



Docol®

Gama de aceros
laminados en frío
DOCOL

SSAB
SWEDISH STEEL



Docol es la marca registrada para los aceros laminados en frío de SSAB Tunnpåt que abarca desde aceros suaves para conformación y plegado, hasta aceros de ultra alta resistencia.

El continuo desarrollo técnico conduce hacia nuevos materiales. Los aceros laminados en frío de alta resistencia Docol -producidos por SSAB Tunnpåt - son fiel reflejo de esta tendencia. Estos aceros de alta resistencia pueden suministrarse con un amplio espectro de propiedades y características.

Este catálogo está diseñado para ayudarle en la selección del tipo de acero adecuado a sus necesidades y a las de su producto específico.

CONTENIDO

- 4-5 **Docol – Acero laminado en frío**
Gama de productos
- 6-7 **Aceros suaves**
DC01, DC03, DC04, DC05, DC06 y Docol 4D
- 8-17 **Aceros de alta resistencia**
Docol YP (8), Docol DP/DL (10), Docol RP/BH (12),
Docol Wear (14), Docol S (14), Docol Pol (16) y
Docol W resistente a la corrosión atmosférica
- 18-19 **Aceros resistencia**
Aceros Docol para cementación (18), aceros Docol altos en
carbono (19), aceros Docol al boro
- 20-21 **Acabado superficial**
Calidad superficial A y B, aspecto superficial
- 22-23 **Tolerancias**
Espesor, escuadrado, planitud
- 24-25 **Otra información técnica**
Envejecimiento, soldabilidad, aceitado
- 26-27 **Servicio técnico a clientes y otras informaciones**
Herramientas modernas de análisis, cursos y seminarios,
manuales, chapas para pruebas, información de producto,
recomendaciones para pedidos

Docol Acero laminado en frío

Docol es el nombre del acero laminado en frío de SSAB Tunnpåt. La materia prima para este acero es la banda laminada en caliente producida en nuestro propio tren de laminación. Una vez laminada, la banda es decapada y posteriormente reducida en frío con el fin de producir una chapa más fina con tolerancias de espesor restringidas.

Finalmente, el material es recocido y sometido a un proceso de skin-pass para alcanzar las propiedades mecánicas, de planitud y acabado superficial requeridas.

Se recomienda el acero laminado en frío para una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo aquellas en las que los productos deban ser pintados o requieran algún otro tipo de tratamiento superficial. Componentes del automóvil, neveras, iluminación, radiadores eléctricos y por agua, son productos típicamente fabricados con chapa de acero laminado en frío. Se puede afirmar que el acero laminado en frío es el material con mayor espectro de utilización en la actualidad. Es fácil de conformar y unir, y sus superficies son aptas para tratamiento superficial.

Pasos clave en el proceso de la laminación en frío

Decapado: Tras la laminación en caliente de la banda de acero, su superficie se cubre con una capa de óxido de hierro conocida como “cascarilla”. Esta capa se ha de eliminar mediante el proceso de decapado para evitar que dañe la superficie durante la laminación en frío.

Laminación en Frío: La laminación en frío reduce el material hasta su espesor final. Un cuidadoso control de proceso permite que los parámetros de producción sean controlados con gran precisión. De este modo se pueden lograr tolerancias muy restringidas, tanto en espesor como en planitud.

Tratamiento térmico y skin-pass: Aquí es donde se dota al material de las propiedades mecánicas requeridas y del acabado superficial buscado, al mismo tiempo que el material es inspeccionado y contrastado con las especificaciones particulares del cliente.

Gama de aceros

La gama de los aceros Docol se circunscribe a tres grupos principales. *Además de los aceros suaves normalizados fabricamos los aceros destinados a operaciones de conformación como doblado y embutición. La gama también incluye los aceros de alta resistencia y, finalmente, los aceros bonificables.*

Aceros suaves



DC01 – radiador



DC03 – armario de distribución eléctrica



DC04 – extintor



DC05 – placa de refuerzo



DC06 – marco de puerta



Docol 4D – cárter

Aceros de alta resistencia



Docol YP – aceros microaleados



Docol DP/DL – aceros de fase dual o "dual-phase"



Docol RP/BH – aceros refosforados



Docol W – aceros resistentes a la corrosión atmosférica



Docol S – flejes de embalaje



Docol Pol –chapa de polos



Docol WR – acero antidesgaste

Aceros bonificables



Aceros Docol para templeado y revenido, aceros altos en carbono y aceros al boro

Aceros Suaves

DC01

Acero para aplicaciones generales que requieran operaciones relativamente simples de embutición, doblado y plegado.

DC03

Acero para operaciones de conformación complejas.

DC04

Acero para aplicaciones con altas exigencias en cuanto a propiedades de conformación.

DC05

Acero para conformación avanzada, con resultados óptimos en operaciones de embutición.



DC06

Acero para conformación avanzada, óptima para embutición y conformación por estiramiento.

Docol 4D

Acero para conformación muy avanzada, con las mejores propiedades imaginables en cuanto a operaciones de embutición y conformación por estiramiento se refiere.

Galvanización en caliente

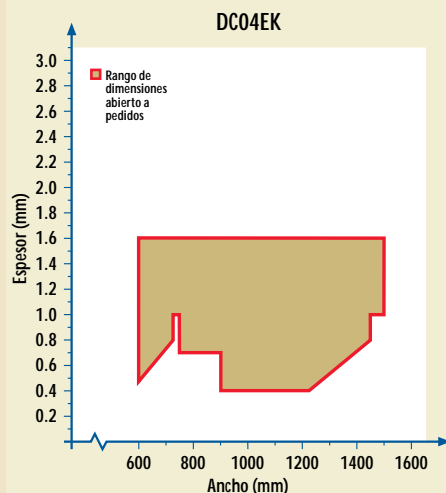
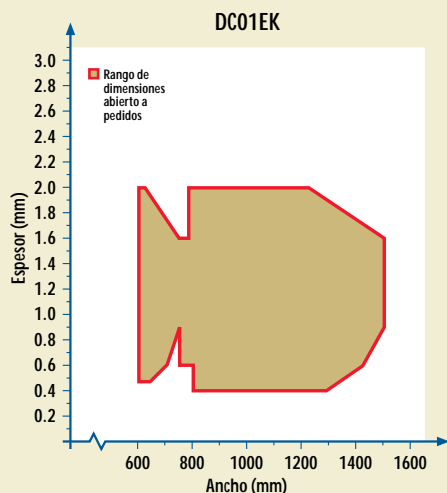
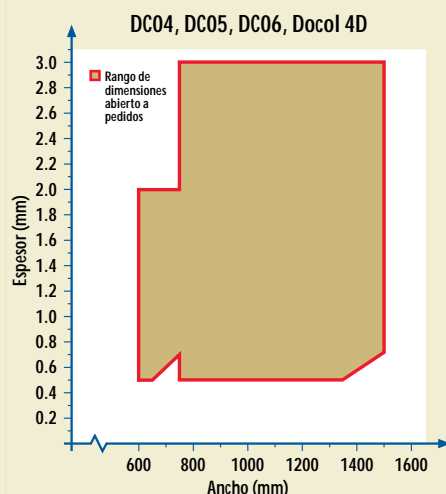
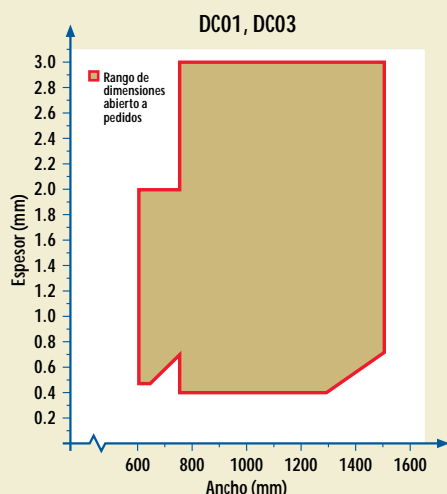
Toda nuestra gama de aceros suaves, a excepción del DC06 y del Docol 4D, puede ser suministrada con composiciones químicas adecuadas para la galvanización en caliente.

