



8. PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO

8.1. NORMAS GENERALES DE PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO

8.1.1. FLEJE Y BANDA CORTADA DE ACERO LAMINADO EN FRÍO. UNE-EN 10140; 1997

Aplicable para los flejes en bobinas y flejes cizallados, de hasta 10mm de espesor y anchura inferior a 600mm, de acero aleado y no aleado con la excepción de los aceros inoxidables y refractarios.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

ESPESOR:

Tabla 8-1 Fleje y Banda cortada de acero laminado en frío - Tolerancias en espesor

Medidas en milímetros

Espesor nominal (mm)	Tolerancias de espesor para anchuras nominales de									
	>	< 125			125 < 250			250 < 600		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
0.10	0.10	0.008	0.006	0.004	0.010	0.008	0.005	0.015	0.012	0.008
0.15	0.15	0.010	0.008	0.005	0.015	0.012	0.010	0.020	0.015	0.010
0.25	0.25	0.015	0.012	0.010	0.020	0.015	0.010	0.025	0.015	0.012
0.40	0.40	0.020	0.015	0.010	0.025	0.020	0.015	0.030	0.020	0.015
0.60	0.60	0.025	0.020	0.015	0.030	0.025	0.015	0.035	0.025	0.020
1.00	1.00	0.030	0.025	0.015	0.035	0.030	0.020	0.040	0.030	0.025
1.50	1.50	0.035	0.030	0.020	0.040	0.035	0.025	0.050	0.040	0.030
2.50	2.50	0.045	0.035	0.025	0.050	0.040	0.030	0.060	0.045	0.035
4.00	4.00	0.055	0.040	0.030	0.060	0.050	0.035	0.075	0.055	0.040
6.00	6.00	0.070	0.050	0.035	0.075	0.060	0.040	0.090	0.065	0.045
8.00	8.00	0.080	0.060	0.040	0.090	0.070	0.045	0.100	0.075	0.050
10.00	10.00	0.090	0.070	0.045	0.100	0.080	0.050	0.110	0.085	0.055

ANCHURA

La forma de los bordes requerida – brutos de laminación, cizallados o especiales- debe ser objeto de acuerdo al hacer el pedido. Salvo indicación de lo contrario, los productos se suministran con los bordes cizallados (GK). Por acuerdo particular y según las posibilidades técnicas del fabricante, los productos planos se pueden suministrar con bordes especiales (SK), por ejemplo con aristas vivas o aristas redondeadas. Las tolerancias en anchura para flejes y flejes en longitudes cortadas con bordes en estado bruto de laminación (NK) ó bordes cizallados (GK) se indican en las siguientes tablas. Por acuerdo al hacer el pedido, los productos con bordes cizallados (GK) se pueden suministrar sin ninguna tolerancia en menos (por ejemplo todas las tolerancias en más) o sin ninguna tolerancia en más (por ejemplo todas las tolerancias en menos) sobre la anchura nominal. En esta caso, la tolerancia debe ser igual a todos los intervalos admisibles indicados en las siguientes tablas. Las tolerancias en anchura de los productos con bordes especiales (SK) deben ser objeto de acuerdo al hacer el pedido.

Tabla 8-2 Fleje y Banda cortada de acero laminado en frío - Tolerancias en anchura para flejes con bordes brutos de laminación

Medidas en milímetros

Anchora nominal	Tolerancias en anchura
< 40	0/+ 1.6
40	0/+ 2.0
< 80	0/+ 2.4
80	0/+ 3.0
< 125	0/+ 3.6
125	0/+ 4.2
< 250	0/+ 4.5
250	
< 400	
400	
< 500	
500	



Tabla 8-3 Fleje y Banda cortada de acero laminado en frío - Tolerancias en anchura para flejes con bordes cizallados

Medidas en milímetros

Espesor nominal		Tolerancias de anchura para anchuras nominales de					
		< 125		125	< 250		250
>		A	B	A	B	A	B
	0.60	0.15	0.10	0.20	0.13	0.25	0.18
0.60	1.50	0.20	0.13	0.25	0.18	0.30	0.20
1.50	2.50	0.25	0.18	0.30	0.20	0.35	0.25
2.50	4.00	0.30	0.20	0.35	0.25	0.40	0.30
4.00	6.00	0.35	0.25	0.40	0.30	0.45	0.35
6.00	8.00	0.40		0.50		0.55	
8.00	10.00	0.50		0.55		0.60	

1) Para los flejes en estado de temple y revenido las tolerancias en anchura se deben acordar al hacer el pedido.
 2) Para espesores superiores a 6mm, se debe acordar en método de medida al hacer el pedido.

LONGITUD:

Los flejes en longitudes cortadas se deben suministrar en una longitud, con un tipo de tolerancias definido en la siguiente tabla, todas en más.

Tabla 8-4 Fleje y Banda cortada de acero laminado en frío - Tolerancias en longitud

Medidas en milímetros

Longitud nominal (L)	Tolerancias por exceso respecto a la longitud nominal para	
	Clase A	Clase B
L 1000	+ 10	+ 6
1000 < L 2500	+ 0.01L	+ 6
L > 2500	+ 0.01L	+ 0.003L

TOLERANCIAS DE FORMA:

RECTITUD:

Las clases A y B de tolerancias en rectitud se indican en la siguiente tabla para una longitud de medida de 1000mm.

Tabla 8-5 Fleje y Banda cortada de acero laminado en frío - Tolerancias en rectitud

Medidas en milímetros

Anchura nominal (W)	Clase A (desviación máxima)	Clase B (FS) (desviación máxima)
10 W < 25	5.00	2.00
25 W < 40	3.50	1.50
40 W < 125	2.50	1.25
125 W < 600	2.00	1.00

1) Las tolerancias de esta tabla sólo son aplicables a los flejes cuya anchura es al menos 10 veces el espesor.
 2) Para los flejes en estado de temple y revenido, las tolerancias en rectitud se pueden reducir por acuerdo al hacer el pedido.

Cuando no sea practicable medir sobre una longitud de 1000mm, se deben calcular las tolerancias equivalentes mediante la fórmula siguiente, el resultado se redondea al milímetro superior:

$$\text{Tolerancias en rectitud} = \frac{(\text{longitud no estandar})^2 \times \text{tolerancia en rectitud (tabla)}}{(\text{longitud estandar})^2}$$

PLANICIDAD DE LOS FLEJES CORTADOS LONGITUDINALMENTE:

La tolerancia en planicidad de los flejes cortados longitudinalmente en el sentido de laminación es de 10mm máximo sobre 1000mm. Cualquier otro requisito relativo a la planicidad debe ser objeto de un acuerdo particular al hacer el pedido. En caso de requisitos particulares para la planicidad en el sentido transversal, la desviación máxima admisible y el método de medida deben ser objeto de acuerdo al hacer el pedido.

FALTA DE ESCUADRÍA:

La falta de escuadría de los flejes en longitudes cortadas, de anchura inferior a 100mm, la falta de escuadría no debe superar el 1% de la anchura real de la longitud cortada del fleje.



8.2. PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO PARA CONFORMADO EN FRÍO/EMBUTICIÓN

8.2.1. PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO DE ACERO BAJO EN CARBONO PARA EMBUTICIÓN O CONFORMADO EN FRÍO. UNE-EN 10130: 1999.

Aplicable a los productos planos laminados en frío, de acero de bajo contenido en carbono, no recubiertos, de anchura igual o superior a 600mm y de un espesor al menos igual a 0.35mm y, salvo que se acuerde lo contrario en el pedido, igual o inferior a 3mm, destinados a la embutición y conformación en frío, suministrados en forma de chapas, de bobinas, de bobinas de fleje obtenidas por corte longitudinal de una banda o de fleje en tiras. No es aplicable a los flejes obtenidos directamente por laminación (anchura de laminación < 600mm) ni a los productos planos para los que exista otra norma específica.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:

Tabla 8-6 Productos laminados en frío de acero bajo en carbono para embutición o conformado en frío - Características mecánicas¹⁾

Designación		Clasificación según EN 10020	Estado de deoxidación	Validez de las propiedades mecánicas	Aspecto superficial	Ausencia de líneas de cedencia	R _e N/mm ² ₂₎	R _m N/mm ² ₂₎	A ₈₀ % ₃₎ mín.	r ₉₀ mín. _{4) y 5)}	n ₉₀ mín. ₄₎	Composición química % máx. en colada				
Simbólica según EN10027-1 y CR10260	Númerica según EN10027-2											C	P	S	Mn	Ti
DC01 ⁹⁾	1.0330	Acero de calidad no aleado ⁷⁾	A elección del fabricante	----	A	----	-280 ¹⁰⁾	270/410	28	----	----	0.12	0.045	0.045	0.60	----
				----	B	3 meses										
DC03	1.0347	Acero de calidad no aleado ⁷⁾	Completamente 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	1.0338	Acero de calidad no aleado ⁷⁾	Completamente calmado	6 meses	A	6 meses	-210 ⁸⁾	270/350	38	1.6	0.180	0.08	0.030	0.030	0.40	----
				6 meses	B	6 meses										
DC05	1.0312	Acero de calidad no aleado ⁷⁾	Completamente calmado	6 meses	A	6 meses	-180 ⁸⁾	270/330	40	1.9	0.200	0.06	0.025	0.025	0.35	----
				6 meses	B	6 meses										
DC06	1.0873	Acero de calidad no aleado	Completamente calmado	6 meses	A	Ilimitada	-180 ⁹⁾	270/350	38	1.8	0.220	0.02	0.020	0.020	0.25	0.3 ¹¹⁾
				6 meses	B	Ilimitada										

- 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%, para los productos que no presenten límite de cedencia. En caso contrario se refieren a límite elástico inferior, R_{eL}. Si el espesor nominal e es 0.5mm < e < 0.7mm, se debe aumentar en 20 N/mm^2 el límite elástico máximo específico y en 40 N/mm^2 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) Los valores de r₉₀ y n₉₀ o de 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 en un plazo 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, DC03, DC04 y DC05 pueden suministrarse como aceros aleados (por ejemplo boro o titanio).
- 8) A efectos del cálculo, el límite elástico inferior, R_e, para los grados DC01, DC03, DC04 y DC05, se puede considerar igual a 140 N/mm^2.
- 9) A efectos de cálculo, el límite elástico inferior, R_e, para el grado DC06, se puede considerar igual a 120 N/mm^2.
- 10) El límite superior R_e de 280 N/mm^2, para el grado DC01, 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.



Las características mecánicas indicadas en la tabla anterior sólo son aplicables a los productos temperados (con "skin-pass"). Estas características mecánicas son válidas dentro del plazo indicado en dicha tabla, contado a partir de la puesta a disposición del producto. En el caso de productos no temperados (sin "skin-pass"), las características mecánicas se deben establecer por acuerdo al hacer el pedido. Debe ser comunicada al comprador la fecha en que los productos van a ser puestos a su disposición, con una antelación suficiente y compatible con la validez de las características mecánicas. Un almacenamiento prolongado de los productos del grado DC01 puede dar lugar a una modificación de las características mecánicas que disminuya la aptitud a la conformación y a la embutición.

CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

Las características superficiales son el aspecto y el acabado. El comprador debe indicarlo al hacer el pedido. No se puede solicitar el aspecto B ni ningún requisito de acabado superficial para los productos no temperados. Aspecto superficial: Los productos se pueden suministrar con uno de los aspectos superficiales designados como A y B.

- Aspecto superficial A: Son admisibles algunos defectos tales como poros, ligeras rayas, pequeñas marcas, o ligeras coloraciones que no afecten a la conformidad o a la adherencia de los recubrimientos superficiales.
- Aspecto superficial B: La cara de mejor aspecto deberá estar prácticamente libre de defectos y no debe afectar al aspecto uniforme de una pintura de calidad o de un recubrimiento electrolítico. La otra cara deberá tener, al menos, el aspecto A.

En el caso de suministro de bobinas, de banda o de fleje, el tanto por ciento admisible de defectos superficiales puede ser más elevado que en el caso de suministro en chapas o en bandas. El comprador debe tener esto en cuenta y el tanto por ciento defectuoso admisible debe fijarse al hacer el pedido.

Salvo que se acuerde lo contrario, sólo una cara debe responder a los criterios especificados. La otra debe tener un aspecto tal que no tenga repercusiones desfavorables sobre la calidad de la cara de mejor aspecto en los tratamientos ulteriores. Acabado superficial: El acabado superficial puede ser brillante, semibrillante, normal o rugoso. Si en el pedido no se hace indicación respecto al acabado, los productos se deben suministrar con un acabado normal. La rugosidad media de cada uno de los cuatro acabados superficiales se recogen en la tabla anterior. La medición de la rugosidad se debe realizar según la EURONORMA 49.

Por acuerdo al hacer el pedido, para aplicaciones específicas, se pueden suministrar otras gamas de rugosidad.

Tabla 8-7 Productos laminados en frío de acero bajo en carbono para embutición o conformado en frío - Acabados superficiales: valores de rugosidad

Acabado superficial	Símbolo	Rugosidad
Brillante	b	R_a 0.4 m
Semibrillante	g	R_a 0.9 m
Normal	m	0.6 m < R_a 1.9 m
Rugoso	r	R_a > 1.69 m

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 no presentan riesgos de formación de líneas de cedencia aún cuando hayan sido suministrados sin temperado. 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, DC04 y DC05, aspectos superficiales A y B; durante 3 meses a partir de la puesta a disposición de los productos para el grado DC01 y aspecto superficial B. Productos no temperados: Son admisibles las líneas de cedencia, tanto en los productos en estado de suministro, como en las piezas embutidas. Aptitud a los recubrimientos superficiales: Los productos pueden destinarse para recibir un



recubrimiento metálico, ya sea por inmersión en caliente o por vía electrolítica, y/o un recubrimiento orgánico de otro tipo. Si está prevista tal aplicación, debe indicarse al hacer el pedido. Soldabilidad: Se asegura la soldabilidad por los procedimientos industriales habituales. No obstante, es deseable que se indique al hacer el pedido el procedimiento de soldeo que va a utilizarse. Este requisito es indispensable en el caso de soldeo con gas.

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

8.2.2. FLEJES DE ACERO BAJO EN CARBONO, NO RECUBIERTOS PARA CONFORMADO EN FRÍO. UNE-EN 10139: 1998.

Aplicable para los flejes en bobinas y flejes cizallados, de hasta 100mm de espesor y anchura inferior a 600mm, de acero bajo en carbono, aleado y no aleado. Estos productos son aptos para el conformado en frío. También son susceptibles de recibir un recubrimiento superficial. Por el contrario, no son aptos para temple y revenido.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y TECNOLÓGICAS:

Tabla 8-8 Flejes de acero bajo en carbono para conformado en frío – Condiciones de suministro

Designación		Clasificación según EN 10020	Tipo de desoxidación	Características mecánicas garantizadas durante	Condición de suministro	Símbolo	R _e N/mm ²) ⁵⁾	R _m N/mm ²)
Según EN 10027-1 y ECIS IC 10	Según EN 10027-2							
DC01	1.0330	Aceros no aleados de calidad	A la discreción del fabricante	3 meses	Recocido	A	----	270-390
					Ligera pasada de temperado	LC	máx.280 ¹⁾³⁾	270-410 ⁴⁾
					temperado	C290	200-380	290-430
						C340	mín.250	340-490
						C390	mín.310	390-540
						C440	mín.360	440-590
						C490	mín.420	490-640
C590	mín.520	590-740						
C690	mín.630	mín.690 ¹⁰⁾						
DC03	1.0347	Aceros no aleados de calidad	Totalmente calmado	6 meses	Recocido	A	----	270-370
					Ligera pasada de temperado	LC	máx.240 ¹⁾³⁾	270-370 ⁴⁾
					temperado	C290	210-355	290-390
						C340	mín.240	340-440
						C390	mín.330	390-490
						C440	mín.380	440-540
						C490	mín.440	490-590
C590	mín.540	mín. 590						
DC04	1.0338	Aceros no aleados de calidad	Totalmente calmado	6 meses	Recocido	A	----	270-350
					Ligera pasada de temperado	LC	máx.210 ¹⁾³⁾	270-350 ⁴⁾
					temperado	C290	220-325	290-390
						C340	mín.240	340-440
						C390	mín.350	390-490
						C440	mín.400	440-590
						C490	mín.460	490-590
C590	mín.560	590-690						
DC05	1.0312	Aceros no aleados de calidad	Totalmente calmado	6 meses	Ligera pasada de temperado	LC	máx. 180 ^{1) 4)}	270-330 ⁴⁾
DC06	1.0873	Aceros no aleados de calidad	Totalmente calmado	6 meses	Ligera pasada de temperado	LC	máx180 ¹⁾³⁾⁵⁾	270-350 ⁴⁾

1) Los valores del límite elástico son, el límite elástico convencional a 0.2% para los productos que no presentan un punto de deformación bien definido, y el límite inferior de resistencia al punto cedente (R_{el}) para los demás.
 Cuando el espesor es inferior o igual a 0.7mm pero superior a 0.5mm, se permite aumentar en 20N/mm² el valor máximo del límite elástico y en 5 unidades el valor máximo de HV. En el caso de espesores inferiores o iguales a 0.5mm, se permite aumentar en 40N/mm² el valor máximo del límite elástico y en 10 unidades el valor máximo de HV.
 2) Para espesores 0.5mm<e 0.7mm, se permite disminuir en 2 unidades el valor mínimo del alargamiento de rotura. Par espesores entre 0.2mm<e 0.5mm, se permite disminuir en 4 unidades el valor mínimo del alargamiento de rotura. Para e 0.2mm, se permite disminuir en 6 unidades el valor mínimo del alargamiento de rotura.
 3) Para espesores inferiores a 1.5mm, se permite un valor máximo del límite elástico de 235N/mm².
 4) Los valores indicados en la tabla se aplican solo a superficies con aspecto MA. Para superficies con aspecto MB y MC, los valores del límite elástico y la resistencia a la tracción se aumentan en 20N/mm² y los valores del alargamiento de rotura se disminuyen en 2 unidades. Asimismo el valor de HV se aumenta en 5 unidades.



