formación de productos de corrosión (óxido blanco). La capa de aceite se debe poder eliminar mediante un desengrasante adecuado que no afecte negativamente a la capa de recubrimiento. Los productos suministrados aceitados pueden precisar una lubricación adicional antes del laminado o estirado.

Pasivación química y aceitado (CO): Cuando se solicita una mayor protección contra la formación de productos de la corrosión (óxido blanco) se emplea la pasivación química y el aceitado ulterior; este tipo de protección debe ser objeto de acuerdo.

Productos sin tratamiento (U): A petición expresa del cliente y bajo su responsabilidad, los productos planos recubiertos de aluminio-silicio, se pueden suministrar sin tratamiento de protección superficial. En este caso, aumenta notablemente el riesgo de formación de productos de corrosión (óxido blanco).

□ **AUSENCIA DE ACOSTILLADO O FACETAS**

Aceros bajos en carbono para conformado en frío: Cuando se precise en especial una garantía de ausencia de facetas, puede ser necesario someter los productos a una ligera pasada de temperado o por una pasada a través de una enderezadora-desnervadora. Estos tratamientos pueden disminuir la aptitud a la conformación. Los principios y las condiciones que dan lugar a la formación de facetas son los mismos que dan lugar a las líneas de cedencia.

Aceros de construcción: La ausencia de acostillado o facetas debe acordarse previamente e indicarse en el pedido.

□ **LÍNEAS DE CEDENCIA**

Para evitar la formación de líneas de cedencia durante la conformación en frío, puede ser necesario someter los productos a una ligera pasada de temperado. La tendencia a la formación de líneas de cedencia reaparece con el tiempo, por lo que se recomienda al utilizador que transforme los productos en el menor plazo posible. Se puede garantizar la ausencia de líneas de cedencia en los productos suministrados con los acabados B y C durante un período de:

- 1 mes, para los tipos DX51D+AS y DX52D+AS;
 - 6 meses; para los tipos DX53D+AS, DX54D+AS y DX55D+AS;
- contado a partir de la fecha de puesta a disposición por el fabricante.

□ MASA DE RECUBRIMIENTO

Las masas de recubrimiento deben ser las indicadas en la tabla de masa de recubrimiento. Estos valores corresponden a la masa total del recubrimiento sobre las dos caras, para el ensayo de triple muestra (triple punto) y los del ensayo de muestra simple o punto simple. La masa de recubrimiento no siempre se reparte uniformemente por las dos caras del producto. Por ello, en los casos de recubrimiento por las dos caras, se puede admitir que, en los puntos de una cara, los valores de la masa de recubrimiento sean inferiores a los valores indicados en la tabla para el ensayo de simple muestra (punto simple), pero en cualquier caso deben ser, al menos, el 40% del valor indicado en la tabla de masa de recubrimiento. Para cada uno de los tipos de recubrimiento recogidos en la tabla de masa de recubrimiento, se puede convenir valores máximo y mínimo en cada cara del producto en el ensayo individual.

□ ADHERENCIA DEL RECUBRIMIENTO

Después del doblado, el recubrimiento no debe presentar ningún tipo de desprendimiento. Para eliminar la influencia del corte, no deberá tenerse en cuenta una zona de 6mm de anchura en los bordes de la probeta. Se admite que el recubrimiento presente fisuraciones y rugosidades.

□ CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

Salvo acuerdo en contrario al hacer el pedido, el fabricante sólo inspeccionará una cara. A petición del comprador, el fabricante deberá indicar si se inspeccionado la cara de arriba o la de abajo. No será motivo de rechazo ligeros "dientes de sierra" en los bordes de los productos cizallados. En los suministros en forma de bobina (de banda o de fleje), existe mayor riesgo de defectos de superficie que cuando se entrega en chapas o chapas cortadas ya que no es posible que el fabricante pueda eliminar la zonas defectuosas de la bobina. El comprador deberá tener esto en cuenta al evaluar los productos.

□ APTITUD PARA UNA TRANSFORMACIÓN ULTERIOR

Los productos definidos en esta norma son aptos para el soldeo por los procedimientos habituales. Para los tipos de recubrimiento de masa más alta, puede ser necesario tomar precauciones especiales.