Aceros esmaltables

Aceros según el estándar europeo EN 10209. Los aceros DC01 EK y DC04 EK tienen las propiedades adecuadas para el esmalto convencional de dos capas y para esmalto directo con capa adherente.

DC01 EK y DC04 EK tienen las mismas propiedades mecánicas que DC01 y DC04 respectivamente.

Dimensiones de banda en bobina





Este triciclo es un buen ejemplo de aplicación del Docol 280 YP, elegido por su bajo peso, resistencia y fácil conformación.

Dimensiones de chapas cortadas

Espesor (mm)	Longitud (mm)	
	min.	máx.
0.40–3.00	1000	8000

Nota: como ancho se tomará siempre la menor dimensión

Propiedades mecánicas*

Calidad	Límite elástico $R_{p0.2}$ N/mm ² máx.	Carga de rotura R_m N/mm ² mín.–máx.	Alargamiento A_{80} %	r_{90°	n_{90°
				mín.	mín.
DC01	280	270–410	28	–	–
DC03	240	270–370	34	1.3	–
DC04	210	270–350	38	1.6	0.18
DC05	180	270–330	40	1.9	0.20
				\bar{r} mín	\bar{n} mín
DC06	180	270–350	38	1.8	0.22
Docol 4D	140	250–330	40	2.0	0.24

*) Probeta tomada transversalmente, 90° a la dirección de laminación

Composición química (valores típicos)

Calidad	C (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	N (%)	Al (%)	Ti (%)
DC01	0.05	0.20	0.01	0.01	0.003	0.04	–
DC03	0.05	0.20	0.01	0.01	0.003	0.04	–
DC04	0.02	0.20	0.01	0.01	0.003	0.04	–
DC05	0.02	0.20	0.01	0.01	0.005	0.05	–
DC06/Docol 4D	0.002	0.15	0.01	0.01	0.003	0.04	0.065

Aceros de alta resistencia

Cada calidad dentro del grupo de los aceros Docol de alta resistencia presenta propiedades diferentes. La elección de la calidad puede realizarse en función de propiedades como:

- excelente conformación en relación a su alta resistencia
- buenas propiedades contra la corrosión atmosférica
- alta resistencia al desgaste
- buena resistencia a golpes e impactos
- buenas propiedades magnéticas

Los materiales Docol de alta resistencia se emplean frecuentemente para la reducción del peso de un producto sin afectar a su resistencia, o para mejorar su resistencia sin aumentar su peso.

Docol YP

Docol YP son aceros de alta resistencia y baja aleación para conformación en frío. Los aceros YP se caracterizan por un alto límite elástico con una buena aptitud para la conformación. En los niveles más



altos de resistencia, esta propiedad se logra mediante la adición de pequeñas cantidades de Niobio.

La repetitividad de las propiedades mecánicas de las calidades Docol YP queda garantizada dentro de los valores mínimos y máximos especificados.

La denominación de cada calidad de estos aceros se basa en los límites elásticos mínimos garantizados.

Si así se requiere, se podrá suministrar a nuestros clientes aceros microaleados Docol LA de acuerdo a la norma EN 10268.

Docol LA tienen garantizados límites elásticos entre un límite superior y otro inferior, mientras que sólo se requiere el valor mínimo de la carga de rotura..

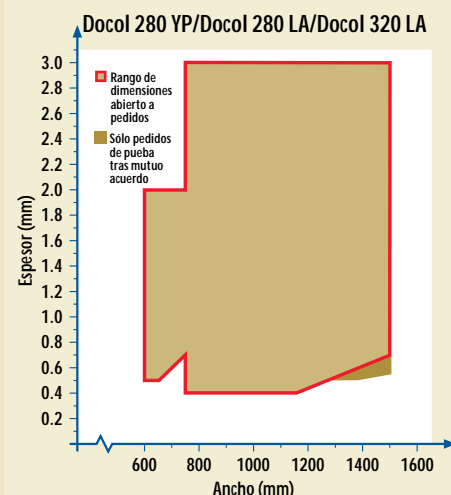
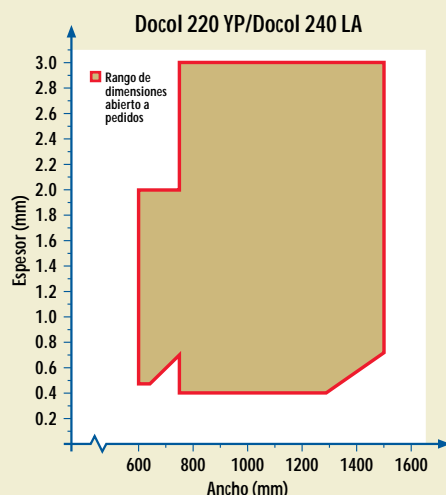
Aceros YP para galvanización en caliente

Podemos suministrar Docol 220YP, Docol 280YP y Docol 350YP con la composición química modificada para adecuarlos a la galvanización en caliente.

Dim. de chapas cortadas

Espesor, mm	Longitud, mm
0.40–3.00	1000–8000

Dimensiones de banda en bobina



Propiedades mecánicas*

Calidad	Límite elástico R_{el} N/mm ² máx.	Carga de rotura R_m N/mm ² min.-máx.	Alargamiento A_{80} % min.	Diámetro de plegado 180°
Docol 220 YP	220–290	330–400	30	0xt
Docol 260 YP	260–340	350–450	24	0xt
Docol 280 YP	280–350	370–450	26	0xt
Docol 300 YP	300–380	380–480	22	0xt
Docol 340 YP	340–440	410–530	20	0xt
Docol 350 YP	350–440	410–510	22	0xt
Docol 380 YP	380–500	460–650	18	0.5xt
Docol 420 YP	420–540	480–620	16	0.25xt
Docol 500 YP	500–620	570–710	12	0.5xt

t = espesor de la chapa

*) Probeta tomada transversalmente, 90° a la dirección de laminación

Composición química (valores típicos)

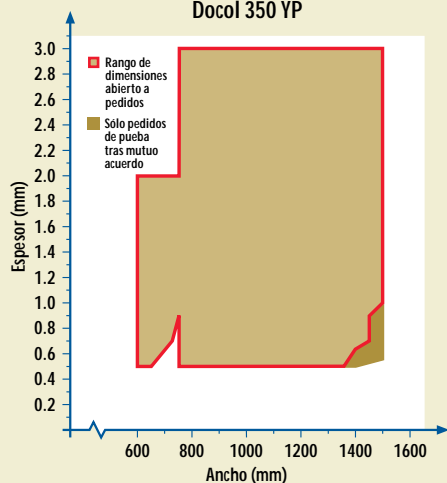
Calidad	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)	Nb (%)
Docol 220 YP	0.05	0.01	0.20	0.01	0.01	0.05	–
Docol 260 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.01
Docol 280 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.01
Docol 300 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.01
Docol 340 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.03
Docol 350 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.03
Docol 380 YP	0.05	0.01	0.50	0.01	0.01	0.04	0.05
Docol 420 YP	0.05	0.20	0.60	0.01	0.01	0.04	0.04
Docol 500 YP	0.06	0.40	1.20	0.01	0.005	0.04	0.05

Propiedades mecánicas**

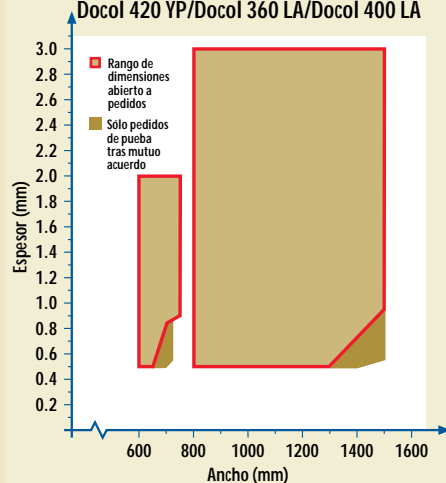
Calidad	Límite elástico R_{el} N/mm ² máx.	Carga de rotura R_m N/mm ² min.-máx.	Alargamiento A_{80} % min.	Diámetro de plegado 180°
H 240 LA	240–310	340	27	0xt
H 280 LA	280–360	370	24	0xt
H 320 LA	320–410	400	22	0xt
H 360 LA	360–460	430	20	0.25xt
H 400 LA	400–500	460	18	0.25xt