Estas características son válidas para el período indicado en la tabla a partir de la fecha en que los productos estén disponibles para ser suministrados. La fecha de disponibilidad debe ser comunicada al comprador mediante una notificación enviada con un período de antelación razonable y compatible con la validez de las características mecánicas. El almacenamiento de los productos tipo DC01 durante más de 3 meses puede provocar una modificación de las características mecánicas susceptible de entrañar una disminución de la aptitud al conformado y a la embutición. El ensayo para la verificación de las características mecánicas indicadas en la tabla, es el ensayo de tracción. Sin embargo, por acuerdo al hacer el pedido, se pueden especificar valores de dureza en vez de las propiedades del ensayo de tracción, pero no ambos. Los valores del ensayo de tracción se refieren a probetas longitudinales.

Tabla 8-9 Flejes de acero bajo en carbono para conformado en frío
Características mecánicas y composición química

Designación		Alargamiento de rotura (%mín.)			r ₉₀	n ₉₀	Dureza HV		Composición química en % en masa (máx.) sobre colada				
Según EN 10027-1 y ECIS IC 10	Según EN 10027-2	A80	A50	L ₀ 5.65 S ₀	mín ⁽⁸⁾⁽⁹⁾	mín ⁽⁹⁾	mín.	máx.	C	P	S	Mn	Ti
DC01	1.0330	28	30	32	----	----	----	105	0.12 ₍₁₀₎	0.045	0.045	0.60 ₍₁₀₎	
		28 ⁽²⁾⁽³⁾	30 ⁽²⁾⁽³⁾	32 ⁽²⁾⁽³⁾	----	----	115 ⁽⁴⁾						
		18	20	24			95	125					
		----	----	----			105	155					
		----	----	----			117	172					
		----	----	----			135	185					
		----	----	----			155	200					
		----	----	----			185	225					
DC03	1.0347	34	36	37	----	----	----	100	0.10	0.035	0.035	0.45	
		34 ⁽²⁾⁽³⁾	36 ⁽²⁾⁽³⁾	37 ⁽²⁾⁽³⁾	1.3 ⁽¹¹⁾	----	110 ⁽⁴⁾						
		22	24	26			95	117					
		----	----	----			105	130					
		----	----	----			117	155					
		----	----	----			135	172					
		----	----	----			155	185					
		----	----	----			185	----					
DC04	1.0338	38	40	40	----	----	----	95	0.08	0.030	0.30	0.40	
		38 ⁽²⁾⁽³⁾	40 ⁽²⁾⁽³⁾	40	1.6 ⁽¹¹⁾	0.180	105 ⁽⁴⁾						
		24	26	28			95	117					
		----	----	----			105	130					
		----	----	----			117	155					
		----	----	----			135	172					
		----	----	----			155	185					
		----	----	----			185	215					
DC05	1.0312	40 ⁽²⁾⁽³⁾	42 ⁽⁴⁾	42 ⁽⁴⁾	1.9 ⁽¹¹⁾	0.200	----	100 ⁽⁵⁾	0.06	0.0250	0.025	0.35	
		r			n								
DC06	1.0873	38 ⁽²⁾⁽³⁾	40 ⁽²⁾⁽³⁾	40 ⁽²⁾⁽³⁾	1.8	0.220	----	----	0.02	0.020	0.020	0.25	0.3 ⁽⁷⁾

- 1) A efectos de cálculo, el límite inferior (R_e) se puede considerar igual a 140N/mm² para los tipos DC01, DC03, DC04 y DC05 en las condiciones A y LC.
- 2) A efectos de cálculo, el límite inferior (R_e) se puede considerar igual a 120N/mm² para el tipo DC06.
- 3) El titanio se puede reemplazar por niobio. El carbono y el nitrógeno deben estar completamente combinados.
- 4) Para espesores 5mm < e < 3mm, se puede determinar los valores de r y n por acuerdo al hacer el pedido.
- 5) Para espesores superiores a 2mm, el valor de r se reduce en 0.2.
- 6) Para el tipo DC01 en la condición de suministro C690, los contenidos de C y Mn se pueden sobrepasar.
- 7) Los valores longitudinales de r (ε) para los tipos DC03, DC04 y DC05 son respectivamente 1.1, 1.3 y 1.6.

CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES:

Las características superficiales se refieren al aspecto superficial y al acabado superficial, y deben ser especificadas por el comprador. Salvo que se especifique lo contrario al hacer el pedido, los productos se deben suministrar con un aspecto superficial MA y un acabado superficial normal (RL; con R_a £6mm).

Aspecto superficial: Los productos planos amparados por esta norma europea se pueden suministrar con aspecto superficial MA, MB o MC, según se describe en la siguiente tabla. El aspecto superficial requerido se debe indicar en la designación.



Tabla 8-10 Flejes de acero bajo en carbono - Aspectos y acabados superficiales

Aspecto superficial			Acabado superficial
Símbolo	Características	Campo de aplicación	
MA	Superficie reluciente, metálicamente limpia. Se admiten poros, pequeños defectos y arañazos	Todos los espesores y todos los tratamientos térmicos	RR, RM, RL ²⁾
MB	Superficie reluciente, metálicamente limpia. Se admiten poros, arañazos y estrías, en la medida que a simple vista no se aprecie que el aspecto liso y uniforme se modifique.	Espesores 2.0mm ¹⁾ . Todos los tratamientos térmicos excepto A	RM, RL ²⁾
MC	Superficie reluciente, metálicamente limpia. Se admiten poros, arañazos y estrías, en la medida que no afecte al aspecto brillante de la superficie	Espesores 1.0mm ¹⁾ . Todos los tratamientos térmicos excepto A	RN ²⁾
1) Los productos de espesor mayor pueden suministrarse con este aspecto superficial, por acuerdo particular al hacer el pedido.			
2) No es necesario que este símbolo figure en la designación.			

Las características indicadas en esta tabla son válidas para la superficie efectivamente inspeccionada, es decir, generalmente la superficie exterior para las bobinas y la superior para las longitudes. La superficie no inspeccionada debe presentar como mínimo las características de aspecto superficial MA.

Estas características no se deben aplicar ni a la primera espira interior, ni a la primera espira exterior de las bobinas, ni a las longitudes cortadas de ellas. Acabado superficial: El acabado superficial puede ser rugoso, mate, normal o brillante, según las indicaciones de la tabla anterior. Los productos con aspecto superficial MA y MB se suministran generalmente con acabado superficial normal (RL). Si se solicita acabado superficial rugoso (RR) o mate (RM), se debe indicar el símbolo correspondiente en la designación. El aspecto superficial MC se debe suministrar con un acabado superficial brillante (RN). Los diferentes acabados superficiales se caracterizan por los siguientes valores de referencia de la rugosidad media R_a : Rugoso: $R_a \geq 1.5\text{mm}$; Mate: $0.6\text{mm} > R_a \geq 1.8\text{mm}$; Normal: $R_a \leq 0.6\text{mm}$; Brillante: $R_a \leq 0.2\text{mm}$. Líneas de cedencia: La tendencia a la formación de fracturas o de líneas de cedencia durante la conformación ulterior, se puede evitar durante cierto tiempo con una ligera pasada de temperado ("skin-pass") (LC). Se puede garantizar la ausencia de líneas de cedencia durante tres meses para el tipo DC01 y seis meses para los otros tipos, a contar desde la fecha acordada en que los productos están disponibles para ser suministrados. Aptitud a la aplicación de recubrimientos superficiales: Los productos amparados por esta norma europea son aptos para el recubrimiento superficial, teniendo en cuenta los siguientes requisitos: Todos los productos son aptos para el recubrimiento orgánico; Todos los productos pueden ser recubiertos con un revestimiento metálico, por ejemplo cinc, estaño, plomo, por inmersión en caliente o por pulverización en caliente; Todos los productos con aspecto superficial MB o MC son aptos para el recubrimiento electrolítico. La aplicación de un recubrimiento superficial requiere una preparación adecuada de la superficie por la persona encargada. El tipo de recubrimiento debe acordarse al hacer el pedido si se va a utilizar uno de los tipos de recubrimiento previstos anteriormente. Si se va a aplicar un recubrimiento metálico de acuerdo con lo expuesto anteriormente, se debe tener en cuenta para las condiciones de suministro C290 a C690 una posible influencia de la relajación de tensiones o de recristalización por la acción de temperaturas elevadas, sobre las características mecánicas del producto. Soldabilidad: La aptitud al soldeo con los medios apropiados debe estar garantizada para todos los tipos y para todas las condiciones de suministro. Para las condiciones de suministro C290 a C690, se debe tener en cuenta que la elevación de temperatura durante las operaciones de soldeo, podría afectar a las propiedades mecánicas y a la microestructura.

Tolerancias dimensionales y de forma. UNE-EN 10140; 1997

8.2.3. BANDA LAMINADA EN FRÍO, NO RECUBIERTA DE ACERO DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO Y DE ACERO DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO, PARA EMBUTICIÓN Y PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO. UNE 36-563-92 (EN 10131; 1991).

Aplicable a las bandas laminadas en frío para conformación en frío, no recubiertas, de bajo contenido en carbono y las de acero de alto límite elástico, de espesor igual o superior a 0.35mm y, salvo acuerdo establecido al hacer el pedido, de espesor igual o inferior a 3mm, suministradas en chapas cortadas, en bobinas, o como fleje obtenido por corte longitudinal, en bobinas o en



fleje en tiras. No es aplicable al fleje de anchura de laminación inferior a 600mm o a los productos planos laminados en frío para los cuales existe una norma específica.

ESPESOR:

Tabla 8-11 Banda laminada en frío, no recubierta de acero de bajo carbono para conformación en frío - Medidas y tolerancias en espesor

Medidas en milímetros

Espesor nominal	Tolerancias normales ¹⁾ para una anchura nominal de:			Tolerancias restringidas(S) ¹⁾ para una anchura nominal de:		
	1200	> 1200 1500	> 1500	1200	> 1200 1500	> 1500
0.35 a 0.40	0.04	0.05	----	0.025	0.035	----
> 0.40 a 0.60	0.05	0.06	0.07	0.035	0.045	0.05
> 0.60 a 0.80	0.06	0.07	0.08	0.04	0.05	0.05
> 0.80 a 1.00	0.07	0.08	0.09	0.045	0.06	0.06
> 1.00 a 1.20	0.08	0.09	0.10	0.055	0.07	0.07
> 1.20 a 1.60	0.10	0.11	0.11	0.07	0.08	0.08
> 1.60 a 2.00	0.12	0.13	0.13	0.08	0.09	0.09
> 2.00 a 2.50	0.14	0.15	0.15	0.10	0.11	0.11
> 2.50 a 3.00	0.16	0.17	0.17	0.11	0.12	0.12

1) Para las bandas y el fleje obtenido por corte longitudinal, la tolerancia en la zona de la soldadura puede incrementarse en un 60% en una longitud de 15m. Este incremento es aplicable a todos los espesores y, salvo que se haya acordado otra cosa al hacer el pedido, a las desviaciones en más y en menos de las tolerancias normal y especial.

Tabla 8-12 Banda laminada en frío, no recubierta de acero de bajo carbono y alto límite elástico para conformación en frío - Tanto por ciento de incremento de la tolerancia en espesor para bandas de acero de alto límite elástico

Límite elástico, R _e mínimo especificado N/mm ²	Tanto por ciento de incremento para las tolerancias en espesor, sobre los valores especificados para los aceros de bajo contenido en carbono %
< 280	0
1200 < 360	20
360	40

ANCHURA:

Tabla 8-13 Banda laminada en frío, no recubierta de acero de bajo carbono y alto límite elástico para conformación en frío - Medidas y tolerancias en anchura de bandas en chapa cortada o en bobina

Medidas en milímetros

Anchura nominal	Tolerancia normal		Tolerancia restringida (S)	
	Desviación en menos	Desviación en más	Desviación en menos	Desviación en más
1200	0	+ 4	0	+ 2
> 1200 1500	0	+ 5	0	+ 2
> 1500	0	+ 6	0	+ 3

Tabla 8-14 Banda laminada en frío, no recubierta de acero de bajo carbono y alto límite elástico para conformación en frío - Medidas y tolerancias en anchura de flejes obtenidos por corte longitudinal

Tipo de tolerancia	Espesor nominal	Anchura nominal							
		< 125		125 a < 250		250 a < 400		400 a < 600	
		Desviación en menos	Desviación en más	Desviación en menos	Desviación en más	Desviación en menos	Desviación en más	Desviación en menos	Desviación en más
Normal	< 0.6	0	+ 0.4	0	+ 0.5	0	+ 0.7	0	+ 1.0
	0.6a<1.0	0	+ 0.5	0	+ 0.6	0	+ 0.9	0	+ 1.2
	1.0a<2.0	0	+ 0.6	0	+ 0.8	0	+ 1.1	0	+ 1.4
	2.0a 3.0	0	+ 0.7	0	+ 1.0	0	+ 1.3	0	+ 1.6
Restringida (S)	< 0.6	0	+ 0.2	0	+ 0.2	0	+ 0.3	0	+ 0.5
	0.6a<1.0	0	+ 0.2	0	+ 0.3	0	+ 0.4	0	+ 0.6
	1.0a<2.0	0	+ 0.3	0	+ 0.4	0	+ 0.5	0	+ 0.7
	2.0a 3.0	0	+ 0.4	0	+ 0.5	0	+ 0.6	0	+ 0.8



LONGITUD:

Tabla 8-15 Banda laminada en frío, no recubierta de acero de bajo carbono y alto límite elástico para conformación en frío - Medidas y tolerancias en longitud

Medidas en milímetros

Longitud nominal	Tolerancia normal		Tolerancia restringida (S)	
	en menos	en más	en menos	en más
< 2000	0	6	0	
2000	0	0.3% de la longitud	0	0.15% de la longitud

PLANICIDAD

La tolerancia sobre la planicidad sólo es aplicable a los suministros es forma de chapa cortada. Para las bandas solicitadas sin pasada de temperado (skin-pass) sólo es aplicable la tolerancia normal. Por acuerdo especial al hacer el pedido, se puede aplicar tolerancias más estrechas. Bandas de acero de bajo contenido en carbono y con $R_e < 280 \text{ N/mm}^2$: La tolerancia sobre planicidad de las chapas de acero de bajo contenido en carbono y con $R_e < 280 \text{ N/mm}^2$, se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 8-16 Banda laminada en frío, no recubierta de acero de bajo carbono para conformación en frío - Tolerancia de planicidad de chapas

Medidas en milímetros

Tipo de tolerancia	Anchura nominal	Espesor nominal		
		< 0.7	0.7 < 1.2	1.2
Normal	600 < 1200	12	10	8
	1200 < 1500	15	12	10
	1500	19	17	15
Restringida (S)	600 < 1200	5	4	3
	1200 < 1500	6	5	4
	1500	8	7	6

Cuando las chapas de acero de bajo contenido en carbono se solicitan con la tolerancia restringida de la tabla anterior, es necesario, pero sólo en caso de litigio, comprobar que la flecha de una onda en el canto, sobre una longitud de 200mm, es siempre menor que:

- 1% de su longitud, si la longitud nominal es < 1500mm.
- 1.5% de su longitud, si la longitud nominal es ≥ 1500 mm.

