



DOMEX

**Domex, gama de
aços de alto limite
elástico, laminados
a quente**

SSAB
SWEDISH STEEL





DOMEX é o nome da marca registada da chapa de aço laminada a quente da SSAB Tunnplåt.

Os aços de alto limite elástico DOMEX são de baixa liga, para conformação a frio, e visam diversas indústrias, salientando-se a indústria automóvel. Esta gama abrange desde os aços DOMEX MC para a conformação a frio, passando pelos aços resistentes à abrasão, aços resistentes à corrosão atmosférica, chapa de protecção (anti-bala e anti-roubo) e finalmente a chapa magnética.

Os elevadas tensões de cedência conseguidas comprovam que os aços DOMEX são desenvolvidos de forma contínua. Os aços de extra alta resistência são um exemplo claro deste desenvolvimento. Os novos aços de ultra alta resistência, que estão presentemente a ser desenvolvidos, abrem já perspectivas completamente novas.

Este catálogo descreve, de um modo geral, a gama e as características do DOMEX, a chapa laminada a quente da SSAB, e propõe-se a ajudá-lo a seleccionar o aço que melhor se adequa às suas necessidades.

Í N D I C E

- 4- 5 **DOMEX, chapa de aço de alto limite elástico laminada a quente**
- 6-7 **DOMEX, aço de elevada resistência para conformação a frio**
- 8-9 **Dimensões e formatos para entrega**
- 10-11 **Outras qualidades de aços de alto limite elástico**
- 14-15 **Aços para tratamentos térmicos**
- 17 **Tolerâncias**
- 18 **Outras informações técnicas**
- 19 **Regras e dicas para um projecto em aço de alto limite elástico.**
- 20- 21 **Os aços de alto limite elástico na Produção**
- 22- 23 **Serviço de Apoio Técnico e Informativo ao Cliente**

Domex, chapa de aço laminada a quente

Aços de Alto Limite Elástico

DOMEX é a marca registada da chapa de aço laminada a quente da SSAB Tunnplåt em aço de alto limite elástico e aço de extra alto limite elástico para conformação a frio. Na gama DOMEX, podemos ainda encontrar aços resistentes à corrosão, ao desgaste, chapa de aço para protecção balística, chapa de aço magnética e finalmente aços para têmpera.

Os aços DOMEX de alto limite elástico para conformação a frio são também designados como aços estruturais modernos. Os aços DOMEX YP/XP, por exemplo, são utilizados há vários anos na indústria, mas o seu desenvolvimento contínuo torna-os sempre actuais face às exigências do mercado.

Os aços DOMEX MC de alto limite elástico consolidaram

a sua posição no mercado e tornaram-se numa boa alternativa aos aços DOMEX YP/XP. Os novos aços ultra-alto limite elástico, tal como o DOMEX 800 e o DOMEX 900, comprovam a aposta no desenvolvimento contínuo dado que estão actualmente em desenvolvimento.

- O que é DOMEX MC? Trata-se de uma gama de aços de alto limite elástico para conformação a frio, que prima pela aptidão para a soldadura, bem como pela sua excelente conformação. Estas características tornam estes aços adequados para uma variedade de aplicações muito abrangente. Dentro desta gama, os aços distinguem-se pela elevada resistência.

O DOMEX de alto limite elástico tem sido gradualmente adaptado a produtos específicos, devido às suas propriedades e funcionalidade do próprio produto. Esta adequação entre o aço e a peça permite que o leque de aplicações da gama dos aços DOMEX se estenda a diversas áreas:

- DOMEX WEAR é um aço resistente ao desgaste com uma elevada resistência à abrasão. Este género de aço é, por exemplo, aplicado nas carroçarias e nos contentores metálicos para sucatas.
- DOMEX WEATHER é um aço resistente à corrosão com uma protecção contra a corrosão atmosférica. Este género de aço, também conhecido por aço cortén,



aplica-se na construção de monumentos ou obras em zonas de grande corrosão marítima.

- DOMEX PROTECT é um aço cuja resistência/dureza lhe confere óptimas propriedades de protecção anti-bala e resistência à indentação. Este género de aço aplica-se a cofres, a portas anti-roubo ou a carros blindados.
- DOMEX POLE é igualmente um aço com alto limite elástico cujas propriedades magnéticas o tornam adequado a geradores e transformadores. A chapa produzida pela SSAB não tem grão orientado.

Aços ao Carbono

Os aços ao carbono DOMEX caracterizam-se pelo seu elevado teor de carbono e dentro desta categoria dividem-se três tipos de aço, normalmente utilizados para tratamento térmico:

- Aços para têmpera DOMEX são adequados para aplicações que exigem uma dureza muito elevada;
- Aços ao boro DOMEX são utilizados como aços resistentes ao desgaste ou aço estrutural de alto limite elástico;
- Aços de cementação DOMEX destinam-se a peças que exigem uma dureza superficial elevada.

Formatos de Entrega

A chapa DOMEX pode ser fornecida em bobines, rolos, ou em formatos (malotes de chapa). Relativamente ao acabamento, o material pode ser fornecido com uma superfície de laminagem em chapa preta, ou decapada e oleada. Ao nível das arestas, estas podem ser boleadas ou aparadas.