**) Probeta tomada en la dirección de la laminación

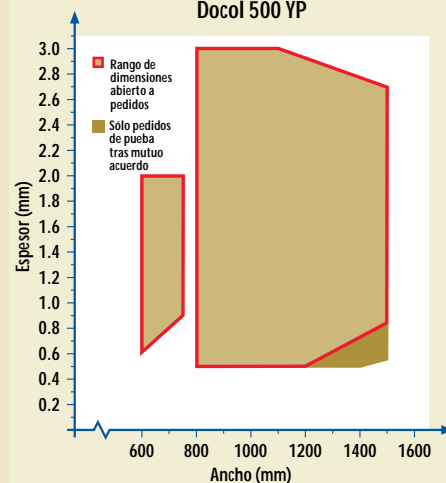
Docol 350 YP



Docol 420 YP/Docol 360 LA/Docol 400 LA



Docol 500 YP



Docol DP/DL

Docol DP y Docol DL son aceros “dual-phase”. Estos se someten a un tratamiento térmico especial en la línea de recocido continuo, creando una estructura de doble fase: una ferrítica, que dota al material de unas propiedades únicas de conformación, y otra martensítica, que le dota de una alta resistencia. La resistencia aumenta con la mayor proporción de la fase dura o martensítica.

Docol DP/DL son aceros con un bajo límite elástico en relación a la carga de rotura, por lo que tienen una buena aptitud para distribuir la deformación plástica durante su conformación. En los aceros DL, la diferencia entre el límite elástico y la carga de rotura es aún mayor que en los aceros DP, por lo que los aceros DL tienen mayor capacidad de deformación. La resistencia final alcanzada en la pieza terminada se logra gracias a un efecto combinado de endurecimiento por deformación en frío y por un recocido de endurecimiento (bake hardening), normalmente asociado a ciertos procesos de pintado.

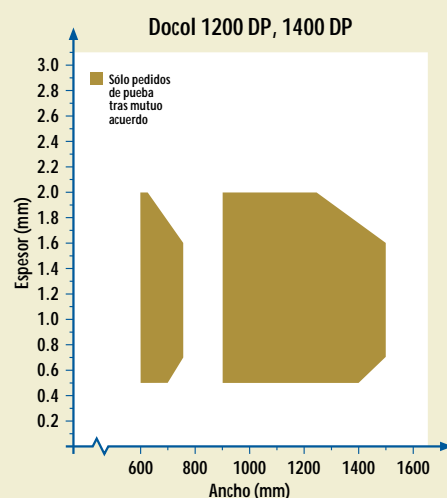
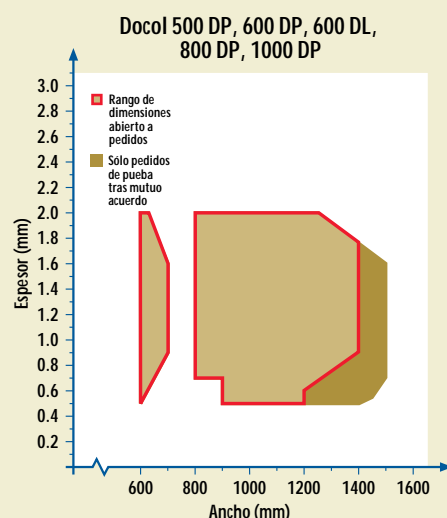


Las cifras en la denominación de las diferentes calidades especifican la carga de rotura mínima.

Docol DP/DL+ZE

Los aceros Docol DP/DL, p.e. 500DL, 600DL, 800DL, 1000DP, 1000DL, 1200DP y 1400DP, pueden suministrarse electrozincados, con espesores de la capa de Zinc entre 2,5 y 10 m por cara.

Dimensiones de banda en bobina



Dimensiones de chapas cortadas

Espesor (mm)	Longitud (mm)
0.40–3.00	1000–8000

Propiedades mecánicas*				
Calidad	Límite elástico $R_{p0.2}$ N/mm ² mín.-máx.	Límite elástico tras deformación plástica y bake hardening $R_{p2.0}+BH^{**}$ N/mm ² mín.	Carga de rotura R_m N/mm ² mín.-máx.	Alargamiento A_{80} % mín.
Docol 500 DP	300–(390)	400	500–600	20
Docol 500 DL***	230–	–	500–600	25
Docol 600 DP	350–(440)	500	600–700	16
Docol 600 DL	280–(360)	420	600–700	20
Docol 800 DP	500–(650)	650	800–950	8
Docol 800 DL***	390–	–	800–950	13
Docol 1000 DP	700–(950)	850	1000–1200	5
Docol 1000 DL***	550–	–	1000–1200	8
Docol 1200 DP	950–(1200)	1150	1200–1400	4
Docol 1400 DP	1150–(1400)	1350	1400–1600	3

t= espesor de la chapa **) Probeta tomada transversalmente, 90° a la dirección de laminación.
 **) BH = bake hardening tras un 2% de deformación plástica y sometido a 170° C durante 20 min.
 ***) Calidad en fase de desarrollo

Composición química (valores típicos)							
Calidad	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)	Nb (%)
Docol 500 DP	0.08	0.30	0.65	0.015	0.01	0.04	–
Docol 500 DL***	0.07	0.20	1.80	0.015	0.002	0.04	–
Docol 600 DP	0.11	0.40	0.90	0.015	0.005	0.04	–
Docol 600 DL	0.10	0.40	1.50	0.015	0.002	0.04	–
Docol 800 DP	0.13	0.20	1.50	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 800 DL***	0.14	0.20	1.70	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 1000 DP	0.15	0.20	1.50	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 1000 DL***	0.18	0.20	1.60	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 1200 DP	0.11	0.20	1.60	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 1400 DP	0.17	0.50	1.60	0.015	0.002	0.04	0.015



Un nuevo diseño del chasis para el cochecito más cómodo de Emmaljunga. El mayor grado de elasticidad que confiere el tubo de extra alta resistencia hace al cochecito más cómodo, a la vez que simplifica su producción.



Docol RP/BH

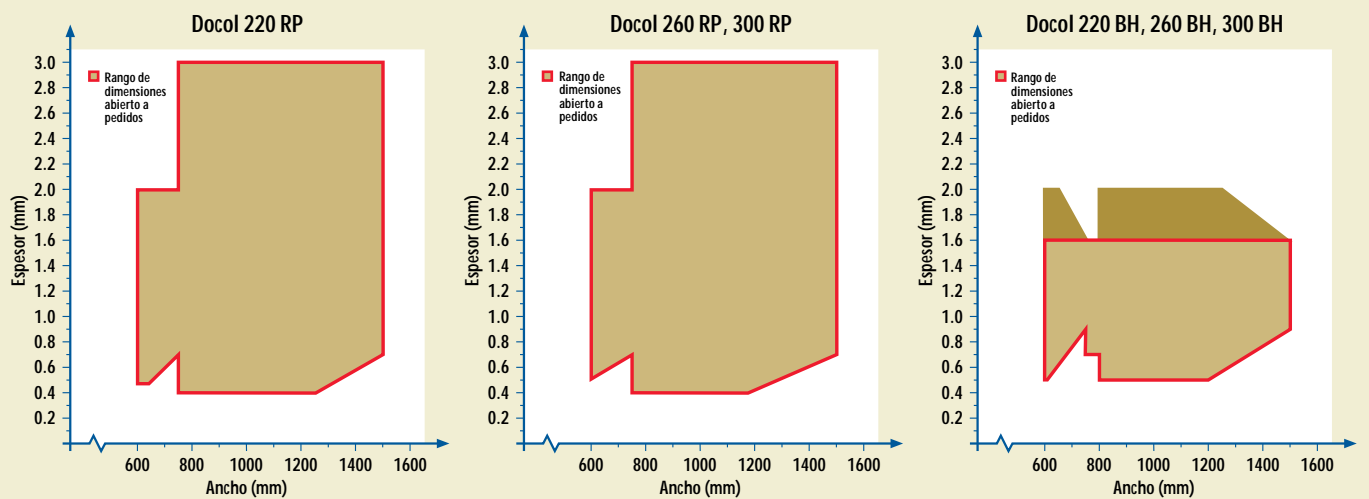
Docol RP es un acero de alta resistencia aleado con fósforo, conocido como acero refosforado, cuya razón es la estampación. Los aceros Docol RP combinan una excelente aptitud para conformación con su alta resistencia. La resistencia final de la pieza terminada se logra gracias al proceso de endurecimiento por deformación que se produce durante la estampación.