Si la longitud de una onda es menor de 200mm, se debe comprobar que su altura máxima no es superior a 2mm.

Bandas de acero de alto límite elástico: La tolerancia sobre la planicidad de las chapas de acero de alto límite elástico se recogen en la siguiente tabla y es aplicable a los aceros con un límite elástico mínimo especificado comprendido entre 280 N/mm² (incluido) y 360 N/mm² (excluido).

Tabla 8-17 Banda laminada en frío, no recubierta de acero de bajo carbono y alto límite elástico para conformación en frío - Tolerancia sobre la planicidad para chapas (280 N/mm² ≤ R_e < 360 N/mm²)

Medidas en milímetros

Tipo de tolerancia	Anchura nominal	Espesor nominal		
		< 0.7	0.7 < 1.2	1.2
Normal	600 < 1200	15	13	10
	1200 < 1500	18	15	13
	1500	22	20	19
Restringida (S)	600 < 1200	8	6	5
	1200 < 1500	9	8	6
	1500	12	10	9

Para aceros con límite elástico mínimo especificado igual o superior a 360 N/mm², la tolerancia en planicidad deberá acordarse al hacer el pedido.

FALTA DE ESCUADRADO:

La falta de escuadrado no debe exceder el 1% de la anchura real de la chapa.



FLECHA AL CANTO:

La flecha no debe ser superior a 6mm en una longitud de m. Para una longitud inferior a 2m, la flecha no debe ser superior al 0.3% de la longitud real. Para flejes (anchura < 600mm) obtenidos por corte longitudinal, puede especificarse una tolerancia restringida (CS) máxima de 2mm en una longitud de 2m. Esta flecha restringida no es aplicable a los flejes de acero de alto límite elástico.

FORMATO

Por acuerdo al hacer el pedido, la tolerancia sobre la falta de escuadrado y sobre la flecha al canto puede reemplazarse por la condición de que en la chapa suministrada pueda inscribirse un rectángulo de las medidas nominales.

8.2.4. BANDA Y FLEJE DE ACERO SOLDABLE DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO, LAMINADA EN FRÍO, PARA CONFORMACIÓN EN FRÍO. UNE 36-122-89.

Características de las bandas y flejes de acero laminados en frío, de alto límite elástico, soldables, destinados a ser conformados en frío. s aplicable a bandas de espesor igual o superior a 0.5mm y generalmente hasta 3mm. No es aplicable a bandas de acero de uso general, a las de acero al carbono, con características especiales de soldabilidad, ni a las de chapa laminada en frío para conformación. La chapa puede suministrarse en bobinas o en paquetes de chapa y fleje cortados.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Como la forma de las inclusiones de azufre tiene una cierta influencia en la aptitud a la conformación, se puede influir en la forma de estas inclusiones mediante la adicción de ciertos elementos de aleación (tales como calcio, cerio, etc.) o reducir el azufre contenidos muy bajos.

Tabla 8-18 Banda y fleje de acero soldable de alto límite elástico, laminada en frío, para conformación en frío - Composición química. Análisis de colada

Denominación	C % máx.	Mn % máx.	Si % máx.	P % máx.	S % máx.	Al % máx.	Nb % ¹⁾ máx.	Ti % ¹⁾ máx.	V % ¹⁾ máx.
AE 275 HF	0.09	0.80	0.50	0.030	0.030	0.020/0.080	0.010/0.060	0.010/0.120	0.010/0.080
AE 335 HF	0.10	1.00	0.50	0.030	0.030	0.020/0.080	0.010/0.060	0.010/0.120	0.010/0.080
AE 390 HF	0.12	1.20	0.50	0.030	0.030	0.020/0.080	0.010/0.060	0.010/0.120	0.010/0.080
AE 430 HF	0.12	1.30	0.50	0.030	0.030	0.020/0.080	0.010/0.060	0.010/0.120	0.010/0.080

1) Estos elementos pueden ser utilizados sólo o en combinación.

Tabla 8-19 Banda y fleje de acero soldable de alto límite elástico, laminada en frío, para conformación en frío - Análisis sobre el producto

Elemento	Desviaciones máximas (%)
C	+ 0.02
Mn	+ 0.10
Si	+ 0.05
P y S	+ 0.005
Al Nb	- 0.005 + 0.01
V y Ti	-0.005 + 0.02

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Para bandas suministradas sin pasada de acondicionamiento, deberán establecerse por acuerdo.

Tabla 8-20 Banda y fleje de acero soldable de alto límite elástico, laminada en frío, para conformación en frío - Características mecánicas

Denominación	R _s mín. MPa	R _m mín. MPa	A % L ₀ = 80	Doblado: diámetro del madril
AE 275 HF	275	360	28	a tope
AE 335 HF	335	410	24	0.5e
AE 310 HF	390	450	20	0.5e
AE 430 HF	430	490	16	1e



SOLDABILIDAD:

Los aceros de esta norma son, generalmente, soldables por los procedimientos normales de soldeo. En los grados de acero de más elevadas características, se cuidará que estos procedimientos sean compatibles con la composición química y con el espesor del producto. En todo caso, se cuidará que la temperatura del acero en el momento del soldeo sea superior a 10°C.

RECOMENDACIONES PARA EL PLEGADO Y EL CONFORMADO EN FRÍO.

El radio de plegado de las piezas es función de las condiciones prácticas de ejecución y es difícil indicar un valor mínimo del radio de plegado que puede utilizarse. No obstante, en condiciones normales de utilización se pueden indicar los siguientes radios de plegado: Grados AE 275 HF; AE 335 HF: una vez el espesor Grados AE 390 HF y AE 430 HF: entre 1.5 y 2 veces el espesor. Estos valores deberán aumentarse en función de las condiciones prácticas de ejecución del plegado tales como longitud del plegado, tipo de preparación, etc. En particular, los radios indicados deberán aumentarse si los productos se han sometido a un decapado mecánico (por ejemplo granallado). En general y especialmente en los casos de operaciones de plegado difíciles, el utilizador deberá consultar al fabricante sobre el grado de acero y las condiciones de utilización.

APTITUD AL RECUBRIMIENTO

Las bandas pueden destinarse al cincado, al estañado o a cualquier otro recubrimiento por vía electrolítica. Debe especificarse en el pedido que los productos solicitados están destinados a ser recubiertos, indicando el tipo de recubrimiento.

ASPECTO SUPERFICIAL

Se distinguen las dos clases de aspecto superficial siguientes: Aspecto X: En ambas caras de la banda se admitirán pequeños poros, rayas, marcas de laminación o defectos análogos, así como ligeras manchas coloreadas. Sin embargo, tales imperfecciones no deberán representar peligro alguno de deterioro del utillaje o dificultades de soldeo en el curso de la utilización de la chapa. Aspecto Z: La cara de mejor aspecto estará exenta de defectos que comprometan su aspecto uniforme después de aplicar una capa de pintura de calidad o un recubrimiento electrolítico. Salvo acuerdo en contrario, se inspeccionará solamente la cara de la banda presentada habitualmente como superior en los paquetes o exterior en las bobinas.

En el caso de suministro de bobinas, la presencia de imperfecciones superficiales es, en general, más elevada que cuando el suministro se efectúa en chapas, particularmente para el aspecto superficial Z. Por acuerdo en el pedido, deberá fijarse un porcentaje máximo de rechazos admisibles por este concepto.

LIMPIEZA

Las bandas estarán libres de residuos (carbonosos, metálicos, etc) apreciables a simple vista que no se eliminen en el desengrasado usual de la banda y que perjudiquen su normal utilización. Podrán establecerse limitaciones especiales por acuerdo entre fabricantes y comprador.

ACABADO SUPERFICIAL

En cada uno de los grados y para cada uno de los dos aspectos de superficie X y Z se establecen respectivamente, las clases de acabado superficial siguientes: Para el aspecto superficial X: acabados, rugoso, mate y liso; Para el aspecto superficial Z: acabados, rugoso, mate, liso y pulido. No habiendo actualmente ningún método normalizado adoptado con carácter general para la medición de los acabados superficiales, los acabados R, M, L y P podrán ser definidos por convenio particular, bien por placas patrón, o bien por rugosidades valoradas por un procedimiento de medición previamente acordado. El acabado superficial deberá acordarse en el pedido.

Tolerancias. UNE 36-563-92 (EN 10131; 1991).



8.2.5. PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO DE ACEROS MICROALEADOS SOLDABLES DE ALTO LÍMITE ELÁSTICO PARA CONFORMADO EN FRÍO. UNE-EN 10268; 1999

Se definen las propiedades químicas y mecánicas, y las condiciones de ensayo de los productos planos laminados en frío de alto límite elástico para conformado en frío. Los tipos de acero son de alto límite elástico (HSLA) o microaleados, cuyo principal mecanismo de endurecimiento consiste en adiciones de microaleaciones de elementos dispersados tales como Nb, Ti o V. Esta norma es aplicable a productos planos laminados en frío de espesor menor o igual a 3mm.

**Tabla 8-21 Productos planos de aceros microaleados para conformado en frío
Composición química del análisis de colada**

Designación del acero		C %	Si %	Mn %	P %	S %	Al %	Nb %	Ti
Simbólica	Numérica	máx.	máx.	máx.	máx.	máx. ¹⁾	mín.	máx. ²⁾	máx. ²⁾
H 240 LA	1048	0.10	0.50	0.60	0.025	0.025	0.015	0.090	0.15
H 280 LA	1048	0.10	0.50	0.80	0.025	0.025	0.015	0.090	0.15
H 320 LA	1054	0.10	0.50	1.00	0.025	0.025	0.015	0.090	0.15
H 360 LA	1055	0.10	0.50	1.20	0.025	0.025	0.015	0.090	0.15
H 400 LA	1055	0.10	0.50	1.40	0.025	0.025	0.015	0.090	0.15

1) Si se acuerda en el momento de la consulta y del pedido, se pueden suministrar contenidos de azufre 0.012% en el análisis de producto.
2) Estos elementos adicionales pueden ser utilizados individualmente o en combinación cuando figuren en la definición del acero con los límites de composición indicados. El vanadio también puede ser utilizado. La suma de los contenidos de los 3 elementos dispersantes no debe exceder el 0.22%.

**Tabla 8-22 Productos planos de aceros microaleados para conformado en frío
Desviaciones admisibles del análisis de producto respecto de los contenidos límites especificados en el análisis de colada**

Elemento	Contenido máximo del análisis de colada %	Desviación admisible del análisis de producto respecto de los límites especificados en el análisis de colada %
C	0.10	0.02
Mn	1.40	0.10
Si	0.50	0.05
P	0.025	0.005
S	0.020	0.002
Al _{total}	0.015	0.005
Nb	0.09	0.01
V	0.20	0.02
Ti	0.15	0.01

PROPIEDADES MECÁNICAS:

**Tabla 8-23 Productos planos de aceros microaleados para conformado en frío
Características mecánicas**

Designación del acero		R _{eH,2} ¹⁾ N/mm ²			R _m N/mm ² mín. long.	A % mín.		Diámetro de doblado mín. a 180° en sentido transversal
Simbólica	Numérica	mín. long.	máx.			L ₀ = 80 long.	L ₀ = 50 long.	
H 240 LA	10480	240	310	330	340	27	L ₀ 80 + 2%	Oe
h 280 LA	10489	280	360	380	370	24		Oe
H 320 LA	10548	320	410	440	400	22		Oe
H 360 LA	10550	360	460	500	430	20		0.5e
H 400 LA	10556	400	500	540	460	18		0.5e

1) En ausencia de fenómenos de cedencia, el valor R_{e,2} debe ser determinado.
2) A título orientativo.

Para los productos no temperados (sin skin-pass), las características mecánicas deben ser acordadas con el comprador al hacer la consulta y el pedido. Por acuerdo entre el fabricante y el comprador al hacer la consulta y el pedido, puede ser definidos criterios particulares de conformabilidad.

SOLDABILIDAD

Se garantiza la idoneidad para el proceso de sondeo utilizado en los procedimientos industriales habituales. No obstante, se debe especificar al hacer la consulta y el pedido, el procedimiento de soldadura que se va a utilizar, este requisito es indispensable en el caso de soldadura con gas.



CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

Las características superficiales se refieren al aspecto y al acabado superficial. Para los productos no temperados (sin skin-pass), deben acordarse especialmente las características superficiales. Aspecto superficial: Los productos amparados por esta norma europea sólo pueden suministrarse con el aspecto superficial A especificado en la Norma Europea EN 10130: son admisibles algunos defectos como poros, ligeras rayas, pequeñas marcas, o ligeras coloraciones que no afecten a la conformabilidad o a la adherencia de los recubrimientos superficiales. Acabado superficial: El acabado superficial de los productos amparados por esta norma europea debe cumplir los requisitos de la Norma Europea EN 10130 para productos con ancho de laminación ≥ 600 mm, y los requisitos de la Norma Europea EN 10139 para productos con ancho de laminación < 600 mm. Aptitud a la aplicación de recubrimientos superficiales: Los productos pueden ser destinados a recibir un recubrimiento metálico por inmersión en caliente o por vía electrolítica, y/o recubrimiento orgánicos u otros. Si tal recubrimiento está previsto, debe ser acordado al hacer la consulta y el pedido.

Tolerancias dimensionales y de forma para los productos con ancho de laminación < 600 mm.
UNE-EN 10140; 1997

Tolerancias dimensionales y de forma para los productos con ancho de laminación ≥ 600 mm.
UNE 36-563-92 (EN 10131; 1991).

8.3. PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO PARA CONSTRUCCIONES METÁLICAS

8.3.1. BANDA DE ACERO LAMINADA EN FRÍO PARA CONSTRUCCIÓN METÁLICA. UNE 36-121-85.

Características de la banda laminada en frío, de acero no aleado, destinada a ser empleada en estructuras metálicas, plegadas, conformadas, o soldadas.

DEFINICIONES:

- **Banda laminada en frío:** Producto obtenido por reducción en frío, hasta un espesor prefijado, partiendo de una banda laminada en caliente y decapada y que, con la excepción del tipo A 551, posteriormente sufre un recocido de recristalización. Este producto se suministra generalmente con un temperado o "skin-pass", pero, si el cliente así lo solicita en el pedido, puede suministrarse en estado de recocido, es decir, sin haber sufrido el temperado. Se presenta en bobina o en paquetes de chapa cortada.
- **Temperado ("skin-pass"):** Laminación en frío de la bobina recocida por la que ésta sufre una reducción muy ligera (inferior al 2). Esta operación tiene uno o varios de los objetivos siguientes: Disminuir temporalmente la tendencia a la aparición de líneas de cedencias (bandas de Lüder) y de aristas durante la conformación. Obtener en estado superficial adecuado. Controlar la forma.
- **Aspecto superficial:** El aspecto superficial alude al grado de perfección superficial por referencia a la cantidad, magnitud y proporción de los defectos que pueden tolerarse en las bandas en función de su aplicación. La valoración objetiva del aspecto superficial es difícil y generalmente deberá ser objeto de acuerdos particulares en cada caso concreto. Las bandas suministradas como chapa cortada estarán exentas de cualquier defecto que las inutilice para el fin previsto. El suministro en bobinas no permite al fabricante eliminar zonas defectuosas tal como se hace en el caso de chapa cortada. Deberá convenirse previamente el porcentaje admisible defectuoso.
- **Acabado:** El acabado corresponde al grado de rugosidad de la chapa así como a la uniformidad de la misma. Normalmente las bandas laminadas en frío presentan un acabado mate que las hace adecuadas para recibir las pinturas decorativas usuales, pero que no son recomendables para aplicación de depósitos electrolíticos.



- **Aceitado:** Las bandas pueden solicitarse aceitadas o no. En el primer caso tendrán las dos caras protegidas por una capa, repartida uniformemente, de aceite neutro, no secante, y exento de materias extrañas. En condiciones normales de embalaje, transporte y almacenado, las bandas así protegidas, no deben presentar trazas de oxidación, como mínimo, en un plazo de tres meses. La capa de aceite deberá poderse eliminar fácilmente por medio de soluciones alcalinas. Previa solicitud en el pedido, el fabricante deberá indicar el tipo de aceite utilizado.
- **Dimensión de la bobina:** Cuando la banda laminada en frío se solicite en bobinas es preciso especificar una medida, o un intervalo de medidas, admisible para el diámetro inferior (D.I.). Además, se especificará el diámetro exterior máximo y la masa máxima admisible de la bobina.
- **Elección del tipo y grado del acero:** Es deseable que se indique la utilización final de las bandas de acero laminadas en frío, bien por la designación de la pieza, bien por su aplicación prevista.