□ CONFORMADO

Según el tipo de acero considerado, los productos deben ser aptos para el estirado, el conformado o el perfilado.

□ RECUBRIMIENTO ORGÁNICO

A todos los tipos de acero y a todos los acabados se les debe poder aplicar un recubrimiento orgánico. Después de estos tratamientos, la apariencia del producto depende del grado de acabado solicitado. El utilizador debe dar una preparación superficial particular antes del recubrimiento o de la pintura.

Medidas, tolerancias dimensionales y de forma; EN 10143.

9.6.5. BANDA DE ACERO AL CARBONO, LAMINADO EN FRÍO RECUBIERTA DE ALEACIÓN DE PLOMO POR INMERSIÓN EN CALIENTE. UNE 36-131-78.

Se especifican las características de las bandas de acero laminadas en frío de tipo comercial y de embutición y recubiertas (en continuo o no) de una aleación de plomo. Este producto se designa comúnmente chapa emplomada. Se aplica a la chapa emplomada que se fabrica generalmente en la gama de espesores comprendidos entre 0.30 y 2.0mm (ambos incluidos) y en anchuras comprendidas entre 600 y 1400mm. Es aplicable asimismo a los flejes obtenidos por corte longitudinal de una banda.

□ COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de la chapa base estará de acuerdo con lo especificado en la siguiente tabla:

Tabla 9-57 Banda laminada en frío recubierta de aleación de plomo - Análisis químico (análisis de colada) del metal base

Tipo	Grado	Código al acero	Composición química			
			C % máx.	Mn % máx.	P % máx.	S % máx.
Comercial		00	0.15	0.60	0.05	0.05
Embutición	Normal	02	0.12	0.50	0.04	0.04
	Profunda	03	0.10	0.45	0.03	0.03
	Profunda con calmado especial	04	0.08	0.45	0.03	0.03

Análisis de colada: El análisis de colada debe realizarlo el fabricante con el fin de determinar los contenidos exigidos en carbono, manganeso, azufre y fósforo. Deberá facilitarlo al cliente o a su representante a petición de estos.

Análisis sobre producto: Es el realizado para verificar la composición química del producto acabado. Los aceros no calmados (efervescentes o tapados) no son técnicamente aptos para un análisis sobre producto. Para el acero calmado (04) debe establecerse, previo acuerdo en el pedido, el método de muestreo y las desviaciones máximas admisibles.

□ **MASA DE RECUBRIMIENTO**

Tabla 9-58 Banda laminada en frío recubierta de aleación de plomo - Masa de recubrimiento

Designación del recubrimiento	Valor mínimo de recubrimiento en g/m ²	
	Ensayo de triple muestra No se establece el mínimo	Ensayo de muestra simple No se establece el mínimo
001		
050	50	40
075	75	60
100	100	75
120	120	90

□ **PROPIEDADES MECÁNICAS**

Salvo en los casos en que el pedido se especifique para una aplicación determinada, al acero, en el momento de la entrega deberá cumplir las características mecánicas establecidas en la siguiente tabla.

Tabla 9-59 Banda laminada en frío recubierta de aleación de plomo - Características mecánicas

Tipo	Grado	Designación	R _m máximo		A mínimo ¹⁾		Doblado 180°
			N/mm ²	kgf/mm ²	L ₀ = 50mm	L ₀ = 80mm	
Comercial		00	----	----	----	----	1 e
Embutición	Normal	01	430	44	24	23	----
	Profunda	03	410	42	26	25	----
	Profunda con calmado especial	04	410	42	29	28	----

1) Para espesores hasta 0.6mm los valores de alargamiento deben rebajarse en 2%.

□ **TOLERANCIAS DIMENSIONALES**

Son aplicables las tolerancias de la Norma UNE 36-563 (EN 10131). Para el espesor, salvo acuerdo en contrario son aplicables las tolerancias de Tipo I.