Docol BH es también un acero refosforado con excelente capacidad de conformación, pero la diferencia es que la resistencia final se consigue por una combinación del endurecimiento por deformación durante el trabajado en frío junto con el bake hardening inducido durante el proceso de pintado.

Las cifras en la denominación de las diferentes calidades especifican el límite elástico mínimo garantizado.

La búsqueda de vehículos más seguros y que consuman menos combustible ha incrementado el uso de aceros de alta resistencia. Los aceros Docol de alta resistencia se emplean cada vez con más frecuencia en los vehículos actuales.

Dimensiones de banda en bobina



Dimensiones de chapas cortadas

Espesor (mm)	Longitud (mm) mín.-máx.
0.40–3.00	1000–8000

Nota: como ancho se tomará siempre la menor dimensión

Propiedades mecánicas*

Calidad	Límite elástico $R_{p0.2}$ or R_{el} mín.-máx.	Límite elástico tras deformación plástica y bake hardening $R_{p2.0} + BH^{**}$ N/mm ² mín.	Carga de rotura R_m N/mm ² mín.-máx.	Alargamiento A_{80} % mín.
Docol 220 RP	220–280	–	340–420	30
Docol 260 RP	260–320	–	380–460	28
Docol 300 RP	300–360	–	420–500	26
Docol 220 BH	220–280	270	340–420	30
Docol 260 BH	260–320	310	380–460	28
Docol 300 BH	300–360	360	420–500	26

t = espesor de la chapa *) Probeta tomada transversalmente, 90° a la dirección de laminación.

**) BH = bake hardening tras un 2% de deformación plástica y sometido a 170°C durante 20 min.

Composición química (valores típicos)

Calidad	C %	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)
Docol 220 RP/BH	0.04	0.01	0.30	0.06	0.01	0.04
Docol 260 RP/BH	0.04	0.01	0.50	0.09	0.01	0.04
Docol 300 RP/BH	0.05	0.20	0.60	0.11	0.01	0.04

Docol Wear

El Docol Wear es un acero laminado en frío resistente a la abrasión. El material es recocido, templado y revenido en la línea de recocido continuo. Docol Wear puede emplearse en componentes sometidos al desgaste por abrasión de partículas duras como piedras, grava, arena y grano.



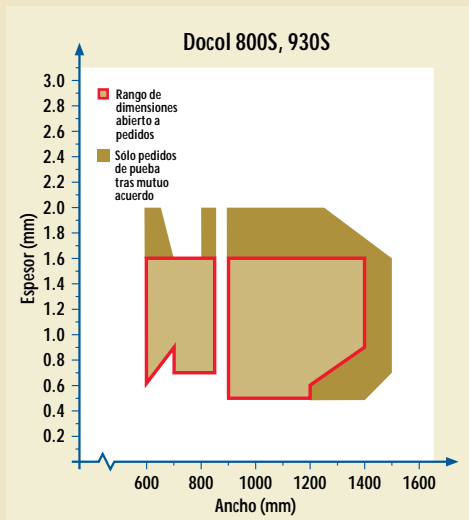
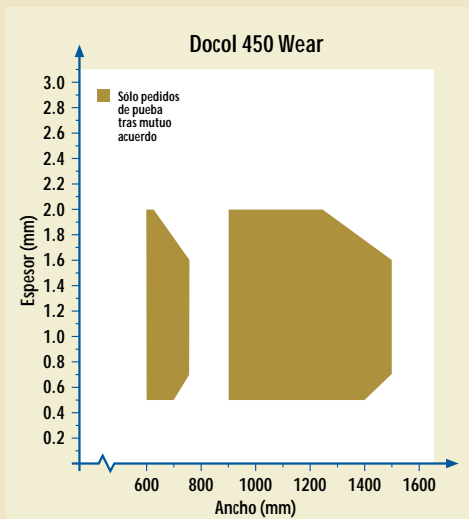
Las cifras que aparecen en la denominación de las diferentes calidades especifican valores típicos en dureza Vickers.

Docol S

El Docol para fleje de embalaje – denominado Docol 800S y Docol 930S – se suministra templado y revenido. Docol S se caracteriza por su alta resistencia, combinada con buena aptitud para la conformación y el plegado.



Dimensiones de banda en bobina



Dimensiones de chapas cortadas

	Espesor (mm)	Longitud (mm)
Docol 450 Wear	0.50–2.0	1000–8000



Docol Wear es idóneo para muchas piezas de maquinaria agrícola sometidas a duras condiciones de desgaste.

Dureza (valores típicos)

Calidad	Dureza		
	Brinell	Rockwell	Vickers
Docol 450 Wear	440	43	456

Composición química (valores típicos)

Calidad	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)	Nb (%)
Docol 450 Wear	0.17	0.50	1.60	0.015	0.002	0.04	0.015

Propiedades mecánicas*

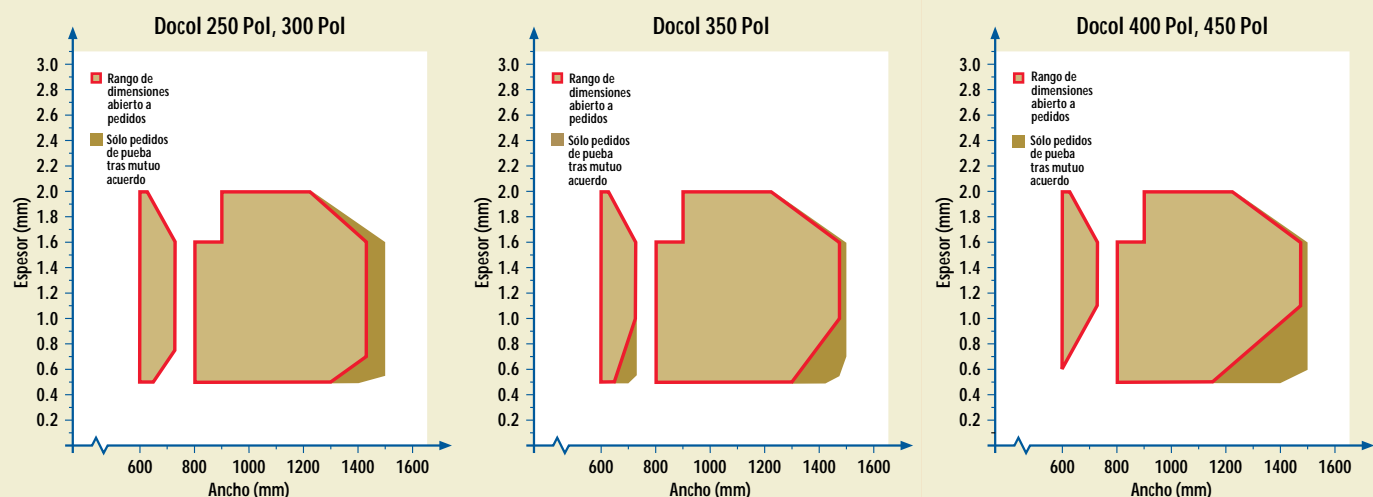
Calidad	Limite elástico R _{p0.2}	Carga de rotura R _m	Alargamiento A ₅ %
Docol 800S	660	850	20
Docol 930S	890	1070	14

*) Probeta tomada en la dirección de laminación.