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

Análisis de colada: La composición química, referida al análisis de colada se indica en la tabla siguiente. El análisis de colada servirá de base para la recepción técnica y será comunicado al comprador por el fabricante.

Tabla 8-24 Banda de acero laminada en frío para construcción metálica - Composición química (referida al análisis de colada)

Designación Simbólica		Estado de oxidación (1)	%C máx.	%Mn máx.	%P máx.	%S máx.	%N máx.
Tipo	Grado						
AE 220-1	B	FU o FN	0.15	----	0.040	0.040	0.009
	D	FF	0.15	----	0.035	0.035	0.015
AE 250-1	B	FN	0.20	----	0.040	0.040	0.009
	D	FF	0.20	----	0.035	0.035	0.015
AE 320-1	B	FN	0.20	1.50	0.040	0.040	0.009
	D	FF	0.20	1.50	0.030	0.030	0.015
AE 550-1	----	----	0.20	1.50	0.040	0.040	----

1) FU = efervescente; FN = no efervescente; FF = calmado especial de grano fino.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

En el momento de la entrega, las características mecánicas de los distintos tipos de acero, determinadas sobre probetas, se indican en la siguiente tabla:

Tabla 8-25 Banda de acero laminada en frío para construcción metálica - Características mecánicas

Designación Simbólica		R _e mín. Mpa ¹⁾	R _m mín. ²⁾ Mpa ¹⁾	A % mínimo		Diámetro del mandril ³⁾
Tipo	Grado			L ₀ = 50mm	L ₀ = 80mm	
AE 220-1	B	220	300	22	20	1e
	D					
AE 250-1	B	330	330	20	18	2e
	D					
AE 320-1	B	320	400	18	14	3e
	D					
AE 550-1	----	550	4)	no aplicable	no aplicable	no aplicable

- 1) 1Mpa = 1N/mm² = 0.102Kgf/mm².
- 2) Los valores de R_m sólo se dan a título informativo.
- 3) El ensayo de doblado sólo se realizará si se ha convenido expresamente en el pedido.
- 4) Para este tipo, la carga de rotura está muy próxima al límite elástico.

SOLDABILIDAD

Las bandas definidas en esta norma son soldables, en condiciones adecuadas. El soldeo por puntos se hace tanto más difícil cuanto más se sobrepasa en carbono el límite de 0.15%. El tipo A 550-1 no es apto para el soldeo, ya que el calentamiento provoca una disminución significativa de su resistencia a la tracción.



TOLERANCIAS

Las tolerancias incluidas son aplicables, en general, a bandas suministradas en bobinas y en chapas o flejes cortados. Para bandas de dimensiones mayores a las recogidas en las tablas, las tolerancias deberán ser objeto de acuerdo. Previo acuerdo podrán aplicarse al fleje (anchura inferior a 600mm) obtenido por corte longitudinal de una banda. Tolerancias en espesor: La medición en espesor se podrá hacer en cualquier punto del producto situado a no menos de 40mm de los bordes longitudinales. Las tolerancias en espesor se indican en la siguiente tabla, en la que se recogen las desviaciones máximas, en más y en menos, que puede presentar cualquier medida respecto al espesor nominal. Para el tipo AE 320-1, serán aplicables los valores de la tabla siguiente aumentados en un 20%, aplicando las reglas de redondeo habituales.

Tabla 8-26 Banda de acero laminada en frío para construcción metálica - Tolerancias en espesor: desviaciones en más y en menos¹⁾

Valores en milímetros

Anchura nominal		Espesor nominal								
desde	hasta	hasta 0.40	0.41 a 0.60	0.61 a 0.80	0.81 a 1.00	1.01 a 1.20	1.21 a 1.60	1.61 a 2.00	2.01 a 2.50	2.51 a 3.00
600	1200	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
1201	1500	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.23
1501	1800	----	0.10	0.11	0.13	0.14	0.17	0.19	0.22	0.23
1800	----	----	0.12	0.13	0.14	0.16	0.19	0.21	0.24	0.26

1) Estos valores deben aumentarse en el 20% para el tipo AE 3201.

En bobinas, en un entorno de soldadura de 15m, son admisibles desviaciones en más, dobles a las indicadas en la tabla anterior. En el suministro en bobinas, la longitud de banda que en sus extremos pueda estar fuera de tolerancia deberá ser objeto de acuerdo.

TOLERANCIA EN ANCHURA Y LONGITUD:

Tabla 8-27 Banda de acero laminada en frío para construcción metálica - Tolerancias en anchura y longitud: Desviación en más¹⁾

Valores en milímetros

Anchura nominal		Tolerancia en anchura	Longitud nominal		Tolerancia en longitud
desde (excl.)	hasta (incl.)		desde (incl.)	hasta (excl.)	
----	1200	5	----	3000	20
1200	1500	7	3000	6000	30
1500	----	9	6000	----	0.5% x longitud

1) No se admite desviación en menos.

Planicidad: La tolerancia en planicidad es la distancia máxima admisible entre la chapa y una superficie plana y horizontal sobre la que se apoya libremente, midiendo la flecha entre la concavidad y la superficie de referencia.

La tolerancia de planicidad se indica en la tabla siguiente para los tipos AE 220-1 y AE 250-1. Para el tipo AE 320-1 se aumentarán en un 25%. Para el tipo AE 550-1 deberán ser objeto de acuerdo.

Tabla 8-28 Banda de acero laminada en frío para construcción metálica - Tolerancias de planicidad (para chapas)¹⁾

Valores en milímetros

Espesor nominal	Anchura nominal	Tolerancia de planicidad
hasta 0.7 (incluido)	hasta 1200 (incluido)	23
	desde 1200 hasta 1500	27
	superior a 1500	33
superior a 0.7 hasta 1.2 (incluido)	hasta 1200 (incluido)	18
	desde 1200 hasta 1500	23
	superior a 1500	29
superior a 1.2	hasta 1200 (incluido)	15
	desde 1200 hasta 1500	19
	superior a 1500	26

1) Aplicables a los tipos AE 220-1 y AE 250-1. Para el tipo AE 320-1 deben aumentarse en un 25%. Para el tipo AE 550-1 deben establecerse por acuerdo.

Son aplicables a chapas cortadas por el cliente siempre que hayan sido sometidas a un aplanoado adecuado. Si no se manipulan correctamente las chapas, puede deteriorarse la planicidad original obtenida en fábrica. Falta de escuadrado: Se define la falta de escuadrado a la existencia de una longitud u proyección ortogonal de un borde transversal sobre el longitudinal. El valor máximo admisible será el 1% de la anchura de la chapa.



Previo acuerdo se pueden solicitar con las tolerancias restringidas incluidas en la siguiente tabla.

Tabla 8-29 Banda de acero laminada en frío para construcción metálica - Tolerancias restringidas de escuadrado

Valores en milímetros

Longitud nominal	Anchura nominal	Tolerancia
hasta 3000	hasta 1200	+ 2
	más de 1200	+ 3
más de 3000	todas las anchuras	+ 3

Curvado o efecto de sable: Se define como curvado o efecto de sable a la existencia de una flecha entre un borde longitudinal y una base de medida rectilínea apoyada sobre el producto y contenida en el mismo plano de la banda. El curvado se mide sobre el lado cóncavo. Para chapas cortadas, la base de medida será la longitud de la chapa y la flecha no será superior al 0.4% de dicha longitud. Para bobinas, la base de medida será 5000m (situada en cualquier zona de la bobina) y la flecha no será superior a 20mm.

Formato: Por acuerdo en el pedido, las tolerancias en la falta de escuadrado y en curvado pueden sustituirse por la condición de que el formato de la chapa permita inscribir un rectángulo de las medidas solicitadas.

8.4. PRODUCTOS LAMINADOS EN FRÍO PARA TRATAMIENTO TÉRMICO

8.4.1. FLEJES LAMINADOS EN FRÍO PARA TRATAMIENTO TÉRMICO. UNE-EN 10132-1: 2000.

Condiciones técnicas de suministro generales de los flejes laminados en frío de acero no aleado y aleado, con anchos de laminación menores de 600mm, para tratamiento térmico.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Análisis de colada: La composición química del acero definida por el análisis de colada debe ser conforme a los valores especificados en las tablas correspondientes de las Normas Europeas EN 10132-2, EN 10132-3 y EN 10132-4.

Análisis de producto: Las desviaciones admisibles entre el análisis de producto con relación a los límites especificados para el análisis de colada están indicadas en las tablas correspondientes de las Normas EN 10132-2, EN 10132-3 y EN 10132-4.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas de los productos deben ser conformes a los valores de las tablas correspondientes de las Normas EN 10132-2, EN 10132-3 y EN 10132-4.

ESTRUCTURA

Tamaño de grano: Salvo acuerdo en contrario en el momento de hacer el pedido, la elección del tamaño de grano queda a la elección del fabricante. **Inclusiones no metálicas:** Los aceros deben tener un grado de limpieza que corresponda a la calidad del acero especificado. Es posible acordar el grado de limpieza en el momento de solicitar la oferta y de hacer el pedido. **Decarburación:** Independientemente del tratamiento térmico, ninguno de los aceros indicados en la Norma Europea EN 10132-3 con un contenido mínimo de carbono superior a 0.50%, ni de los aceros de la Norma Europea EN 10132-4, deben tener niveles de decarburación que sobrepasen los límites que figuran en las Normas Europeas EN 10132-2 y EN 10132-4.

ACABADO SUPERFICIAL

Todos los productos deben tener un acabado liso, conforme a las descripciones de las Normas Europeas EN 10132-3 y EN 10132-4. Los requisitos relativos a la rugosidad pueden ser acordados en el momento de solicitar la oferta y de hacer el pedido.



DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA

Las dimensiones nominales y las tolerancias dimensionales y de forma de los productos deben ser conformes a la Norma Europea EN 10140, salvo acuerdo en contrario en el momento de solicitar la oferta y de hacer el pedido. Las tolerancias en anchura especificadas en la Norma Europea En 10140 no pueden ser solicitadas en la condición de templado y revenido (+QT).

8.4.2. FLEJES LAMINADOS EN FRÍO PARA TRATAMIENTO TÉRMICO. ACEROS PARA CEMENTACIÓN. UNE-EN 10132-2: 2000.

Aplicable a los flejes laminados en frío aleados y no aleados de aceros para cementación, de 10mm de espesor como máximo, para aplicaciones generales.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Tabla 8-30 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para cementación - Tipos de acero y composición química ¹⁾ (análisis de colada)

Designación del acero		% en masa					
Simbólica	Numérica	C	Si máx.	Mn	P máx.	S máx.	Cr
C10E	1.1121	0.07 a 0.13	0.40	0.30 a 0.60	0.035	0.035	máx. 0.40
C15E	1.1141	0.12 a 0.18	0.40	0.30 a 0.60	0.035	0.035	máx. 0.40
16MnCr5	1.7131	0.14 a 0.19	0.40	1.00 a 1.30	0.035	0.035	0.80 a 1.10
17Cr3	1.7016	0.14 a 0.20	0.40	0.60 a 0.90	0.035	0.035	0.70 a 1.00

1) Los elementos no mencionados en esta tabla no deben ser añadidos intencionadamente al acero sin el acuerdo con el usuario excepto aquellos que sean destinados a la elaboración de la colada. Todas las precauciones razonables deben ser tomadas para prevenir la adición, en la materia prima utilizada en el transcurso de la fabricación (chatarra), de tales elementos que afectan a las características mecánicas y a la puesta en obra.

Tabla 8-31 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para cementación Desviaciones máximas para el análisis de producto con respecto a los valores límites dados en la tabla de composición química para el análisis de colada

Elemento	Contenido máximo autorizado en el análisis de colada % en masa	Desviación admisible ¹⁾ % en masa
C	0.20	0.02
Si	0.40	+ 0.03
Mn	1.00	0.04
	> 1.00 1.30	0.05
P	0.035	+ 0.005
S	0.035	+ 0.005
Cr	0.40	+ 0.03
	> 0.40 1.10	0.04

1) significa que en una colada la desviación puede ocurrir por encima del valor superior o por debajo del valor inferior del rango especificado en la tabla de composición química, pero no los dos al mismo tiempo.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Tabla 8-32 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para cementación Propiedades mecánicas y requisitos de dureza ^{1),2)}

Designación del acero		Condición de suministro					
Simbólica	Numérica	Recocido (+A) o recocido y skippassed (+LC)				Laminado en frío ³⁾ (+CR)	
		R _{p0.2} ⁴⁾ N/mm ² máx.	R _m ⁴⁾ N/mm ² máx.	A ₈₀ ⁴⁾ % mín.	HV ⁴⁾ máx.	R _m ⁴⁾ N/mm ² máx.	HV ⁴⁾ máx.
C10E	1.1121	345	430	26	135	830	250
C15E	1.1141	360	450	25	140	870	260
16MnCr5	1.7131	420	550	21	170	⁵⁾	⁵⁾
17Cr3	1.7016	420	550	21	170	⁵⁾	⁵⁾

1) El cliente puede especificar los valores de dureza o de resistencia a la tracción, pero no los dos. Si no se indica ninguno de los dos valores, el valor deducido es el de la resistencia a tracción.
 2) Los valores se aplican a los espesores 0.30mm < t < 3.00mm. Si los flejes tienen un espesor mayor, las propiedades mecánicas deben ser convenidas en el momento de la licitación y del pedido.
 3) Para el material laminado en frío, se debe aplicar un rango de 150N/mm² ó 50HV, por ejemplo de 650N/mm² a 800N/mm² ó 150HV a 200HV.
 4) R_{p0.2} es el límite de elasticidad convencional al 0.2%; R_m es la resistencia a la tracción; A₈₀ es el alargamiento para una longitud entre marcas de 80mm; HV es la dureza Vickers.
 5) El reparto en el estado de laminado en frío puede hacerse sobre pedido. En este caso, las propiedades mecánicas deben ser convenidas en el momento de la oferta y del pedido.



Para aquellos clientes que especifican antes la dureza Rockwell que la Vickers o la resistencia a la tracción, en la siguiente tabla se especifican los valores de dureza Rockwell:

Tabla 8-33 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para cementación
Valores de referencia de la dureza Rockwell para los aceros para cementación

Designación del acero		Condición de suministro
Simbólica	Numérica	Recocido (+A) o recocido y skipassed (+LD) HRB ²⁾ máx.
C10E	1.1121	73
C15E	1.1141	76
16MnCr5	1.7131	84
17Cr3	1.7016	84

1) Si el espesor es inferior a los valores admisibles especificados en la Norma Europea ISO 6508-1, la escala de dureza Rockwell debe ser convenida en el momento de la oferta y del pedido.
2) HRB es la dureza Rockwell (escala B).

ACABADO SUPERFICIAL

Los flejes laminados en frío deben tener un acabado superficial final brillante, conforme a lo que se obtiene durante el laminado o recocido en atmósfera controlada.

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA

Las dimensiones nominales y las tolerancias dimensionales y de forma de los productos deben ser conformes a la Norma Europea EN 10140, salvo acuerdo en contrario en el momento de solicitar la oferta y de hacer el pedido. Las tolerancias en anchura especificadas en la Norma Europea En 10140 no pueden ser solicitadas en la condición de templeado y revenido (+QT).