Índice de Tablas:

Productos Planos Recubiertos

TABLA 9-1 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO - TOLERANCIAS DE ESPESOR DE PRODUCTOS PLANOS CON RECUBRIMIENTO METÁLICO EN CALIENTE EN ACEROS DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO, ASÍ COMO PARA ACEROS DE CONSTRUCCIÓN CON VALOR MÍNIMO DEL LÍMITE ELÁSTICO ESPECIFICADO < 280 N/MM ² (INCLUIDOS LOS GRADOS DE ACERO FE E 550G O S 550GD).....	227
TABLA 9-2 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO - TOLERANCIAS DE ESPESOR DE LOS PRODUCTOS PLANOS CON RECUBRIMIENTO METÁLICO EN CALIENTE EN ACEROS DE CONSTRUCCIÓN DE VALOR MÍNIMO DE LÍMITE ELÁSTICO ≥ 280 N/MM ² (CON LA EXCLUSIÓN DE LOS GRADOS FE E 550G O S 550GD).....	227
TABLA 9-3 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO - TOLERANCIAS DE ANCHURA DE LOS PRODUCTOS PLANOS CON RECUBRIMIENTO METÁLICO POR INMERSIÓN EN CALIENTE DE ANCHURA NOMINAL ≥ 600MM (BOBINAS Y CHAPAS).....	228
TABLA 9-4 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO - TOLERANCIA EN ANCHURA DE LOS PRODUCTOS CON RECUBRIMIENTO METÁLICO POR INMERSIÓN EN CALIENTE DE ANCHURA NOMINAL < 600MM (BOBINAS CIZALLAS Y FLEJES CIZALLADOS CORTADOS TRANSVERSALMENTE).....	228
TABLA 9-5 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO - TOLERANCIAS DE LONGITUD DE CHAPAS Y BANDAS CIZALLADAS Y CORTADAS TRANSVERSALMENTE.....	228
TABLA 9-6 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO - TOLERANCIAS DE PLANICIDAD DE CHAPAS POR INMERSIÓN EN CALIENTE DE ACEROS DE CONSTRUCCIÓN CON VALOR MÍNIMO DE LÍMITE ELÁSTICO < 280 N/MM ²	228
TABLA 9-7 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO - TOLERANCIAS DE PLANICIDAD DE CHAPAS POR INMERSIÓN EN CALIENTE DE ACEROS DE CONSTRUCCIÓN CON VALOR MÍNIMO DE LÍMITE ELÁSTICO ≥ 280 N/MM ² < 360 N/MM ²	228
TABLA 9-8 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN GALVANIZADAS EN CALIENTE - TIPOS DE ACERO Y PROPIEDADES MECÁNICAS.....	229
TABLA 9-9 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN GALVANIZADAS EN CALIENTE - RECUBRIMIENTOS, CALIDADES DE ACABADO Y ASPECTO DEL RECUBRIMIENTO HABITUALES PARA RECUBRIMIENTOS DE CINC (Z).....	230
TABLA 9-10 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN GALVANIZADAS EN CALIENTE - RECUBRIMIENTOS, CALIDADES DE ACABADO Y ASPECTO DEL RECUBRIMIENTO HABITUALES PARA RECUBRIMIENTOS DE CINC (ZF).....	230
TABLA 9-11 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN GALVANIZADAS EN CALIENTE - MASA DE RECUBRIMIENTO.....	233
TABLA 9-12 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO BAJO EN CARBONO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO- TIPOS DE ACERO Y PROPIEDADES MECÁNICAS.....	233
TABLA 9-13 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO BAJO EN CARBONO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - RECUBRIMIENTOS, CALIDADES DE ACABADO Y ASPECTO DEL RECUBRIMIENTO HABITUALES PARA RECUBRIMIENTOS DE CINC (Z).....	234
TABLA 9-14 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO BAJO EN CARBONO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - RECUBRIMIENTOS, CALIDADES DE ACABADO Y ASPECTO DEL RECUBRIMIENTO HABITUALES PARA RECUBRIMIENTOS DE CINC (ZF).....	234
TABLA 9-15 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO BAJO EN CARBONO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - MASA DE RECUBRIMIENTO.....	236