Composición química (valores típicos)

Calidad	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)
Docol 800S/ Docol 930S	0.15	0.50	1.50	0.015	0.005	0.04

Dimensiones de banda en bobina



Docol Pol

Docol Pol se caracteriza por sus buenas propiedades magnéticas. Las aplicaciones típicas para el Docol Pol se encuentran en motores eléctricos y generadores. Las cifras indicadas en las diferentes denominaciones de las calidades indican los límites elásticos mínimos garantizados.

Dimensiones de chapas cortadas

Espesor (mm)	Longitud (mm)	
	Docol 250 Pol Docol 300 Pol	Docol 350 Pol Docol 400 Pol Docol 450 Pol
0.50–0.90	800–3000	400–4000
(0.90)–2.00	1000–4500	400–4000

Propiedades mecánicas*

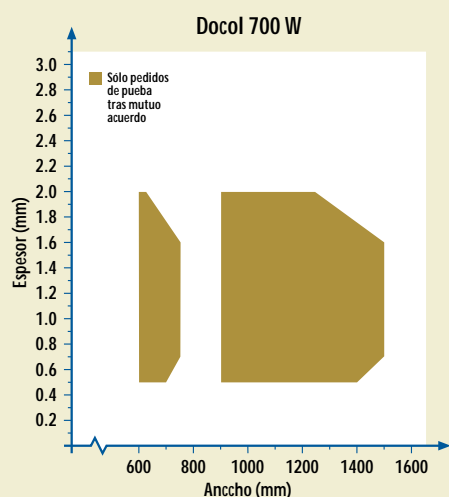
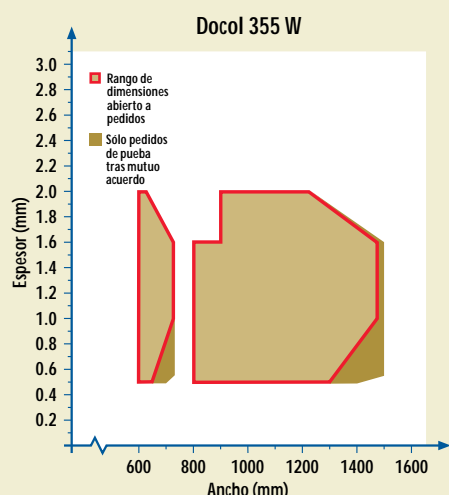
Calidad	Límite elástico R_{el} N/mm ² (mín.)	Carga de rotura R_m N/mm ² (mín.)	Alargamiento A_{80} (%) (mín.)
Docol 250 Pol	250	350	22
Docol 300 Pol	300	400	20
Docol 350 Pol	350	410	18
Docol 400 Pol	400	460	16
Docol 450 Pol	450	510	12

*) Probeta tomada en la dirección de laminación.

Propiedades mecánicas*

Calidad	Densidad de flujo magnético (T) para una fuerza de campo magnético de:	
	5 kA/m	10 kA/m
Docol 250 Pol	1.72	1.85
Docol 300 Pol	1.70	1.83
Docol 350 Pol	1.70	1.83
Docol 400 Pol	1.70	1.83
Docol 450 Pol	1.70	1.83

Dimensiones de banda en bobina



Docol W

Docol W son aceros resistentes a la corrosión atmosférica. Estos aceros se oxidan inicialmente del mismo modo que los aceros al carbono comunes. Sin embargo, tras un tiempo, se formará una densa capa de óxido (pátina) en la superficie del acero. Esta propiedad es posible gracias a la correcta combinación de Cu, Cr, P y Si en la composición del acero. La capa de óxido permanece firme en su lugar y evita que la humedad penetre a través de ella causando una posterior corrosión. Además de su buena resistencia a la corrosión atmosférica, Docol W también se caracteriza por su capacidad de conformación y resistencia a impactos.

Docol W está disponible en dos niveles de resistencia, con límites elásticos mínimos garantizados de 355 N/mm² y 700 N/mm².

Dimensiones de chapas cortadas

Espesor (mm)	Longitud (mm)
	Docol 355W Docol 700W
0.50–2.00	400–4000

Propiedades mecánicas*

Calidad	Límite elástico R _{p0.2} /R _{eL} N/mm ² mín.	Carga de rotura R _m N/mm ² mín.	Alargamiento A ₈₀ % mín.
Docol 355W	355	450**	20
Docol 700W	700	800	5

*) Probeta tomada transversalmente, 90° a la dirección de laminación

**) La carga de rotura no cumple EN 101055

Composición química (valores típicos)

Calidad	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cu (%)	Cr (%)	Al (%)	Nb (%)
Docol 355W	0.05	0.30	0.35	0.08	0.01	0.30	0.60	0.04	—
Docol 700W	0.13	0.50	1.20	0.015	0.002	0.40	0.50	0.04	0.015

Aceros Bonificables



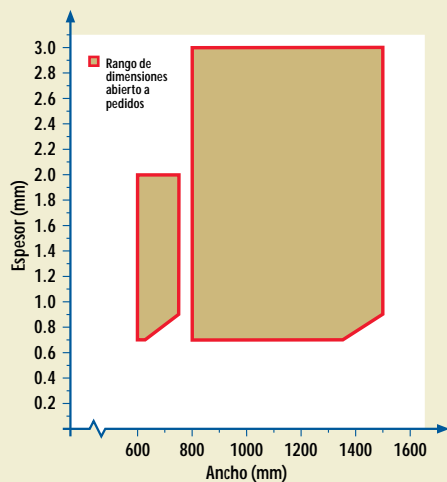
Aceros para cementación

Los aceros Docol para cementación se encuentran disponibles según las calidades

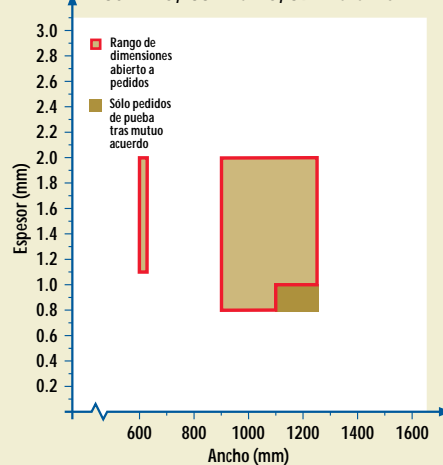
El acero alto en carbono endurecido permite a los zapatos de mujer mantener su forma.

Dimensiones de banda en bobina

Docol C10, C15, 16MnCr5, 17Cr3
Docol 20MnB5, 30MnB5, 27MnCrB5



Docol C22, C35, C45, C55,
C60, C67, C75, 42CrMo4, 51CrV4
38MnB5, 33MnCrB5, 39MnCrB6



recogidas en la norma EN 10132-2. Estos aceros se caracterizan por su buena aptitud para la conformación y las oportunidades que ofrece, mediante la cementación, para dotar a la pieza terminada de una superficie dura, mientras que el interior de la pieza mantiene su resiliencia.

Propiedades mecánicas

Calidad	Límite elástico $R_{p0.2}$ N/mm ² mín.	Carga de rotura R_m N/mm ² mín.	Alargamiento A_{80} % mín.	Dureza HV máx.
Docol C10	345	430	26	135
Docol C15	360	450	25	140
Docol 16MnCr5	420	550	21	170
Docol 17Cr3	420	550	21	170

Composición química (valores típicos)

Calidad	C (%) mín-máx	Si (%) mín-máx	Mn (%) mín-máx	P (%) máx	S (%) máx	Cr (%) mín-máx
Docol C10	0.07-0.13	0.15-0.35	0.30-0.60	0.025	0.025	max 0.40
Docol C15	0.12-0.18	0.15-0.35	0.30-0.60	0.025	0.025	max 0.40
Docol 16MnCr5	0.14-0.19	0.15-0.35	1.00-1.30	0.025	0.025	0.80-1.00
Docol 17Cr3	0.14-0.20	0.15-0.35	0.60-0.90	0.025	0.025	0.70-1.00



Aceros Docol altos en carbono

Los aceros Docol altos en carbono están disponibles en las versiones recogidas en la norma EN 10132. Se caracterizan por su buena aptitud para la conformación y por la posibilidad de lograr una dureza muy elevada por tratamiento de temple y revenido.