8.4.3. FLEJES LAMINADOS EN FRÍO PARA TRATAMIENTO TÉRMICO. ACEROS PARA TEMPLE Y REVENIDO. UNE-EN 10132-3: 2000.

Se especifican las condiciones técnicas generales y específicas, de los flejes de acero no aleados y aleados, laminados en frío para temple y revenido, de 10mm de espesor como máximo, así como de los flejes de acero para temple y revenido, cuyo espesor esté comprendido entre 0.3mm y 3mm.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Análisis de colada: La composición química del acero definida por el análisis de colada debe ser conforme a los valores especificados en la siguiente tabla:

Tabla 8-34 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para temple y revenido
Composición química (análisis de colada)

Designación del acero		% en masa							
Simbólica	Numérica	C	Si máx.	Mn	P máx.	S máx.	Cr	Mo	Ni máx.
C22E	1.1151	0.17 a 0.24	0.40	0.40 a 0.70	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
C30E	1.1178	0.27 a 0.34	0.40	0.50 a 0.80	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
C35E	1.1181	0.32 a 0.39	0.40	0.50 a 0.80	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
C40E	1.1186	0.37 a 0.44	0.40	0.50 a 0.80	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
C45E	1.1191	0.42 a 0.50	0.40	0.50 a 0.80	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
C50E	1.1206	0.47 a 0.55	0.40	0.60 a 0.90	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
C55E	1.1203	0.52 a 0.60	0.40	0.60 a 0.90	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
C60E	1.1221	0.57 a 0.65	0.40	0.60 a 0.90	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
25Mn4	1.1177	0.23 a 0.28	0.40	0.95 a 1.15	0.035	0.035	máx. 0.40	máx. 0.10	0.40
25CrMo4	1.7218	0.22 a 0.29	0.40	0.60 a 0.90	0.035	0.035	0.90 a 1.20	0.15 a 0.30	----
34CrMo4	1.7220	0.30 a 0.37	0.40	0.60 a 0.90	0.035	0.035	0.90 a 1.20	0.15 a 0.30	----
42CrMo4	1.7225	0.38 a 0.45	0.40	0.60 a 0.90	0.035	0.035	0.90 a 1.20	0.15 a 0.30	----

1) Los elementos no mencionados en esta tabla no deben ser añadidos intencionadamente al acero sin el acuerdo con el usuario excepto aquellos que sean destinados a la elaboración de la colada. Todas las precauciones razonables deben ser tomadas para prevenir la adición, en la materia prima utilizada en el transcurso de la fabricación (chatarra), de tales elementos que afectan a las características mecánicas y a la puesta en obra.

Análisis de producto: En el caso de que se solicite la realización de un análisis de producto, las desviaciones admisibles a los límites especificados para el análisis de colada, están indicados en la tabla siguiente:



Tabla 8-35 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para temple y revenido - Desviaciones máximas para el análisis de producto con respecto a los valores límites dados en la tabla de composición química para el análisis de colada

Elemento	Contenido máximo autorizado en el análisis de colada % en masa		Desviación admisible ¹⁾ % en masa
C	0.55		0.02
	> 0.55	0.65	0.03
Si	0.40		+ 0.03
Mn	0.95		0.04
	> 0.95	1.15	0.05
P	0.035		+ 0.005
S	0.035		+ 0.005
Cr	0.40		+ 0.03
	> 0.40	1.20	0.04
Mo	0.10		+ 0.02
Ni	> 0.10	0.30	0.03
	0.40		+ 0.04

1) significa que en una colada la desviación puede ocurrir por encima del valor superior o por debajo del valor inferior del rango especificado en la tabla de composición química, pero no los dos al mismo tiempo.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas del fleje deben ser conformes a los valores indicados en la siguiente tabla, para espesores fuera de este rango, las propiedades mecánicas deben ser acordadas entre el fabricante y el cliente.

Tabla 8-36 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para temple y revenido - Propiedades mecánicas y requisitos de dureza ^{1,2)}

Designación del acero		Condición de suministro							
		Recocido (+A) o recocido y skin-passed (+LC)				Laminado en frío ³⁾ (+CR)		Templado y revenido (+QT) ⁴⁾	
Simbólica	Númerica	R _{p0.2} ⁵⁾ N/mm ² máx.	R _m ⁵⁾ N/mm ² máx.	A ₈₀ ⁵⁾ % mín.	HV ⁵⁾ máx.	R _m ⁵⁾ N/mm ² máx.	HV ⁵⁾ máx.	R _m ⁵⁾ N/mm ²	HV ⁵⁾
C22E	1.1151	400	500	22	155	900	265	----	----
C30E	1.1178	420	520	20	165	920	270	----	----
C35E	1.1181	430	540	19	170	930	275	----	----
C40E	1.1186	440	550	18	170	970	280	----	----
C45E	1.1191	455	570	18	180	1020	290	----	----
C50E	1.1206	465	580	17	180	1050	295	1050 a 1650	325 a 505
C55E	1.1203	480	600	17	185	1070	300	1100 a 1700	340 a 520
C60E	1.1221	495	620	17	195	1100	305	1150 a 1750	345 a 530
25Mn4	1.1177	460	590	20	180	⁵⁾	⁵⁾	----	----
25CrMo4	1.7218	440	580	19	175	⁵⁾	⁵⁾	990 a 1400	305 a 530
34CrMo4	1.7220	460	600	16	185	⁵⁾	⁵⁾	1020 a 1400	315 a 465
42CrMo4	1.7225	480	620	15	195	⁵⁾	⁵⁾	1100 a 1600	340 a 490

1) El cliente puede especificar los valores de dureza o de resistencia a la tracción, pero no los dos. Si no se indica ninguno de los dos valores, el valor deducido es el de la resistencia a tracción.
 2) Los valores se aplican a los espesores 0.30mm < t < 3.00mm. Si los flejes tienen un espesor mayor, las propiedades mecánicas deben ser convenidas en el momento de la licitación y del pedido.
 3) Para el material laminado en frío, se debe aplicar un rango de 150N/mm² ó 50HV, por ejemplo de 650N/mm² a 800N/mm² ó 150HV a 200HV.
 4) R_{p0.2} es el límite de elasticidad convencional al 0.2%; R_m es la resistencia a la tracción; A₈₀ es el alargamiento para una longitud entre marcas de 80mm; HV es la dureza Vickers.
 5) El suministro en el estado de laminado en frío puede hacerse sobre pedido. En este caso, las propiedades mecánicas deben ser convenidas en el momento de la oferta y del pedido.

Para aquellos clientes que especifican antes la dureza Rockwell que la Vickers o la resistencia a la tracción, en la siguiente tabla se especifican los valores de dureza Rockwell:



Tabla 8-37 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para temple y revenido - Valores de la dureza Rockwell¹⁾

Designación del acero		Condición de suministro	
		Recocido (+A) o recocido y skinpassed (+LD)	Templado y revenido (+QT) ³⁾
Simbólica	Númérica	HRB ³⁾ máx.	HRC ³⁾
C22E	1.1151	78	----
C30E	1.1178	82	----
C35E	1.1181	86	----
C40E	1.1186	87	----
C45E	1.1191	88	----
C50E	1.1206	89	33 a 49.5
C55E	1.1203	90	34 a 50.5
C60E	1.1221	91	35 a 51
25Mn4	1.1177	88	----
25CrMo4	1.7218	87	31.5 a 44
34CrMo4	1.7220	88	32 a 46
42CrMo4	1.7225	90	35 a 48.5

1) Si el espesor es inferior a los valores admisibles especificados en la Norma Europea ISO 6508-1, la escala de dureza Rockwell debe ser convenida en el momento de la oferta y del pedido.
 2) En el caso de un material suministrado en la condición de temple y revenido, se aplica un rango de 5HRC para una dureza < 40 HRC y se aplica un rango de 4 HRC para una dureza > 40 HRC.
 3) HRB es la dureza Rockwell (escala B); HRC es la dureza Rockwell (escala C).

Los valores mínimos de dureza dados en la siguiente tabla indican los valores mínimos después del templado, sin revenido.

Tabla 8-38 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. Aceros para temple y revenido - Valores de referencia para el tratamiento térmico y valores mínimos de dureza en la condición de temple

Designación del acero		Temperatura de austenización °C	Medio de temple	Dureza mínima ¹⁾ en el estado temple sin revenido	
				HRC ²⁾³⁾	HV ³⁾
Simbólica	Númérica				
C22E	1.1151	----	----	----	----
C30E	1.1178	----	----	----	----
C35E	1.1181	----	----	----	----
C40E	1.1186	840 a 870	agua	51	530
C45E	1.1191	840 a 870	agua	52	540
C50E	1.1206	830 a 860	agua	53	560
C55E	1.1203	830 a 860	aceite	55	600
C60E	1.1221	825 a 855	aceite	57	640
25Mn4	1.1177	----	----	----	----
25CrMo4	1.7218	840 a 870	agua	44	430
34CrMo4	1.7220	840 a 870	aceite	48	480
42CrMo4	1.7225	840 a 870	aceite	51	530

1) El rango de espesor para que se apliquen los valores mínimos está comprendido entre 0.3mm y 3mm.
 2) Si el espesor es inferior a los valores admisibles especificados en la Norma Europea EN ISO 6508-1, la escala de dureza Rockwell debe ser acordada en el momento de la oferta y el pedido.
 3) HRC es la dureza Rockwell (escala C). HV es la dureza Vickers.

DECARBURACIÓN

En el caso de los aceros con un contenido mínimo en carbono superior al 0.5%, la decarburación no debe exceder del 3% del espesor del material por cara, cuando se mide a una distancia de 5mm a partir del borde del fleje.

ACABADO SUPERFICIAL

Los flejes laminados en frío deben tener un acabado superficial final brillante, conforme a lo que se obtiene durante el laminado o recocido en atmósfera controlada. Los flejes laminados en frío templados y revenidos pueden tener los acabados superficiales siguientes: óxido gris/azul: no pulido; templado brillante: no pulido; pulido: obtenido por un amolado fino, un cepillado abrasivo u otros procedimientos; pulido y coloreado: de color azul o amarillo debido a la oxidación por el tratamiento térmico.



DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA

Las dimensiones nominales y las tolerancias en anchura para los flejes templados y revenidos. Para cualquier otra tolerancia se aplica la Norma Europea EN 10140. Por acuerdo entre el fabricante y el cliente, es posible disponer bordes especiales debiendo acordarse para estos bordes las tolerancias en anchura.

8.4.4. FLEJES LAMINADOS EN FRÍO PARA TRATAMIENTO TÉRMICO. ACEROS PARA MUELLES Y OTRAS APLICACIONES ESPECIALES. UNE-EN 10132-4: 2000.

Se aplica a: los flejes no aleados y aleados de acero laminados en frío, de 6mm de espesor máximo; los flejes no aleados y aleados de acero para temple y revenido, entre 0.3mm y 3mm; para su utilización como muelles y otras aplicaciones especiales.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Análisis de colada: La composición química del acero definida por el análisis de colada debe ser conforme a los valores especificados en la siguiente tabla:

Tabla 8-39 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. aceros para muelles y otras aplicaciones especiales - Composición química¹⁾ (análisis de colada)

Designación del acero		% en masa								
Simbólica	Numérica	C	Si máx.	Mn	P máx.	S máx.	Cr	Mo máx.	V	Ni máx.
C55S	1.1204	0.52 a 0.60	0.15 a 0.35	0.60 a 0.90	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
C60S	1.1211	0.57 a 0.65	0.15 a 0.35	0.60 a 0.90	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
C67S	1.1231	0.65 a 0.73	0.15 a 0.35	0.60 a 0.90	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
C75S	1.1248	0.70 a 0.80	0.15 a 0.35	0.60 a 0.90	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
C85S	1.1269	0.80 a 0.90	0.15 a 0.35	0.40 a 0.70	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
C90S	1.1217	0.85 a 0.95	0.15 a 0.35	0.40 a 0.70	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
C100S	1.1274	0.95 a 1.05	0.15 a 0.35	0.30 a 0.60	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
C125S	1.1224	1.20 a 1.30	0.15 a 0.35	0.30 a 0.60	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
48Si7	1.5021	0.45 a 0.52	1.60 a 2.00	0.50 a 0.80	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
56Si7	1.5026	0.52 a 0.60	1.60 a 2.00	0.60 a 0.90	0.025	0.025	máx. 0.40	0.10		máx. 0.40
51CrV4	1.8159	0.47 a 0.55	máx. 0.40	0.70 a 1.10	0.025	0.025	0.90 a 1.20	0.10	0.10 a 0.25	máx. 0.40
80CrV2	1.2235	0.75 a 0.85	0.15 a 0.35	0.30 a 0.50	0.025	0.025	0.40 a 0.60	0.10	0.15 a 0.25	máx. 0.40
75Ni8	1.5634	0.72 a 0.78	0.15 a 0.35	0.30 a 0.50	0.025	0.025	< 0.15	0.10		1.80 a 2.10
125Cr2	1.2002	1.20 a 1.30	0.15 a 0.35	0.25 a 0.40	0.025	0.025	0.40 a 0.60	0.10		máx. 0.40
102Cr6	1.2067	0.95 a 1.10	0.15 a 0.35	0.20 a 0.40	0.025	0.025	1.35 a 1.60	0.10		máx. 0.40

1) Los elementos no mencionados en esta tabla no deben ser añadidos intencionadamente al acero sin el acuerdo con el usuario excepto aquellos que sean destinados a la elaboración de la colada. Todas las precauciones razonables deben ser tomadas para prevenir la adición, en la materia prima utilizada en el trans curso de la fabricación (chatarra), de tales elementos que afectan a las características mecánicas y a la puesta en obra.

Tabla 8-40 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. aceros para muelles y otras aplicaciones especiales - Desviaciones máximas para el análisis de producto con respecto a los valores límites dados en la tabla de composición química para el análisis de colada

Elemento	Contenido máximo autorizado en el análisis de colada % en masa	Desviación admisible ¹⁾ % en masa
C	0.50	0.02
	> 0.50	0.03
	> 1.00	0.04
Si	1.00	+ 0.03
	> 1.00	0.10
Mn	1.00	0.04
	> 1.00	0.05
P	0.025	+ 0.005
S	0.025	+ 0.005
Cr	0.40	+ 0.03
	> 0.40	0.04
Mo	0.10	+ 0.02
V	0.25	0.03
Ni	0.40	+ 0.03
	> 0.40	0.05

1) significa que en una colada la desviación puede ocurrir por encima del valor superior o por debajo del valor inferior del rango especificado en la tabla de composición química, pero no los dos al mismo tiempo.



PROPIEDADES MECÁNICAS

Propiedades de resistencia a la tracción y de dureza: Las propiedades mecánicas del fleje deben ser conformes a los valores indicados en la siguiente tabla, para espesores fuera de este rango, las propiedades mecánicas deben ser acordadas entre el fabricante y el cliente.

Tabla 8-41 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. aceros para muelles y otras aplicaciones especiales - Propiedades mecánicas y requisitos de dureza ¹⁾²⁾

Designación del acero		Condición de suministro							
		Recocido (+A) o recocido y skinpassed (+LC)				Laminado en frío ³⁾ (+CR)		Templado y revenido (+QT) ⁴⁾	
Simbólica	Númerica	R _{p0.2} ⁵⁾ N/mm ² máx.	R _m ⁵⁾ N/mm ² máx.	A ₈₀ ⁵⁾ % mín.	HV ⁵⁾ máx.	R _m ⁵⁾ N/mm ² máx.	HV ⁵⁾ máx.	R _m ⁵⁾ N/mm ²	HV ⁵⁾
C55S	1.1204	480	600	17	185	1070	300	1100 a 1700	340 a 520
C60S	1.1211	495	620	17	195	1100	305	1500 a 1750	345 a 530
C67S	1.1231	510	640	16	200	1140	315	1200 a 1900	370 a 580
C75S	1.1248	510	640	15	200	1170	320	1200 a 1900	370 a 580
C85S	1.1269	535	670	15	210	1190	325	1200 a 2000	370 a 600
C90S	1.1217	545	680	14	215	1200	325	1200 a 2100	370 a 600
C100S	1.1274	550	690	13	220	1200	325	1200 a 2100	370 a 630
C125S	1.1224	600	740	11	230	1200	325	1200 a 2100	370 a 630
48Si7	1.5021	580	720	13	225	----	----	1200 a 1700	370 a 520
56Si7	1.5026	600	740	12	230	----	----	1200 a 1700	370 a 520
51CrV4	1.8159	550	700	13	220	----	----	1200 a 1800	370 a 550
80CrV2	1.2235	580	720	12	225	----	----	1200 a 1800	370 a 550
75Ni8	1.5634	540	680	13	210	----	----	1200 a 1800	370 a 550
125Cr2	1.2002	590	750	11	235	----	----	1300 a 2100	405 a 630
102Cr6	1.2067	590	750	11	235	----	----	1300 a 2100	405 a 630

1) El cliente puede especificar los valores de dureza o de resistencia a la tracción, pero no los dos. Si no se indica ninguno de los dos valores, el valor deducido es el de la resistencia a tracción.
 2) Los valores se aplican a los espesores 0.30mm < t < 3.00mm. Si los flejes tienen un espesor mayor, las propiedades mecánicas deben ser convenidas en el momento de la licitación y del pedido.
 3) Para el material laminado en frío, se debe aplicar un rango de 150N/mm² ó 50HV, por ejemplo de 850N/mm² a 1000N/mm² ó 240HV a 290HV.
 4) En el caso de un material suministrado en la condición de temple y revenido, se debe aplicar un rango de 150N/mm² o 50HV a 50HV, por ejemplo 1350N/mm² a 1500N/mm² o 450HV a 500HV.
 5) R_{p0.2} es el límite de elasticidad convencional al 0.2%; R_m es la resistencia a la tracción; A₈₀ es el alargamiento para una longitud entre marcas de 80mm; HV es la dureza Vickers.