TABLA 9-16 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO- COMPOSICIÓN QUÍMICA (ANÁLISIS DE COLADA).....	237
TABLA 9-17 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - DESVIACIONES ADMISIBLES EN EL ANÁLISIS SOBRE PRODUCTO RESPECTO DE LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA DE COMPOSICIÓN QUÍMICA PARA EL ANÁLISIS DE COLADA.....	238
TABLA 9-18 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO, RECUBIERTOS EN CONTINUO POR INMERSIÓN EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO.....	238
TABLA 9-19 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - MASAS DE RECUBRIMIENTO.....	239
TABLA 9-20 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - RECUBRIMIENTOS, CALIDADES DE ACABADO Y ASPECTOS DE RECUBRIMIENTO HABITUALES PARA RECUBRIMIENTOS DE CINC (Z).....	239
TABLA 9-21 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - RECUBRIMIENTOS, CALIDADES DE ACABADO Y ASPECTO DEL RECUBRIMIENTO HABITUALES PARA RECUBRIMIENTOS DE ALEACIÓN CINC-HIERRO (ZF).....	240
TABLA 9-22 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO GALVANIZADAS EN CALIENTE PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO - RECUBRIMIENTOS, CALIDADES DE ACABADO Y ASPECTOS DEL RECUBRIMIENTO HABITUALES PARA RECUBRIMIENTOS DE ALEACIONES DE ALUMINIO-CINC (AZ), CINC-ALUMINIO (ZA) Y ALUMINIO-SILICIO (AS).....	240
TABLA 9-23 PRODUCTOS PLANOS ELECTROCINCADOS - COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PRODUCTOS PLANOS DE ACERO RECUBIERTOS DE CINC DE FORMA ELECTROLÍTICA ¹⁾	243
TABLA 9-24 PRODUCTOS PLANOS ELECTROCINCADOS - RECUBRIMIENTOS DE CINC ELECTROLÍTICO.....	244
TABLA 9-25 PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE DE CINC - TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.....	245
TABLA 9-26 PRODUCTOS PLANOS DE ACERO RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE DE CINC-NÍQUEL - COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS PRODUCTOS PLANOS DE ACERO BAJO EN CARBONO, CON LAS DOS CARAS RECUBIERTAS ¹⁾	246
TABLA 9-27 PRODUCTOS PLANOS DE ACERO RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE DE CINC-NÍQUEL - COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS PRODUCTOS PLANOS DE ACERO BAJO EN CARBONO, RECUBIERTAS SOBRE UNA CARA Y CON RECUBRIMIENTO DIFERENCIAL ^{1) 2)}	247
TABLA 9-28 PRODUCTOS PLANOS DE ACERO RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE DE CINC-NÍQUEL - RECUBRIMIENTOS.....	248
TABLA 9-29 PRODUCTOS PLANOS DE ACERO RECUBIERTOS ELECTROLÍTICAMENTE - TIPOS DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ¹⁾	249
TABLA 9-30 PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS DE CINC-ALUMINIO (ZA) - TIPOS DE ACERO Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ACERO BAJO EN CARBONO PARA CONFORMADO EN FRÍO.....	250
TABLA 9-31 PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS DE CINC-ALUMINIO (ZA) - TIPOS DE ACERO Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ACERO DE CONSTRUCCIÓN.....	250
TABLA 9-32 PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS DE CINC-ALUMINIO (ZA) - RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS DEL RECUBRIMIENTO.....	251
TABLA 9-33 PRODUCTOS PLANOS RECUBIERTOS DE CINC-ALUMINIO (ZA) - MASA DE RECUBRIMIENTO.....	252
TABLA 9-34 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO RECUBIERTAS DE DE ALUMINIO-CINC (AZ)- TIPOS DE ACERO Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ACERO BAJO EN CARBONO PARA CONFORMADO EN FRÍO.....	253