Propiedades mecánicas (en estado recocido)				
Calidad	Límite elástico $R_{p0.2}$ N/mm ² máx.	Carga de rotura R_m N/mm ² máx.	Alargamiento A_{80} % mín.	Dureza HV máx
Docol C22	400	500	22	155
Docol C35	430	540	19	170
Docol C45	455	570	18	180
Docol C55	480	600	17	185
Docol C60	495	620	17	195
Docol C67	510	640	16	200
Docol C75	510	640	15	200
Docol 42CrMo4	480	620	15	195
Docol 51CrV4	550	700	13	220

Composición química (valores típicos)						
Calidad	C (%) mín.–máx.	Si (%) mín.–máx.	Mn (%) mín.–máx.	P (%) máx.	S (%) máx.	Cr (%) mín.–máx.
Docol C22	0.17–0.24	0.15–0.35	0.40–0.70	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C35	0.32–0.39	0.15–0.35	0.50–0.80	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C45	0.42–0.50	0.15–0.35	0.50–0.80	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C55	0.52–0.60	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C60	0.57–0.65	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C67	0.65–0.73	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C75	0.70–0.80	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol 42CrMo4	0.38–0.45	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.90–1.20
Docol 51CrV4	0.47–0.55	0.15–0.35	0.70–1.10	0.025	0.025	0.90–1.20

Aceros Docol al boro

Los aceros Docol al boro se encuentran en las versiones recogidas en la norma EN 10083-3. Se caracterizan por su buena aptitud para la conformación y soldadura. Pueden ser fácilmente bonificados, y el tratamiento de temple, a menudo, no suele ser necesario.

Propiedades mecánicas (valores típicos)					
Calidad		Límite elástico $R_{p0.2}$ N/mm ²	Carga de rotura R_m N/mm ²	Alargamiento A_{80} %	Dureza HRC
Docol 20MnB5	Recocido Templado en agua Templado en aceite	350	500 1480 1360	28	46 43
Docol 30MnB5	Recocido Templado en agua Templado en aceite	350	500 1845 1675	28	53 50
Docol 38MnB5	Recocido Templado en agua Templado en aceite	350	500 2050 1845	28	56 53
Docol 27MnCrB5	Recocido Templado en agua Templado en aceite	400	550 1735 1575	25	51 48
Docol 33MnCrB5	Recocido Templado en agua Templado en aceite	400	550 1845 1675	25	53 50
Docol 39MnCrB6	Recocido Templado en agua Templado en aceite	400	550 1980 1795	25	55 52

Composición química (valores típicos)							
Calidad	C (%) mín.–máx.	Si (%) máx.	Mn (%) mín.–máx.	P (%) máx.	S (%) máx.	Cr (%) mín.–máx.	B (%) mín.–máx.
Docol 20MnB5	0.17–0.23	0.40	1.10–1.40	0.030	0.015	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Docol 30MnB5	0.27–0.33	0.40	1.15–1.45	0.030	0.015	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Docol 38MnB5	0.36–0.42	0.40	1.15–1.45	0.030	0.015	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Docol 27MnCrB5	0.24–0.30	0.40	1.10–1.40	0.030	0.015	0.30–0.60	0.0008–0.0050
Docol 33MnCrB5	0.30–0.36	0.40	1.20–1.50	0.030	0.015	0.30–0.60	0.0008–0.0050
Docol 39MnCrB6	0.36–0.42	0.40	1.40–1.70	0.030	0.015	0.30–0.60	0.0008–0.0050

Acabado Superficial

Calidad Superficial A

Se permiten defectos como poros, indentaciones, pequeñas marcas, pequeños arañazos y decoloración ligera que no afecten a la conformabilidad ni a su aptitud para su recubrimiento superficial.

Calidad Superficial B

La mejor cara debería tener una superficie libre de defectos que pudieran afectar la calidad y el aspecto final de una superficie pintada o recubierta electrolíticamente. La otra cara debe al menos cumplir las demandas de la

calidad superficial A. Si el producto se entrega en bobina o fleje, la proporción de defectos puede ser mayor que si se entrega en chapas o formatos cortados.

Aspecto Superficial

El aspecto superficial del acero laminado en frío está directamente relacionado con la topografía superficial de la chapa.

La topografía superficial afecta a las propiedades de

rozamiento cuando se está realizando el proceso de conformación en frío, y también es importante en el consiguiente proceso de acabado superficial. El aspecto superficial se puede clasificar en brillante, semi-brillante, normal o rugoso. Si no se especifican requisitos especiales de aspecto superficial al realizar el pedido, los productos serán entregados con el acabado normal.

Aspecto superficial	Símbolo	Rugosidad superficial
Brillante	b	$R_a \leq 0.4 \mu\text{m}$
Semi-brillante	g	$R_a \leq 0.9 \mu\text{m}$
Normal	m	$0.6 \mu\text{m} < R_a \leq 1.9 \mu\text{m}$
Rugoso	r	$R_a > 1.6 \mu\text{m}$





Algunos productos, como elementos de iluminación y línea blanca, exigen un alto nivel de acabado superficial del acero para garantizar que el posterior tratamiento de acabado superficial logre una superficie buena y homogénea.



Tolerancias

Los modernos equipos y sistemas de control en SSAB permiten lograr y mantener tolerancias reducidas y homogéneas. Esto beneficia directamente a aquellos clientes cuyos equipos de producción requieren tolerancias restringidas y aquellos clientes que desean obtener el mayor rendimiento de chapa posible por cada tonelada de material.

Tolerancias según EN 10131

Tolerancias en anchura

Tolerancia normal

+4/-0 (ancho ≤1200 mm)
+5/-0 (ancho >1200 mm – ≤1500 mm)

Aplicable salvo que se especifiquen otros valores.

Tolerancias restringidas

+2/-0 (ancho 600 – ≤1500 mm)

Tolerancias en planitud

La tabla especifica la máxima altura permisible de la flecha vertical de acuerdo con EN 10131, cuando la chapa descansa libremente sobre una superficie horizontal plana.

Los valores en la columna con título "Planitud normal" son aplicables si el usuario corta la chapa realizando un aplanado correcto en un equipo adecuado.

Salvo que se especifique lo contrario, la chapa se entrega en estado de planitud normal.

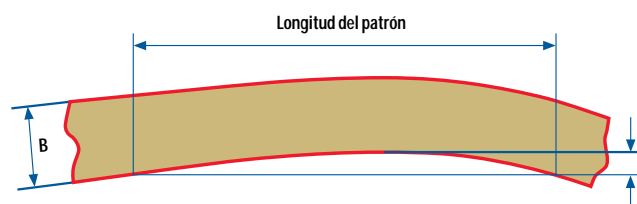
La tabla superior es aplicable a las calidades DC01, DC03, DC04, DC05, DC06, Docol 4D, DC01EK, DC04EK, Docol 220YP, Docol 400DP, Docol 220 RP/BH, Docol 260 RP/BH, y Docol 250 Pol.

La tabla inferior es aplicable a las calidades Docol 280 YP, Docol 350 YP, Docol 500 DP, Docol 600 DP, Docol 600 DL, Docol 300 RP/BH, Docol 300 Pol y Docol 355 W.