Para aquellos clientes que especifican antes la dureza Rockwell que la Vickers o la resistencia a la tracción, en la siguiente tabla se especifican los valores de dureza Rockwell:

Tabla 8-42 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. aceros para muelles y otras aplicaciones especiales - Valores de la dureza Rockwell¹⁾

Designación del acero		Condición de suministro	
		Recocido (+A) o recocido y skinpassed (+LD)	Templado y revenido (+QT) ³⁾
Simbólica	Númerica	HRB ³⁾ máx.	HRC ³⁾
C55S	1.1204	90	34 a 50.5
C60S	1.1211	91	35 a 51.5
C67S	1.1231	92	38.5 a 54
C75S	1.1248	93	38.5 a 54
C85S	1.1269	94	38.5 a 55
C90S	1.1217	94	38.5 a 55
C100S	1.1274	95	38.5 a 57
C125S	1.1224	97	38.5 a 57
48Si7	1.5021	95	38.5 a 50.5
56Si7	1.5026	96	38.5 a 50.5
51CrV4	1.8159	94	38.5 a 52.5
80CrV2	1.2235	95	38.5 a 52.5
75Ni8	1.5634	93	38.5 a 52.5
125Cr2	1.2002	97	42 a 57
102Cr6	1.2067	97	42 a 57

1) Si el espesor es inferior a los valores admisibles especificados en la Norma Europea ISO 6508-1, la escala de dureza Rockwell debe ser convenida en el momento de la oferta y del pedido.
 2) En el caso de un material suministrado en la condición de temple y revenido, se aplica un rango de 5HRC para una dureza < 40 HRC y se aplica un rango de 4 HRC para una dureza > 40 HRC.
 3) HRB es la dureza Rockwell (escala B); HRC es la dureza Rockwell (escala C).

Los aceros pueden ser templados con aceite o tratados térmicamente de modo isoterma.



Los valores mínimos de dureza dados en la siguiente tabla indican los valores mínimos después del templeado, sin revenido.

Tabla 8-43 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. aceros para muelles y otras aplicaciones especiales - Valores de referencia para el tratamiento térmico y valores mínimos de dureza en la condición de temple

Designación del acero		Temperatura de austenización °C	Medio de temple	Dureza mínima ¹⁾ en el estado temple sin revenido	
Simbólica	Númérica			HRC ²⁾	HV ²⁾
C55S	1.1204	830 a 860	aceite	55	600
C60S	1.1211	825 a 855	aceite	57	640
C67S	1.1231	815 a 845	aceite	59	670
C75S	1.1248	810 a 840	aceite	60	700
C85S	1.1269	800 a 830	aceite	61	720
C90S	1.1217	790 a 820	aceite	61	720
C100S	1.1274	790 a 820	aceite	61	720
C125S	1.1224	780 a 810	aceite	62	750
48Si7	1.5021	840 a 870	agua	52	540
56Si7	1.5026	840 a 870	aceite	55	600
51CrV4	1.8159	840 a 870	aceite	57	640
80CrV2	1.2235	840 a 870	aceite	60	700
75Ni8	1.5634	820 a 850	aceite	60	700
125Cr2	1.2002	820 a 850	aceite	62	750
102Cr6	1.2067	830 a 860	aceite	61	720

1) El rango de espesor para que se apliquen los valores mínimos está comprendido entre 0.3mm y 3mm.
2) HRC es la dureza Rockwell (escala C). HV es la dureza Vickers.

El valor de dureza preconizado (HV) para los aceros de la tabla de propiedades mecánicas y requisitos de dureza en la condición de temple y revenido para utilizar como muelles viene dado en la siguiente tabla:

Tabla 8-44 Flejes laminados en frío para tratamiento térmico. aceros para muelles y otras aplicaciones especiales - Valores indicativos de dureza (HV) para los materiales de diferentes rangos de espesor en la condición de temple y revenido

Designación del acero		Dureza HV en la condición de temple y revenido									
Númérica	Simbólica	Espesor especificado (mm)									
		0.30	0.50	0.50	0.75	0.75	1.00	1.00	1.50	1.50	2.00
C55S	1.1204	485 a 535	485 a 535	465 a 515	465 a 515	455 a 505	455 a 505	445 a 495	445 a 495	425 a 475	415 a 465
C60S	1.1211	485 a 535	485 a 535	465 a 515	465 a 515	455 a 505	455 a 505	445 a 495	445 a 495	425 a 475	415 a 465
C67S	1.1231	485 a 535	485 a 535	465 a 515	465 a 515	455 a 505	455 a 505	445 a 495	445 a 495	425 a 475	415 a 465
C75S	1.1248	520 a 570	520 a 570	500 a 550	500 a 550	480 a 530	480 a 530	465 a 515	465 a 515	440 a 490	435 a 485
C85S	1.1269	520 a 570	520 a 570	500 a 550	500 a 550	480 a 530	480 a 530	465 a 515	465 a 515	440 a 490	435 a 485
C90S	1.1217	555 a 605	555 a 605	525 a 575	525 a 575	505 a 555	505 a 555	485 a 535	485 a 535	465 a 515	455 a 505
C100S	1.1274	555 a 605	555 a 605	525 a 575	525 a 575	505 a 555	505 a 555	485 a 535	485 a 535	465 a 515	455 a 505
C125S	1.1224	555 a 605	555 a 605	525 a 575	525 a 575	505 a 555	505 a 555	485 a 535	485 a 535	465 a 515	455 a 505
48Si7	1.5021	485 a 535	485 a 535	465 a 515	465 a 515	455 a 505	455 a 505	445 a 495	445 a 495	425 a 475	415 a 465
56Si7	1.5026	485 a 535	485 a 535	465 a 515	465 a 515	455 a 505	455 a 505	445 a 495	445 a 495	425 a 475	415 a 465
51CrV4	1.8159	520 a 570	520 a 570	500 a 550	500 a 550	480 a 530	480 a 530	465 a 515	465 a 515	440 a 490	435 a 485
80CrV2	1.2235	555 a 605	555 a 605	525 a 575	525 a 575	505 a 555	505 a 555	485 a 535	485 a 535	465 a 515	455 a 505
75Ni8	1.5634	520 a 570	520 a 570	500 a 550	500 a 550	480 a 530	480 a 530	465 a 515	465 a 515	440 a 490	435 a 485
125Cr2	1.2002	555 a 605	555 a 605	525 a 575	525 a 575	505 a 555	505 a 555	485 a 535	485 a 535	465 a 515	455 a 505
102Cr6	1.2067	555 a 605	555 a 605	520 a 575	520 a 575	505 a 555	505 a 555	485 a 535	485 a 535	465 a 515	455 a 505

Ensayo de doblado: Las prescripciones relativas al ensayo de doblado aplicable a los aceros en la condición de recocidos (+A) pueden ser objeto de un acuerdo en el momento de la oferta y el pedido.

DECARBURACIÓN

Cuando se mide una distancia de 5mm a partir del borde del fleje, la decarburación no debe exceder del 3% del espesor del material por cara, en el caso de los aceros aleados a base de silicio y del 2% en el caso de los aceros aleados, pero no a base de silicio.

ACABADO SUPERFICIAL

Los flejes laminados en frío deben tener un acabado superficial final brillante, conforme a lo que se obtiene durante el laminado o recocido en atmósfera controlada. Los flejes laminados en frío templeados y revenidos pueden tener los acabados superficiales siguientes:



- óxido gris/azul: no pulido;
- templado brillante: no pulido;
- pulido: obtenido por un amolado fino, un cepillado abrasivo u otros procedimientos;
- pulido y coloreado: de color azul o amarillo debido a la oxidación por el tratamiento térmico.

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA

Las dimensiones nominales y las tolerancias dimensionales y de forma de los productos deben ser conformes a la Norma Europea EN 10140, salvo acuerdo en contrario en el momento de solicitar la oferta y de hacer el pedido. Las tolerancias en anchura especificadas en la Norma Europea En 10140 no pueden ser solicitadas en la condición de templado y revenido (+QT).

8.5. PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO CON PROPIEDADES MAGNÉTICAS

8.5.1. MATERIALES MAGNÉTICOS*. ESPECIFICACIONES PARA LAS CHAPAS Y BANDAS DE ACERO CON CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y PERMEABILIDAD MAGNÉTICA GARANTIZADAS. UNE-EN 10265: 1996.*(LAMINADOS EN FRÍO Y EN CALIENTE)

Tipos de chapas y bandas de acero con características mecánicas y permeabilidad magnética garantizadas. Es de aplicación a los productos utilizados para los polos y las llantas de las máquinas eléctricas.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y MAGNÉTICAS

Los valores mínimos especificados del límite elástico a 0.2% ($R_{p0.2}$), de la resistencia a la tracción (R_m) y del alargamiento de rotura (A_{80mm}) se indican en las dos tablas siguientes, así como los valores mínimos garantizados para la inducción magnética, para intensidades de campo 5000 y 15000 A/m.

Tabla 8-45 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas - Características mecánicas y magnéticas de los productos laminados en caliente

Tipos de acero. designación		Límite elástico al 0.2% mínimo $R_{p0.2}$ N/mm ²	Resistencia a la tracción mínima R_m N/mm ²	Alargamiento de rotura mínimo A %		Inducción magnética mínima (teslas) ¹⁾ para una intensidad de campo magnético (A/m) de	
Simbólica	Numérica			$L_0 = 80mm$	$L_0=5.65 S_0$	5000	15000
250-...-TG 180	1.0270	250	350	22	26	1.60	1.80
300-...-TG 180	1.0271	300	400	20	24	1.60	1.80
350-...-TG 179	1.0272	350	450	18	22	1.55	1.79
400-...-TG 179	1.0273	400	500	16	19	1.55	1.79
450-...-TG 179	1.0274	450	550	14	17	1.54	1.79
500-...-TG 179	1.0275	500	600	12	14	1.53	1.79
550-...-TG 178	1.0276	550	650	12	14	1.52	1.78
600-...-TG 178	1.0277	600	700	10	12	1.50	1.78
650-...-TG 178	1.0278	650	750	10	12	1.48	1.78
700-...-TG 178	1.0279	700	800	10	12	1.56	1.78

1) <ha sido una práctica común durante años el dar valores de inducción magnética en tablas tal y como se recogen aquí. De hecho, el cuadro Epstein mide la polarización magnética (inducción intrínseca) que está definida como $J = B_0 H$, donde:
 J = polarización magnética
 B = inducción magnética
 μ_0 = constante magnética
 H = campo magnético, de acuerdo con CEI 50 (221).



Tabla 8-46 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas - Características mecánicas y magnéticas de los productos laminados en frío

Tipos de acero. designación		Límite elástico al 0.2% mínimo $R_{p0.2}$ N/mm ²	Resistencia a la tracción mínima R_m N/mm ²	Alargamiento de rotura mínimo A % L ₀ = 80mm	Inducción magnética mínima (teslas) ¹⁾ para una intensidad de campo magnético (A/m) de	
Simbólica	Numérica				5000	15000
250...-TF 183	1.0280	250	325	16	1.60	1.83
300...-TF 182	1.0281	300	375	15	1.55	1.82
350...-TF 181	1.0282	350	425	13	1.52	1.81
400...-TF 180	1.0283	400	450	10	1.50	1.80

1) Ha sido una práctica común durante años el dar valores de inducción magnética en tablas tal y como se recogen aquí. De hecho, el cuadro Epstein mide la polarización magnética (inducción intrínseca) que está definida como $J = B_0 H$, donde:
 J = polarización magnética
 B = inducción magnética
 μ_0 = constante magnética
 H = campo magnético, de acuerdo con CEI 50 (221).

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y TOLERANCIAS

Espesor: Los espesores nominales recomendados son los siguientes:

- productos laminados en caliente: 1.6mm, 2.0mm, 2.5mm, 3.0mm, 3.2mm y 4.5mm;
- productos laminados en frío: 0.5mm, 1.0mm, 1.6mm, 1.8mm y 2.0mm.

Para las tolerancias de espesor, se distingue:

- la desviación admisible, respecto al valor nominal, en una misma unidad de inspección;
- La diferencia de espesor en una chapa o en una longitud de banda en una dirección paralela al sentido de laminación;
- la diferencia en espesor, en una chapa o en una banda en dirección perpendicular al sentido de laminación. Esta tolerancia se aplica únicamente a productos con una anchura superior a 150mm.

La desviación admisible, respecto al espesor nominal, en una unidad de inspección, depende del tipo de laminación y de la calidad del producto:

Tabla 8-47 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas laminadas en caliente - Tolerancias en espesor nominal- Límite elástico igual o menor de 300N/mm²

Anchuranominal l mm	Tolerancias admisibles para un espesor nominal e mm					
	e 1.5	1.5 < e 2	2 < e 2.5	2.5 < e 3	3 < e 4	4 < e 5
l 600	0.14	0.16	0.17	0.17	0.17	0.18
600 < l 1200	0.16	0.18	0.20	0.21	0.23	0.27
l > 1200	0.18	0.20	0.22	0.23	0.25	0.28

Tabla 8-48 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas laminadas en caliente - Tolerancias en espesor nominal - Límite elástico mayor de 300N/mm² e igual o menor de 400N/mm²

Anchura nominal l mm	Tolerancias admisibles para un espesor nominal e mm					
	e 1.5	1.5 < e 2	2 < e 2.5	2.5 < e 3	3 < e 4	4 < e 5
l 600	0.15	0.18	0.19	0.19	0.19	0.20
600 < l 1200	0.21	0.23	0.25	0.26	0.29	0.34
l > 1200	0.22	0.25	0.28	0.29	0.31	0.35

Tabla 8-49 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas laminadas en caliente - Tolerancias en espesor nominal - Límite elástico mayor de 400N/mm²

Anchura nominal l mm	Tolerancias admisibles para un espesor nominal e mm					
	e 1.5	1.5 < e 2	2 < e 2.5	2.5 < e 3	3 < e 4	4 < e 5
l 600	0.19	0.22	0.24	0.24	0.24	0.24
600 < l 1200	0.26	0.29	0.31	0.32	0.36	0.43
l > 1200	0.27	0.31	0.35	0.36	0.39	0.44



Tabla 8-50 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas laminadas en frío – Tolerancias en espesor nominal

Anchura nominal l mm	Tolerancias admisibles para un espesor nominal e mm							
	0.4<e 0.6	0.6<e 0.8	0.8<e 1	1<e 1.2	1.2<e 1.5	1.5<e 2	2<e 2.5	1.5<e 3
l 600	0.04	0.05	0.05	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10
600<l 1200	0.08	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
l > 1200	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.23

La variación de espesor en una chapa o en una longitud de banda de 2m, en una dirección paralela al sentido de laminación, no debe ser superior a:

- 8% del valor nominal para espesores e ≤ 1.5mm;
- 5% del valor nominal para espesores e > 1.5mm.

La variación de espesor en una dirección perpendicular al sentido de laminación, no debe ser superior a los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 8-51 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas laminadas en caliente – Tolerancia en espesor en sentido perpendicular

Límite elástico R _{p0.2} N/mm ²	Espesor nominal e mm	Diferencia permitida para una anchura l mm		
		150 600	600<l 200	l > 200
450	e 1.5	0.05	0.07	----
	e > 1.5	0.06	0.08	0.10
> 450	e 1.5	0.10	0.12	----
	e > 1.5	0.12	0.14	0.16

Tabla 8-52 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas laminadas en frío – Tolerancias en espesor en sentido perpendicular

Límite elástico R _{p0.2} N/mm ²	Espesor nominal e mm	Diferencia permitida para una anchura l mm		
		150 600	600<l 200	l > 200
350	e 0.7	0.03	0.04	0.05
	e > 0.7	0.04	0.05	0.06
> 350	e 0.7	0.04	0.05	0.06
	e > 0.7	0.06	0.07	0.08

Anchura: Las anchuras nominales habituales son inferiores a 1250m.

Para las bandas suministradas con bordes cizallados, se deben aplicar las tolerancias en anchura recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 8-53 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas laminadas en frío cizalladas – Tolerancias espesor en sentido perpendicular

Anchura nominal l mm	Tolerancias permitidas mm			
	Productos laminados en caliente	Productos laminados en frío para espesores e mm		
		e 0.5	1.5 < e 3.25	2.5 < e 3
l 50	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.7
	0	0	0	0
50 < l 100	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.9
	0	0	0	0
100 < l 200	+ 1.0	+ 0.5	+ 0.7	+ 1.0
	0	0	0	0
200 < l 400	+ 1.4	+ 0.6	+ 0.9	+ 1.2
	0	0	0	0
400 < l 600	+ 1.8	+ 1.0	+ 1.0	+ 1.2
	0	0	0	0
600 < l 1200	+ 6.0	+ 5.0	+ 5.0	+ 5.0
	0	0	0	0
l > 1200	+ 8.0	+ 7.0	+ 7.0	+ 7.0
	0	0	0	0

Por acuerdo al hacer el pedido, las tolerancias en anchura pueden ser negativas.