TABLA 9-35 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO RECUBIERTAS DE DE ALUMINIO-CINC (AZ) - TIPOS DE ACERO Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ACERO DE CONSTRUCCIÓN	254
TABLA 9-36 CHAPAS Y BOBINAS DE ACERO RECUBIERTAS DE DE ALUMINIO-CINC (AZ) - MASA DE RECUBRIMIENTO.....	254
TABLA 9-37 PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS - LISTA DE MATERIAS DE RECUBRIMIENTO MÁS CORRIENTES Y GAMAS DE ESPESORES CORRESPONDIENTES	259
TABLA 9-38 PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS - DATOS SOBRE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS.....	260
TABLA 9-39 PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS - TOLERANCIAS SOBRE EL ESPESOR NOMINAL DEL RECUBRIMIENTO.....	260
TABLA 9-40 PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS - TOLERANCIAS SOBRE EL BRILLO ESPECULAR.....	261
TABLA 9-41 PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS PARA APLICACIONES EXTERIORES EN LA EDIFICACIÓN - LISTA DE MATERIAS DE RECUBRIMIENTO MÁS COMUNES Y ESPESOR(ES) DE RECUBRIMIENTO.....	263
TABLA 9-42 PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS PARA APLICACIONES EXTERIORES EN LA EDIFICACIÓN - TOLERANCIAS RELATIVAS AL ESPESOR NOMINAL DEL RECUBRIMIENTO.....	264
TABLA 9-43 PRODUCTOS PLANOS PRELACADOS PARA APLICACIONES EXTERIORES EN LA EDIFICACIÓN - TOLERANCIAS RELATIVAS AL BRILLO ESPECULAR EN UNIDADES DE BRILLO SOBRE UN ÁNGULO DE 60º	264
TABLA 9-44 PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO, DE ACERO DULCE PARA ESMALTADO POR VITRIFICACIÓN - CARACTERÍSTICAS 1)	265
TABLA 9-45 PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO, DE ACERO DULCE PARA ESMALTADO POR VITRIFICACIÓN - ACABADO SUPERFICIAL Y RUGOSIDAD STANDARD	266
TABLA 9-46 PRODUCTOS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN GRANALLADOS Y PREPINTADOS - IMPRIMACIÓN DE TALLER	266
TABLA 9-47 CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS- MASAS NOMINALES DE LOS RECUBRIMIENTOS METÁLICOS.....	267
TABLA 9-48 CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS - REVESTIMIENTOS ORGÁNICOS APLICADOS EN FÁBRICA.....	267
TABLA 9-49 CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS - TIPOS DE ACERO	268
TABLA 9-50 CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS - TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE LOS PRODUCTOS FORMADOS (PREFABRICADOS)	268
TABLA 9-51 CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS CON RECUBRIMIENTO DE ALUMINIO - TIPOS DE ACERO	269
TABLA 9-52 CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS CON RECUBRIMIENTO DE ALUMINIO - MASA DE RECUBRIMIENTO.....	269
TABLA 9-53 CHAPA METÁLICA PARA CUBIERTAS TOTALMENTE SOPORTADAS CON RECUBRIMIENTO MULTICAPA - MASA DEL RECUBRIMIENTO DE BETÚN.....	269
TABLA 9-54 BANDAS Y CHAPAS DE ACERO RECUBIERTAS EN CALIENTE DE ALUMINIO SILICIO- TIPOS DE ACERO Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ACERO BAJO EN CARBONO PARA CONFORMADO EN FRÍO	270
TABLA 9-55 BANDAS Y CHAPAS DE ACERO RECUBIERTAS EN CALIENTE DE ALUMINIO SILICIO - TIPOS DE ACERO Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ACERO DE CONSTRUCCIÓN	271
TABLA 9-56 BANDAS Y CHAPAS DE ACERO RECUBIERTAS EN CALIENTE DE ALUMINIO SILICIO - MASA DE RECUBRIMIENTO.....	271
TABLA 9-57 BANDA LAMINADA EN FRÍO RECUBIERTA DE ALEACIÓN DE PLOMO - ANÁLISIS QUÍMICO (ANÁLISIS DE COLADA) DEL METAL BASE	274
TABLA 9-58 BANDA LAMINADA EN FRÍO RECUBIERTA DE ALEACIÓN DE PLOMO - MASA DE RECUBRIMIENTO.....	274



TABLA 9-59 BANDA LAMINADA EN FRÍO RECUBIERTA DE ALEACIÓN DE PLOMO -
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.....274