Efecto Sable (Flecha al Canto)

Longitud del patrón, mm	t _{máx}
5000	15
1000	2

t_{máx} para ambas longitudes del patrón, situadas al azar en la banda



Se admite hasta 0,2% del largo para la chapa cortada

Tolerancias en espesor

Espesor Nominal, mm	Tolerancia normal para ancho nominal, mm	
	≤1200	>1200 ≤1500
>0.35 ≤0.40	±0.04	±0.05
>0.40 ≤0.60	±0.05	±0.06
>0.60 ≤0.80	±0.06	±0.07
>0.80 ≤1.00	±0.07	±0.08
>1.00 ≤1.20	±0.08	±0.09
>1.20 ≤1.60	±0.10	±0.11
>1.60 ≤2.00	±0.12	±0.13
>2.00 ≤2.50	±0.14	±0.15
>2.50 ≤3.00	±0.16	±0.17

Los suministros se realizarán con tolerancia normal salvo que se especifique lo contrario. El espesor se mide a una distancia de al menos 40 mm del borde de la chapa.

Tolerancia en longitud (chapa cortada)

<2000 mm +6/-0 mm
≥2000 mm +0.3% del la longitud nominal/-0 mm

Escuadrado

(chapa cortada)

Hasta 1% del ancho nominal de la chapa.

Planitud

Espesor, mm	Ancho, mm	Desviación máx., mm	
		Planitud Normal	Planitud Mejorada
-0.70	-1200	12	5
	(1200)-1500	15	6
(-0.70)-1.20	-1200	10	4
	(1200)-1500	12	5
(1.20)-3.00	-1200	8	3
	(1200)-1500	10	4

Espesor, mm	Ancho, mm	Desviación máx., mm	
		Planitud Normal	Planitud Mejorada
-0.70	-1200	15	8
	(1200)-1500	18	9
(-0.70)-1.20	-1200	13	6
	(1200)-1500	15	8
(1.20)-3.00	-1200	10	5
	(1200)-1500	13	6

Para materiales con límite elástico ≥ 360 N/mm² se especificará el nivel de planitud requerido.



Otra Información Técnica

Envejecimiento

Las propiedades de embutición de los aceros suaves laminados en frío se reducen con el paso del tiempo. De este modo aumenta el riesgo de aparición de marcas de estiramiento durante la conformación. La chapa de acero laminado en frío destinado a la embutición no debería ser almacenado más tiempo que el necesario antes de su utilización. Las calidades DC06 o Docol 4D están aleadas con pequeñas cantidades de titanio, lo que resulta en un material que no envejece y que mantiene sus buenas propiedades de embutición por un largo tiempo.

Soldabilidad

Todas las calidades de acero descritas en este catálogo tienen una buena soldabilidad. Se pueden llevar a cabo sin dificultad operaciones de soldadura por resistencia bien

sea por puntos o por costura intermitente.

Todas las chapas, excepto la muy fina, pueden soldarse por fusión. La soldadura por arco con protección de gas es beneficiosa debido a su bajo aporte calórico, y puede emplearse en chapa de hasta 0,7 mm de espesor.

La soldadura por arco manual, con electrodos básicos o de rutilo, se puede emplear en chapas de hasta 1 mm de espesor.

Aceitado

La chapa es normalmente protegida por una capa de aceite anti-corrosión antes del suministro. En su lugar, también se puede emplear un aceite anti-corrosión para embutición si así lo especifica el cliente.

Tras acuerdo mutuo, la chapa puede suministrarse seca, es decir, sin aceite anti-corrosión.

Peso de las bobinas

Según acuerdo, pero nunca superior a 24 toneladas.

Diámetros de las bobinas

Diámetro interior = 610 mm

Diámetro exterior = hasta 2000 mm

Peso de los paquetes

Hasta 4 toneladas

Embalaje

Vea nuestro Catálogo de Embalaje.

Cada entrega es minuciosamente inspeccionada en dimensiones y pesos antes de su carga en los vagones de ferrocarril o en el camión.



Aceros Suaves								
Nueva denominación	Antigua denominación							
EN 10130	Suecia SS 14 XXXX	Alemania DIN 1623	Gran Br. BS 1449	Francia NF A 36-401	Finlandia SFS 600	Italia UNI 5866	España UNI 36-086	Japón
DC01	1142	St 12	CR4	TC	CR 2	Fe P01	AP 01	SPCD
DC03	1146	St 13	CR2	E	CR 3	0	AP 03	SPCE
DC04	1147	St 14	CR1	ES	CR 4	Fe P04	AP 04	SPCEN
DC05	—	St 14	—	—	—	—	—	—
DC06	—	—	—	—	—	—	—	—
Docol 4D	—	—	—	—	—	—	—	—

Calidad Superficial									
A	32	3	GP	X	11	MA	X	GP	
B	42	5	FF	Z	12	MB	X	FF	FF

Aspecto Superficial		
Denominación	Símbolo	Rugosidad Superficial
Brillante	b	$R_a \leq 0.4 \mu m$
Semi-brillante	g	$R_a \leq 0.9 \mu m$
Normal	m	$0,6 \mu m < R_a \leq 1.9 \mu m$
Rugoso	r	$R_a > 1.6 \mu m$

Aceros de Alto Límite Elástico							
Calidad SSAB Tunplåt	SS 14xxx	BS 1449	SEW 093	094	NF A36-203	EN 10268	EN 10155
Docol 220 RP	—	—	—	ZStE 220 P	—	—	—
Docol 260 RP	—	—	—	ZStE 260 P	—	—	—
Docol 300 RP	—	—	—	ZStE 300 P	—	—	—
Docol 220 BH	—	—	—	ZStE 220 BH	—	—	—
Docol 260 BH	—	—	—	ZStE 260 BH	—	—	—
Docol 300 BH	—	—	—	ZStE 300 BH	—	—	—
Docol 220 YP	1316	CR37/23	—	—	—	—	—
Docol 240 YP	—	—	—	—	—	—	—
Docol 240 LA	—	—	—	—	—	H 240 LA	—
Docol 260 YP	—	—	ZStE 260	—	—	—	—
Docol 280 YP	1426	—	—	—	E 275 D	—	—
Docol 280 LA	—	—	—	—	—	H 280 LA	—
Docol 300 YP	—	CR40/30	ZStE 300	—	—	—	—
Docol 320 LA	—	—	—	—	—	H 320 LA	—
Docol 340 YP	—	—	ZStE 340	—	E 335 D	—	—
Docol 350 YP	2136	CR43/35	—	—	—	—	—
Docol 360 LA	—	—	—	—	—	H 360 LA	—
Docol 380 YP	—	—	ZStE 380	—	—	—	—
Docol 400 LA	—	—	—	—	—	H 400 LA	—
Docol 420 YP	—	—	ZStE 420	—	E 430 D	—	—
Docol 500 YP	—	—	—	—	E 490 D	—	—
Docol 355 W	—	—	—	—	—	—	JOWP

La ausencia de normas hace que algunas calidades de aceros de alto límite elástico dentro del programa de SSAB Tunplåt no estén aún amparados por estándares.

Información y Servicio Técnico a Clientes

Los numerosos expertos de SSAB Tunnpåt con larga experiencia práctica en los aceros laminados en frío se encuentran a disposición de nuestros clientes.

Nuestros expertos en el Departamento de Servicio Técnico a Clientes tienen una amplia experiencia en materiales y en ingeniería de producción. Ellos le darán respuestas inmediatas en asuntos técnicos en el teléfono 00 46 243 72929, o por correo electrónico teknisk.kundservice@ssab.com.

Nuestros Ingenieros de Aplicaciones son especialistas en dimensionado, conformación, unión y tratamiento superficial.

Utilice nuestras modernas herramientas de análisis

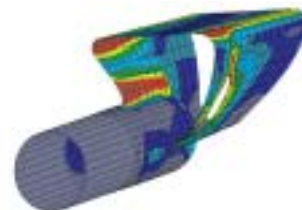
Utilizamos las últimas herramientas para asistir a nuestros clientes en la selección de la calidad de acero y del diseño más adecuados, incluyendo:

El análisis por Método de los Elementos Finitos (FEM) que puede ser utilizado para simular todas las fases del

desarrollo de una pieza, como la selección de la calidad del acero, geometría del formato, método de trabajado y diseño final de la pieza

El análisis FEM también se puede emplear para calcular la energía de absorción en una pieza de automóvil en caso de impacto. Muchas de las variables concebibles como el diseño del utillaje, radios, diseño, espesor y calidad del acero pueden ser simuladas en un entorno informático para encontrar la solución óptima.