Para las bandas suministradas con bordes brutos, las tolerancias en anchura deben ser objeto de acuerdo al hacer el pedido.



Longitud: Se deben aplicar las siguiente tolerancias a la longitud de bandas cortadas de bobinas:

Tabla 8-54 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas y bandas
Tolerancias de longitud

Longitud L mm	Tolerancias permitidas mm
L 1000	+ 10
	0
L > 1000	+ 1% de L
	0

Planicidad: Para material suministrado en bobinas, la verificación de la planicidad sólo se aplica a productos de anchura superior a 100mm y de espesor igual o inferior a 100. Para las bobinas, el factor de ondulación, expresado en tanto por ciento, no debe ser superior a 2. En el caso de las chapas, la distancia máxima entre la cara inferior de la chapa y la superficie horizontal plana de la chapa no debe ser superior a los valores indicados en las siguientes tablas:

Tabla 8-55 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas laminadas en caliente
Tolerancias de planicidad

Límite elástico R _{p0.2} N/mm ²	Distancia máxima para espesores nominales e mm	
	e ≤ 2 ¹⁾	e > 2 ²⁾
250 – 350	0.006 x L	0.005 x L
400 – 500	0.007 x L	0.006 x L
> 500	0.008 x L	0.007 x L

1) Para longitudes L < 1000mm, la distancia máxima es 6mm.
2) Para longitudes L < 1000mm, la distancia máxima es 5mm.

Tabla 8-56 Materiales magnéticos – Especificaciones para chapas laminadas en frío
Tolerancias de planicidad

Tipo	Distancia máxima para espesores nominales e mm		
	e ≤ 0.7 ¹⁾	0.7 < e ≤ 1.2 ²⁾	e > 1.2 ³⁾
250	0.010 x L	0.009 x L	0.008 x L
300	0.010 x L	0.009 x L	0.008 x L
350	0.015 x L	0.012 x L	0.010 x L
400	0.015 x L	0.012 x L	0.010 x L

1) Para longitudes L < 1000mm, la distancia máxima es 10mm.
2) Para longitudes L < 1000mm, la distancia máxima es 9mm.
3) Para longitudes L < 1000mm, la distancia máxima es 8mm.

Rectitud: Esta verificación se aplica únicamente a los productos suministrados con los bordes cizallados de longitud superior 150mm. La desviación que caracteriza la rectitud de bordes no debe ser superior a 0.5% de L (L es la longitud de la chapa). En el caso de bandas, la longitud de la muestra debe ser de 2 m.

8.5.2. CHAPAS Y BANDAS MAGNÉTICAS, LAMINADAS EN FRÍO, DE GRANO NO ORIENTADO EN ESTADO FINAL DE SUMINISTRO. UNE-EN 10106; 1995.

Tipos de chapas y bandas magnéticas, laminadas en frío, de grano no orientado, de espesores nominales de 0.35mm, 0.5mm, 0.65mm y 1.00mm. Es aplicable a los productos suministrados después del recocido final destinados a la construcción de circuitos magnéticos. No es aplicable a los productos semi-acabados.

CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS

Las características magnéticas definidas a continuación se aplican a los productos suministrados en las condiciones siguientes; Los productos pueden suministrarse sin revestimiento o con revestimiento sobre una o las dos caras. En este caso, la naturaleza del revestimiento, así como sus características, su factor de apilamiento y su verificación deben ser objeto de acuerdo al hacer el pedido. Polarización magnética: Los valores mínimos garantizados para la inducción magnética, para intensidades de campo H de 2500 A/m, 500 A/m y 10000 A/m, se indican en la siguiente tabla:



Tabla 8-57 Chapas y Bandas magnéticas de grano no orientado - Características tecnológicas y magnéticas

Designación conforme a		Espesor nominal mm	Pérdida específica total máxima (W/kg) a 50 Hz para 1.5T	Polarización magnética mínima (T) ¹⁾ en un campo magnético alternativo para una intensidad de campo magnético (A/m) de			Anisotropía máxima de las pérdidas %	Factor de apilamiento	Número mínimo de doblados	Masa específica kg/dm ³	
EN 10027-1	EN 10027-2			2500	5000	10000					
M235-35A	1.0890	0.35	2.35	1.49	1.60	1.70	0.95	2	7.60		
M250-35A	1.0800		2.50	1.49	1.60	1.70		17			
M270-35A	1.0801		2.70	1.49	1.60	1.70		17			
M300-35A	1.0803		3.00	1.49	1.60	1.70		17			
M330-35A	1.0804		3.30	1.49	1.60	1.70		17			
M250-50A	1.0891	0.50	2.50	1.49	1.60	1.70	0.97	2	7.60		
M270-50A	1.0806		2.70	1.49	1.60	1.70		17			
M290-50A	1.0807		2.90	1.49	1.60	1.70		17			
M310-50A	1.0808		3.10	1.49	1.60	1.70		14			
M330-50A	1.0809		3.30	1.49	1.60	1.70		14			
M350-50A	1.0810		3.50	1.50	1.60	1.70		12			
M400-50A	1.0811		4.00	1.53	1.63	1.73		12			
M470-50A	1.0812		4.70	1.54	1.64	1.74		10			
M530-50A	1.0813		5.30	1.56	1.65	1.75		10			
M600-50A	1.0814		6.00	1.57	1.66	1.76		10			
M700-50A	1.0815		7.00	1.60	1.69	1.77		10			
M800-50A	1.0816		8.00	1.60	1.70	1.78		10			
M940-50A	1.0817		9.40	1.62	1.72	1.81		8			
M310-65A	1.0892		0.65	3.10	1.49	1.60		1.70	0.97	2	7.60
M330-65A	1.0819			3.30	1.49	1.60		1.70		15	
M350-65A	1.0820	3.50		1.49	1.60	1.70	14				
M400-65A	1.0821	4.00		1.52	1.62	1.72	14				
M470-65A	1.0823	4.70		1.53	1.63	1.73	12				
M530-65A	1.0824	5.30		1.54	1.64	1.74	12				
M600-65A	1.0825	6.00		1.56	1.66	1.76	10				
M700-65A	1.0826	7.00		1.57	1.67	1.76	10				
M800-65A	1.0827	8.00		1.60	1.70	1.78	10				
M1000-65A	1.0829	10.00		1.61	1.71	1.80	10				
M600-100A	1.0893	1.00	6.00	1.53	1.63	1.72	0.98	2	7.60		
M700-100A	1.0894		7.00	1.54	1.64	1.73		8			
M800-100A	1.0895		8.00	1.56	1.66	1.75		6			
M1000-100A	1.0896		10.00	1.58	1.68	1.76		6			
M1300-100A	1.0897		13.00	1.60	1.70	1.78		6			

1) Después de muchos años, es práctica habitual dar los valores de la inducción magnética. De hecho, el cuadro Epstein mide la polarización magnética (inducción intrínseca) que está definida como $J = B - \mu_0 H$, donde:
 J = polarización magnética
 B = inducción magnética
 μ_0 = constante magnética
 H = campo magnético,
 de acuerdo con CEI 50 (121).

La polarización magnética se debe determinar en un campo magnético alterno (expresado en valor de cresta) a la frecuencia de 50Hz. Pérdidas totales específicas: Las pérdidas totales específicas máximas garantizadas, deben ser conformes a lo indicado en la tabla anterior. Se aplican a: espesores de 0.35mm, 0.50mm, 0.65mm sobre probetas envejecidas. espesores de 1.00mm sobre probetas no envejecidas.

Los valores de las pérdidas totales específicas se determinan para una polarización magnética de 1.5T.



CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS NO ESPECIFICADAS

Tabla 8-58 Chapas y Bandas magnéticas de grano no orientado
Características magnéticas no especificadas

Designación conforme a		Pérdidas totales específicas máximas a 60 Hz W/kg	
EN 100027-1	EN 10027-2	1.0 T a 50 Hz	1.5 T a 60 Hz
M235-35A	1.0890	0.95	2.97
M250-35A	1.0800	1.00	3.14
M270-35A	1.0801	1.10	3.36
M300-35A	1.0803	1.20	3.74
M330-35A	1.0804	1.30	4.12
M250-50A	1.0891	1.05	3.21
M270-50A	1.0806	1.10	3.47
M290-50A	1.0807	1.15	3.71
M310-50A	1.0808	1.25	3.95
M330-50A	1.0809	1.35	4.20
M350-50A	1.0810	1.50	4.45
M400-50A	1.0811	1.70	5.10
M470-50A	1.0812	2.00	5.90
M530-50A	1.0813	2.30	6.66
M600-50A	1.0814	2.60	7.53
M700-50A	1.0815	3.00	8.79
M800-50A	1.0816	3.60	10.06
M940-50A	1.0817	4.20	11.84
M310-65A	1.0892	1.25	4.08
M330-65A	1.0819	1.35	4.30
M350-65A	1.0820	1.50	4.57
M400-65A	1.0821	1.70	5.20
M470-65A	1.0823	2.00	6.13
M530-65A	1.0824	2.30	6.84
M600-65A	1.0825	2.60	7.71
M700-65A	1.0826	3.00	8.98
M800-65A	1.0827	3.60	10.26
M1000-65A	1.0829	4.40	12.77
M600-100A	1.0893	2.60	8.14
M700-100A	1.0894	3.00	9.38
M800-100A	1.0895	3.60	10.70
M1000-100A	1.0896	4.40	13.39
M1300-100A	1.0897	5.80	17.34

Anisotropía de las pérdidas: La anisotropía de las pérdidas se garantiza para polarización magnética de 1.5T. Los valores máximos admisibles se indican en la tabla anterior.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y TOLERANCIAS

Espeor: Los espesores nominales de los productos son 0.35mm, 0.50mm, 0.65mm y 1.00mm. Para las tolerancias de espesor, se distingue entre: La desviación admisible, respecto del valor nominal, en una unidad de inspección, La diferencia de espesor en una chapa o en una longitud de banda en la dirección paralela al sentido de laminación; La diferencia en espesor, en una chapa o en una longitud de banda en dirección perpendicular al sentido de laminación. Esta tolerancia se aplica únicamente a productos con una anchura superior a 150mm. La desviación admisible, respecto al espesor nominal, en una unidad de inspección, debe ser de $\pm 8\%$ del valor nominal para espesores de 0.35mm y 0.50mm y de $\pm 6\%$ del valor nominal para espesores de 0.65mm y 1.00mm. El espesor adicional, respecto al espesor medido en la chapa o banda, debido a las soldaduras, no debe exceder 0.050mm. La diferencia en espesor en una chapa o una longitud de banda en una dirección paralela al sentido de laminación no debe exceder del 8% para espesores nominales de 0.35mm y 0.50mm y del 6% para espesores nominales de 0.65mm y 1.00mm. La diferencia de espesor, en una chapa o una longitud de banda, en dirección perpendicular al sentido de laminación, no debe exceder de 0.020mm para espesores de 0.35mm y 0.50mm y 0.030mm para espesores de 0.65mm y 1.00mm. Las medidas se deben tomar, como mínimo, a 30mm de los bordes. Esta tolerancia se aplica únicamente a productos con una anchura superior a 150mm. En el caso de bandas, se puede llegar a otro acuerdo. Anchura: Las anchuras nominales habituales son iguales o inferiores a 1250mm. Para las tolerancias en anchura, se distingue entre los productos suministrados con bordes brutos y entre los productos suministrados con bordes cizallados.



Para las bandas suministradas con bordes cizallados, se deben aplicar las tolerancias recogidas en la siguiente tabla;

Tabla 8-59 Chapas y Bandas magnéticas de grano no orientado - Tolerancias en anchura nominal

Anchura nominal l mm	Tolerancia mm
l ≤ 150	+ 0.2
	0
150 < l ≤ 300	+ 0.3
	0
300 < l ≤ 600	+ 0.5
	0
600 < l ≤ 1000	+ 1.0
	0
1000 < l ≤ 1250	+ 1.5
	0
Por acuerdo al hacer el pedido, las tolerancias en anchura nominal pueden ser todas negativas.	

Para los productos suministrados con bordes brutos, las tolerancias en anchura nominal deben ser objeto de acuerdo al hacer el pedido. Longitud: La tolerancia en longitud de las chapas en relación con la longitud solicitada debe ser $(^{+0.5\%}_0)$, pero con un máximo de + 6mm. Rectitud: Esta verificación se aplica únicamente a los productos suministrados con los bordes cizallados de anchura superior a 30mm. La rectitud no debe exceder, para una longitud de medida de 1m, de: 0.5mm para una anchura nominal $l > 150$ mm, 1.0mm para una anchura nominal l , tal que $30\text{mm} < l \leq 150$ mm. Planicidad (factor de ondulación): La verificación de la planicidad no se aplica a productos de anchura inferior o igual a 100mm. El factor de ondulación, expresado en tanto por ciento, no debe ser superior a 2. Curvatura residual: La verificación de la curvatura residual no se aplica a productos de anchura inferior o igual a 100mm. Se puede especificar, por acuerdo al hacer el pedido, una cláusula relativa a la curvatura residual; en este caso, la distancia entre el borde inferior de la probeta y la placa no deberá exceder 35mm para los productos de espesores 0.35mm, 0.50mm y 0.65mm. Para espesores de 1.00mm, esta distancia debe ser objeto de acuerdo entre el suministrador y el comprador.

8.5.3. CHAPAS Y BANDAS MAGNÉTICAS DE GRANO ORIENTADO EN ESTADO FINAL DE SUMINISTRO. UNE-EN 10107. 1995.

Tipos de chapas y bandas magnéticas, de grano orientado, de espesores nominales de 0.23mm, 0.27mm, 0.30mm y 0.35mm. Es aplicable a las chapas magnéticas de grano orientado, con textura Goss, suministradas después del recocido final en planchas o bobinas, y destinadas a la construcción de circuitos magnéticos.

CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS

Las características magnéticas definidas a continuación se aplican a los productos suministrados en las condiciones siguientes; Los materiales con grano orientado suelen suministrarse con un recubrimiento aislante por ambas caras. Este recubrimiento está generalmente constituido por una película compuesta esencialmente por silicatos de magnesio sobre el que se ha depositado un segundo recubrimiento compuesto por productos inorgánicos tales como fosfatos, como parte de una operación combinada normalmente con un aplanamiento en caliente. Existen otros tipos de recubrimiento que no son utilizados salvo especificaciones particulares. Polarización magnética: Los valores mínimos garantizados para la inducción magnética, para intensidades de campo de 800 A/m (valor de la cresta), se indican en la siguientes tablas:



Tabla 8-60 Chapas y Bandas magnéticas de grano orientado - Características tecnológicas y magnéticas del material normal

Designación conforme a		Espesor nominal mm	Polarización magnética mínima (T) para H =800 A/m ¹⁾	Pérdida específica total máxima (W/kg) a 50 Hz a		Factor de apilamiento
EN 10027-1	EN 10027-2			1.5 T	1.7 T	
M080-23N	1.0860	0.23	1.75	0.80	1.27	0.945
M089-27N	1.0865	0.27	1.75	0.89	1.40	0.950
M097-30N	1.0861	0.30	1.75	0.97	1.50	0.955
M111-35N	1.0856	0.35	1.75	1.11	1.65	0.960

1) Después de muchos años, es práctica habitual dar los valores de la inducción magnética. De hecho, el cuadro Epstein mide la polarización magnética (inducción intrínseca) que está definida como $J = B - \mu_0 H$, donde: J = polarización magnética; B = inducción magnética; μ_0 = constante magnética; H = campo magnético, de acuerdo con CEI 50 (121).

Tabla 8-61 Chapas y Bandas magnéticas de grano orientado - Características tecnológicas y magnéticas del material con pérdidas reducidas

Designación conforme a		Espesor nominal mm	Polarización magnética mínima (T) para H =800 A/m ¹⁾	Pérdida específica total máxima (W/kg) a 50 Hz a		Factor de apilamiento
EN 10027-1	EN 10027-2			1.5 T	1.7 T	
M120-23S	1.0864	0.23	1.78	0.77	1.20	0.945
M130-27S	1.0866	0.27	1.78	0.85	1.30	0.950
M140-30S	1.0862	0.30	1.78	0.97	1.40	0.955
M150-35S	1.0857	0.35	1.78	1.05	1.50	0.960

1) Después de muchos años, es práctica habitual dar los valores de la inducción magnética. De hecho, el cuadro Epstein mide la polarización magnética (inducción intrínseca) que está definida como $J = B - \mu_0 H$, donde: J = polarización magnética; B = inducción magnética; μ_0 = constante magnética; H = campo magnético, de acuerdo con CEI 50 (121).