ASAME es un equipo que nos permite comprobar rápidamente si un cliente ha elegido la combinación correcta de calidad de acero y diseño. ASAME mide la distribución del alargamiento en la pieza conformada. La información se procesa en un potente programa informático e inmediatamente produce información sobre cómo el utillaje, método productivo y diseño afectan al material. ASAME puede operar análisis muy detallados de complejas operaciones de conformación.



El análisis FEM muestra que las tensiones en el material son demasiado elevadas en algunas zonas.



Tras varias modificaciones relativamente simples en el diseño y planificación de la producción, el análisis muestra que el soporte para el zuncho de remolque cumple con todas las demandas.



Nuestros cursos y seminarios atraen a muchos participantes. Aquí vemos como Lars Ståhlberg ha captado la atención del grupo.

Cursos y Seminarios

SSAB Tunnplåt organiza regularmente cursos y seminarios sobre cómo aprovechar las oportunidades que ofrecen los aceros laminados en frío, como:

Curso de la chapa de acero, que transmite un conocimiento fundamental sobre la producción con acero, y las propiedades y aplicaciones de las diferentes calidades de acero.

Seminarios de conocimientos específicos, sobre diseño, dimensionado, trabajado, conformación y unión de los aceros de ultra alta resistencia. *Seminarios a medida para empresas*.

Manuales

El conocimiento en detalle de las oportunidades que nos ofrecen los aceros laminados en frío se recoge en nuestros manuales:

El Manual de la Chapa de Acero incluye información acerca del dimensionado y diseño, así como consejos sobre ingeniería de producción.

El Manual de Conformación del Acero suministra información extensa y detallada sobre la conformación plástica y mecanizado.

Chapas para pruebas

Pida chapas de nuestro Stock de Chapas de Prueba si está interesado en comprobar el comportamiento de una nueva calidad de acero en sus equipos de producción o en el producto que ya fabrica.

Información de producto

Más información sobre nuestros aceros de alto límite elástico, su utilización y traba-

jado, se presenta en nuestros catálogos titulados Aceros de Extra Alta Resistencia y Aceros de Ultra Alta Resistencia.

Certificaciones

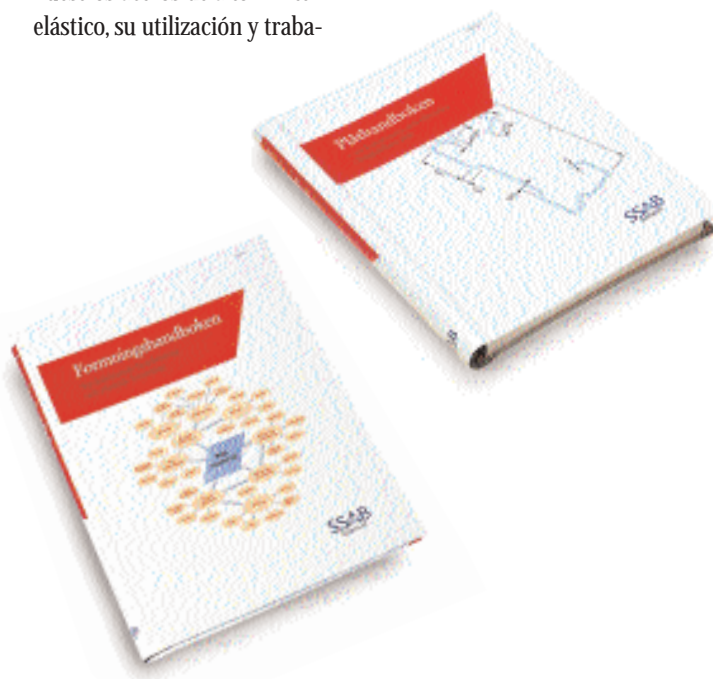
SSAB Tunnplåt cuenta con las certificaciones ISO 9002, QS 9000 e ISO 14001.

Visite nuestras páginas web.

www.ssabtunnplat.com

www.businesssteel.com

www.steelprize.com



Recomendaciones para pedidos

Cada ítem del pedido deberá ser habitualmente múltiplos de 18 Kg por mm de anchura de banda.

Cuando remita su pedido, siempre recuerde especificar sus demandas y requerimientos sobre:

- calidad del acero (descripción, número de EN, nuestra denominación, número de estándar, etc.)
- aptitud para esmaltado
- aptitud para galvanización en caliente
- aptitud para aceitado o seco
- calidad superficial
- aspecto superficial
- rugosidad superficial
- dimensiones, incluyendo tolerancias
- cizallado de bordes
- cantidad
- plazo de entrega
- peso máximo y/o mínimo de paquete
- peso máximo y/o mínimo de bobina (peso y/o diámetro)
- embalaje
- certificados de ensayos
- otros requerimientos

SSAB Tunnpåt es el mayor fabricante de chapa de acero de Escandinavia y líder europeo en el desarrollo de aceros de alto, extra alto y ultra alto límite elástico.

SSAB Tunnpåt es miembro del Grupo SSAB Swedish Steel. La facturación anual asciende a 10.000 millones de SEK y tiene alrededor de 4.400 empleados en Suecia. Cada año producimos 2,8 millones de toneladas de chapa de acero.

Nuestra política medioambiental comporta una reducción continua del impacto de nuestros procesos y plantas sobre el entorno, y el desarrollo de las propiedades medioambientales de nuestros productos desde la perspectiva del ciclo de vida de los materiales.

Fabricamos los siguientes productos en modernas y eficientes cadenas de producción y trenes de laminación para productos de banda:

DOMEX

Banda y chapa de acero laminada en caliente

DOCOL

Banda y chapa de acero laminada en frío

DOGAL

Banda y chapa de acero galvanizada en caliente

PRELAQ

Banda y chapa de acero prepintada

Asesoramos a los clientes en la selección del acero más apropiado para incrementar su competitividad. Nos distinguimos por la calidad de nuestros productos, la fiabilidad de los suministros y nuestra flexible asistencia técnica al cliente.

ssabtunnpåt.com

SSAB Swedish Steel S.L.
d.Manuel Uribe, 13-15
ES-28033 MADRID
Tel +34 91 300 5422
Fax +34 91 3889697
ssab.sp

SSAB Tunnpåt AB
SE-781 84 Borlänge
Sweden
Tel +46 243 700 00
Fax +46 243 720 00
office@ssabtunnpåt.com
ssabtunnpåt.com

Denmark
SSAB Svensk Stål A/S
Tel +45 4320 5000
ssab.dk

Finland
OY SSAB Svenskt Stål AB
Tel +358-9-686 6030
ssab.fi

France
SSAB Swedish Steel SA
Tel +33 1 55 61 91 00
ssab.fr

Germany
SSAB Swedish Steel GmbH
Tel +49 211 91 25-0
Tel +49 711 6 87 84-0
ssab.de

Great Britain
SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +44 1905 795794
swedishsteel.co.uk

Italy
SSAB Swedish Steel S.p.A
Tel +39 030 90 58 811
ssab.it

The Netherlands
SSAB Swedish Steel BV
Tel +31 24 67 90 550
ssab.nl

Norway
SSAB Svensk Stål A/S
Tel +47 23 11 85 80
ssab.no

Poland
SSAB Swedish Steel Sp. z o.o.
Tel +48 602 72 59 85

Portugal
SSAB Swedish Steel
Tel +351 256 371 610
ssab.pt

Spain
SSAB Swedish Steel SL
Tel +34 91 300 5422
ssab.es

USA
SSAB Swedish Steel Inc.
Tel +1 412-269 21 20
swedishsteel.us

South Africa
SSAB Swedish Steel Pty Ltd
Tel +27 11 827 0311
swedishsteel.co.za

China
SSAB Swedish Steel
Tel +86 10 6466 3441
swedishsteel.cn

Japan
SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +81 33 456 3447

Korea
SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +822 761 6172

SSAB
SWEDISH STEEL