Tabla 8-62 Chapas y Bandas magnéticas de grano orientado - Características tecnológicas y magnéticas del material con alta permeabilidad

Designación conforme a		Espesor nominal mm	Polarización magnética mínima (T) para H =800 A/m ¹⁾	Pérdida específica total máxima (W/kg) a 50 Hz para 1.7 T	Factor de apilamiento
EN 10027-1	EN 10027-2				
M100-23P	1.0879	0.23	1.85	1.00	0.945
M103-27P	1.0880	0.27	1.88	1.03	0.950
M105-30P	1.0886	0.30	1.88	1.05	0.955
M111-30P	1.0881	0.30	1.88	1.11	0.955
M117-30P	1.0882	0.30	1.85	1.17	0.955

1) Después de muchos años, es práctica habitual dar los valores de la inducción magnética. De hecho, el cuadro Epstein mide la polarización magnética (inducción intrínseca) que está definida como $J = B - \mu_0 H$, donde: J = polarización magnética; B = inducción magnética; μ_0 = constante magnética; H = campo magnético, de acuerdo con CEI 50 (121).

La polarización magnética se debe determinar en un campo magnético alterno (expresado en valor de cresta) a la frecuencia de 50Hz. Pérdidas totales específicas: Las pérdidas totales específicas máximas garantizadas a 50Hz, deben ser conformes a lo indicado en las tablas anteriores. Se aplican a probetas envejecidas cortadas paralelamente al eje de laminación que han recibido, después del corte, un tratamiento térmico de relajación bajo las condiciones especificadas por el fabricante. Los valores de las pérdidas totales específicas se determinan para una polarización magnética de 1.5T y 1.7T a 60 Hz.

Tabla 8-63 Chapas y Bandas magnéticas de grano orientado - Características magnéticas no especificadas

Designación conforme a		Pérdidas totales específicas máximas a 60 Hz W/kg	
EN 10027-1	EN 10027-2	1.5 T	1.7 T
M080-23N	1.0860	1.06	1.65
M089-27N	1.0865	1.17	1.85
M097-30N	1.0861	1.28	1.98
M111-35N	1.0856	1.46	2.18
M120-23S	1.0864	1.01	1.57
M130-27S	1.0866	1.12	1.68
M140-30S	1.0862	1.21	1.83
M150-35S	1.0857	1.38	1.98
M100-23P	1.0879		1.32
M103-27P	1.0880		1.35
M105-30P	1.0886		1.38
M111-30P	1.0881		1.46
M117-30P	1.0882		1.54



CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y TOLERANCIAS

Espesor: Los espesores nominales de los productos son 0.23mm, 0.27mm, 0.30mm y 0.35mm. Para las tolerancias de espesor, se distingue entre: La desviación admisible, respecto del valor nominal, en una unidad de inspección, La diferencia de espesor en una chapa o en una longitud de banda en la dirección paralela al sentido de laminación; La diferencia en espesor, en una chapa o en una longitud de banda en dirección perpendicular al sentido de laminación. Esta tolerancia se aplica únicamente a productos con una anchura superior a 150mm. La desviación admisible, respecto al espesor nominal, en una unidad de inspección, no debe exceder de ± 0.030 mm excepto para el espesor de 23mm para el que la tolerancia no debe exceder de ± 0.025 mm. El espesor adicional, respecto al espesor medido en la chapa o banda, debido a las soldaduras, no debe exceder 0.050mm. La diferencia en espesor en una chapa o una longitud de banda de 1.5m, en una dirección perpendicular al sentido de laminación no debe exceder de 0.030mm. Para productos con una anchura inferior a 150mm, la diferencia en espesor en una dirección perpendicular al sentido de laminación no debe exceder de 0.020mm, debiéndose tomar las medidas, como mínimo, a 40mm de los bordes. Anchura: Las anchuras nominales habituales son iguales o inferiores a 1000mm. Los productos se pueden suministrar con una anchura conforme a la gama especificada por el fabricante, o con la anchura final de utilización. Para las tolerancias en anchura: para material suministrado con anchura escogida de la gama especificada por el fabricante, la tolerancia admisible debe ser $^{+2}_0$ mm; para material suministrado con la anchura final de utilización, deben aplicarse las tolerancias indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 8-64 Chapas y Bandas magnéticas de grano orientado- Tolerancias en anchura nominal

Anchura nominal l mm	Tolerancia mm
l 150	0
	- 0.2
150 < l 400	0
	- 0.3
400 < l 750	0
	- 0.5
l > 750	0
	- 0.6
Por acuerdo al hacer el pedido, las tolerancias en anchura nominal pueden ser todas negativas.	

Longitud: La tolerancia en longitud de las chapas en relación con la longitud solicitada debe ser $(^{+0.5\%}_0)$, pero con un máximo de + 6mm. Rectitud: La verificación de la rectitud no se aplica a material con anchura inferior o igual a 150mm. La rectitud no debe exceder, para una longitud de medida de 1.5m, de 0.5mm. Planicidad (factor de ondulación): La verificación de la planicidad no se aplica a productos de anchura inferior o igual a 150mm. El factor de ondulación, expresado en tanto por ciento, no debe ser superior a 1.5. Curvatura residual: Por acuerdo al hacer el pedido, se puede especificar un requisito relativo a la curvatura residual, para material con anchura superior a 150mm. En este caso la distancia entre el borde inferior de la probeta y la placa soporte no debe exceder de 35mm para las chapas y debe ser objeto de acuerdo para las bobinas. Altura de la rebaba: La determinación de la altura de la rebaba sólo se aplica a material suministrado con la anchura final de utilización. La altura medida de la rebaba no debe exceder de 0.025mm.

8.5.4. CHAPAS Y BANDAS MAGNÉTICAS DE ACERO NO ALEADO, LAMINADAS EN FRÍO, EN ESTADO SEMIACABADO. UNE-EN 10126; 1995.

Dado que el recocido final de las chapas y bandas magnéticas de acero no aleado en estado semiacabado es responsabilidad del comprador, se destaca la importancia de este tratamiento para las propiedades del material. Por esta razón en las tablas siguientes se indican las características magnéticas para un estado de referencia obtenido gracias a un tratamiento térmico adecuado. Para asegurar que las características de empleo sean equivalentes a aquellas que son especificadas, es importante que el tratamiento térmico efectuado por el



comprador sea equivalente al aplicado para definir el estado de referencia. Especifica los tipos de chapas y bandas de acero magnético no orientado, no aleado, laminadas en frío y suministradas en estado semiacabado, es decir sin tratamiento térmico final, de espesores nominales de 0.50mm y 0.65mm. Es de aplicación a los productos destinados a la construcción de circuitos magnéticos.

CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS

Estado de referencia: Las características magnéticas (polarización magnética y pérdidas totales específicas) sólo se aplican a probetas en el estado de referencia obtenido por el tratamiento siguiente: Las bandas deben ser sometidas a un tratamiento térmico a 790°C ± 10°C en una atmósfera descarburante y deben ser mantenidas a esta temperatura durante dos horas. La velocidad de calentamiento no debe superar los 200°C/h. La velocidad de enfriamiento de 790°C a 550°C no debe exceder de 120°C/h. El gas necesario para la decarburación debe estar compuesto por un 20% en volumen de H₂, 80% en volumen de N₂ con vapor de agua, el punto de rocío comienza a + 35°C a la presión atmosférica. El establecimiento de la atmósfera descarburante exige la evacuación del aire del horno de recocido antes de elevar la temperatura. Esta evacuación se hace insuflando continuamente en el horno un gas de protección, inerte y no inflamable. El flujo y la presión del gas descarburante deben regularse para asegurar una buena decarburación en cualquier punto de la probeta y una renovación completa de la atmósfera del horno varias veces durante el tratamiento térmico. Se recomienda que no exista contacto entre las bandas. Polarización magnética: Los valores mínimos garantizados para la polarización magnética, para intensidades de campo H de 2500 A/m, 500 A/m y 10000 A/m, se indican en la siguiente tabla:

Tabla 8-65 Chapas y Bandas magnéticas en estado semiacabado
Características tecnológicas y magnéticas

Designación conforme a		Espesor nominal mm	Pérdida específica total máxima (W/kg) a 50 Hz a 1.5T	Polarización magnética mínima (T) en un campo magnético alternativo para una intensidad de campo magnético (A/m) ^{1) 2)} de			Masa específica kg/dm ³
EN 10027-1	EN 10027-2			2500	5000	10000	
M660-50D	1.0361	0.50	6.60	1.62	1.70	1.79	7.85
M890-50D	1.0362		8.90	1.60	1.68	1.78	7.85
M1050-50D	1.0363		10.50	1.57	1.65	1.77	7.85
M800-65D	1.0364	0.65	8.00	1.62	1.70	1.79	7.85
M1000-65D	1.0365		10.00	1.60	1.68	1.78	7.85
M1200-65D	1.0366		12.00	1.57	1.65	1.77	7.85

1) Estos valores sólo son válidos para probetas en el estado de referencia.
2) Después de muchos años, es práctica habitual dar los valores de la inducción magnética. De hecho, el cuadro Epstein mide la polarización magnética (inducción intrínseca) que está definida como $J = \mu_0 H$, donde:
J = polarización magnética
B = inducción magnética
 μ_0 = constante magnética
H = campo magnético, de acuerdo con CEI 50 (121).

La polarización magnética se debe determinar en un campo magnético alterno (expresado en valor de cresta) a la frecuencia de 50Hz.

Pérdidas totales específicas: Las pérdidas totales específicas máximas garantizadas, en vatios por kilogramo, deben ser conformes a lo indicado en la tabla anterior. Los valores de las pérdidas totales específicas se determinan para una polarización magnética de 1.5T. En la siguiente tabla se indican las pérdidas totales específicas máximas para una polarización magnética de 1.0T a 50 Hz y una polarización magnética de 1.5T a 60Hz.

Tabla 8-66 Chapas y Bandas magnéticas en estado semiacabado
Características magnéticas no especificadas

Designación conforme a		Pérdidas totales específicas máximas W/kg		Factor de apilamiento
EN 10027-1	EN 10027-2	1.0 T a 50 Hz	1.5 T a 60 Hz	
M660-50D	1.0361	2.80	8.38	0.97
M890-50D	1.0362	3.70	11.30	0.97
M1050-50D	1.0363	4.30	13.34	0.97
M800-65D	1.0364	3.30	10.16	0.97
M1000-65D	1.0365	4.20	12.70	0.97
M1200-65D	1.0366	5.00	15.24	0.97



Anisotropía de las pérdidas y del campo magnetizante: La anisotropía de las pérdidas y del campo magnetizante pueden ser objeto de acuerdo entre las partes al hacer el pedido.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y TOLERANCIAS

Espesor: Los espesores nominales de los productos son 0.50mm y 0.65mm. Para las tolerancias de espesor, se distingue entre: La desviación admisible, respecto del valor nominal, en una unidad de inspección, La diferencia de espesor en una chapa o en una longitud de banda en la dirección paralela al sentido de laminación; La diferencia en espesor, en una chapa o en una longitud de banda en dirección perpendicular al sentido de laminación. Esta tolerancia se aplica únicamente a productos con una anchura superior a 150mm. La desviación admisible, respecto al espesor nominal, en una unidad de inspección, debe ser de $\pm 8\%$ del valor nominal. El espesor adicional, respecto al espesor medido en la chapa o banda, debido a las soldaduras, no debe exceder 0.050mm. La diferencia en espesor en una chapa o una longitud de banda en una dirección paralela al sentido de laminación no debe exceder del 8% de los espesores nominales. La diferencia de espesor, en una chapa o una longitud de banda, en dirección perpendicular al sentido de laminación, no debe exceder de 0.020mm para espesores de 0.50mm y de 0.030mm para espesores de 0.65mm. Las medidas se deben tomar, como mínimo, a 30mm de los bordes. Esta tolerancia se aplica únicamente a productos con una anchura superior a 150mm. En el caso de bandas, se puede llegar a otro acuerdo. **Anchura:** Las anchuras nominales habituales son iguales o inferiores a 1250mm. Para las tolerancias en anchura, se distingue entre los productos suministrados con bordes brutos y entre los productos suministrados con bordes cizallados. Para las bandas suministradas con bordes cizallados, se deben aplicar las tolerancias recogidas en la siguiente tabla;

Tabla 8-67 Chapas y Bandas magnéticas en estado semiacabado - Tolerancias en anchura nominal

Anchura nominal l mm	Tolerancia mm
l 150	+ 0.2
	0
150 < l 300	+ 0.3
	0
300 < l 600	+ 0.5
	0
600 < l 1000	+ 1.0
	0
1000 < l 1250	+ 1.5
	0
Por acuerdo al hacer el pedido, las tolerancias en anchura nominal pueden ser todas negativas.	

Para los productos suministrados con bordes brutos, las tolerancias en anchura nominal deben ser $^{+5}_0$ mm.

Longitud: La tolerancia en longitud de las chapas en relación con la longitud solicitada debe ser $^{+0.5\%}_0$, pero con un máximo de + 6mm.

Rectitud: Hay de distinguir entre los productos con bordes brutos y entre los productos con bordes cizallados. Para el material suministrado con bordes brutos, la rectitud no debe exceder de 6mm por cada 2m de longitud. Para el material suministrado con bordes cizallados, la rectitud no debe exceder de 4mm por cada 2m de longitud.

Planicidad (factor de ondulación): La verificación de la planicidad se aplica sólo a productos suministrados con bordes cizallados. El factor de ondulación, expresado en tanto por ciento, no debe ser superior a 2.

8.6. OTROS PRODUCTOS PLANOS LAMINADOS EN FRÍO

8.6.1. FLEJE PARA EMBALAJE. UNE 36-141-86.

Características del fleje laminado en frío, destinado al amarrado de paquetes y productos en embalajes de responsabilidad y en transporte de largas distancias con numerosas cargas y des-



cargas. Está especialmente indicado para el flejado de productos siderúrgicos tales como bobinas, redondos, perfiles, etc.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Tabla 8-68 Fleje para embalaje - Características mecánicas

Características	Tipo	
	HT 1000	MT 700
Resistencia a la tracción R _m mín.	1000 MPa*	700 Mpa *
Alargamiento mínimo	7%	3%
Doblado	a tope	a tope
Dureza HR 30N	55 - 65	40 - 52

* 1Mpa = 1N/mm² = 0.102 kgf/mm².

MEDIDAS

Tabla 8-69 Fleje para embalaje - Medidas nominales

Medidas en milímetros

Anchura	Espesor
12.7	0.5
	0.5
15.9	0.6
	0.7
	0.8
19.5	0.9
	0.7
25.4	0.9
	0.7
31.75	0.8
	0.9
	1.3
	1.3

TOLERANCIAS

Tabla 8-70 Fleje para embalaje - Tolerancias en espesor

Medidas en milímetros

Espesor nominal		Tolerancia máxima admisible
desde (excluido)	hasta (incluido)	
----	0.9	0.03
0.9	----	0.04

Tabla 8-71 Fleje para embalaje - Tolerancias en anchura

Medidas en milímetros

Anchura nominal		Desviación máxima admisible (en más) *
desde (excluido)	hasta (incluido)	
----	16	0.3
16	20	0.4
20	30	0.5
30	----	0.6

* No se admiten desviaciones en menos.

Curvado: Se define como curvado o efecto de sable a la existencia en el producto de una separación entre un borde longitudinal y una base de medida rectilínea apoyada sobre el producto y contenida en su mismo plano. El curvado se mide por la separación o flecha máxima sobre el lado cóncavo, sobre una base de medida de 2m, apoyada en cualquier zona del producto. La flecha al canto no será superior a 10mm, en 2m.

Curvatura: Se define como curvatura la falta de rectitud que presenta el fleje después de desenrollado. La curvatura se mide sobre el fleje, apoyado sobre un canto longitudinal en una superficie plana, por la flecha máxima respecto a una base de medida recta de 2.5m. La curvatura no será superior a 25mm, en 2.5m.

ACABADO SUPERFICIAL

El fleje se puede presentar con uno de los acabados superficiales siguientes: fleje HT 1000: pintado o galvanizado. fleje MT 700: blanco brillante o azulado. El tipo de acabado se indicará en el pedido.