Aços de alto limite elástico, para conformação a frio DOMEX



Aços resistentes ao desgaste DOMEX



Aços resistentes à corrosão DOMEX



Aços ao carbono DOMEX



Domex, aço de elevada resistência para conformação a frio

DOMEX MC

Todos os aços DOMEX de alto limite elástico para conformação a frio, são produzidos em fábricas modernas, sob um rígido controlo de qualidade. Os aços têm como elementos de liga (em baixa percentagem) nióbio, titânio e vanádio, o que possibilita que se mantenham teores baixos de carbono e manganês. Os aços são produzidos através de processos metalúrgicos que asseguram uma pureza bastante elevada e são depois finalizados num processo de laminagem termo-mecânica, cuidadosamente controlada que assegura propriedades consistentes e homogêneas.

Os DOMEX MC caracterizam-se pela:

- Excelente formabilidade em relação ao seu alto limite elástico.
- Boa soldabilidade, devido ao seu baixo teor de elementos de liga.

- Boa resiliência a baixas temperaturas, requisito que deverá ser especificado na ocasião da encomenda.
- Adequabilidade para o corte a laser
- Aptidão para a galvanização a quente, devido à sua composição química adequadamente formulada (nomeadamente baixo teor em silício). A encomenda deverá especificar que o aço será galvanizado a quente numa fase posterior.

Os aços DOMEX MC estão disponíveis nos níveis de resistência indicados na figura em baixo.

Gama de aços e propriedades mecânicas

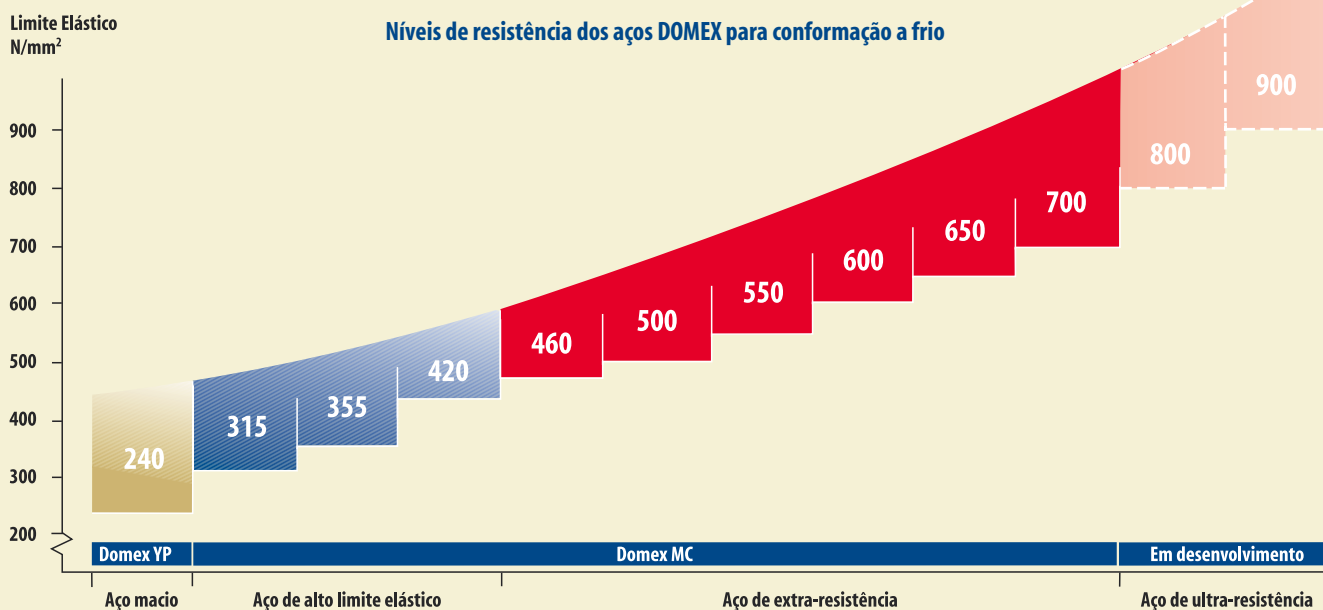
O DOMEX MC é um aço também designado por aço estrutural avançado, de baixa liga para conformação a frio. DOMEX MC está dis-

ponível em nove variantes de aço, cujas designações correspondem ao limite elástico mínimo na direcção de laminagem, desde 315 N/mm² até 700 N/mm². DOMEX MC vai de encontro às exigências da norma EN 10149-2 e visa igualmente garantir um raio mínimo de dobragem, mais apertado.

DOMEX MC distingue-se por possuir uma elevada relação tensão de cedência/tensão de ruptura. Este aço tem uma pureza interna elevada e pode ser quinado quer longitudinal, quer transversalmente, ao sentido da laminagem, com o raio mínimo indicado na tabela. As propriedades mecânicas mostradas na tabela são garantidas para o sentido de laminagem.

Resiliência

Os aços DOMEX MC possuem uma elevada resiliência. As temperaturas de ensaio e os níveis de absorção de energia que poderão ser garantidos, estão indicados na tabela.



Propriedades mecânicas

Qualidade	Tensão de cedência R_{e_h} (N/mm ²) min.	Tensão de Ruptura R_m (N/mm ²) min.-max	Alongamento min. (%)		Raio min. Quinagem $t \leq 3$ mm	Raio min. Quinagem $3 < t \leq 6$ mm	Raio min. Quinagem $t > 6$ mm
			A_{80} $t < 3$	A_5 $t \geq 3$			
Domex 240 YP	240	360-460	28**)	28	0,3 x t	0,5 x t	0,7 x t
Domex 315 MC	315	390-510	20	24	0.2 x t	0.3 x t	0.4 x t
Domex 355 MC	355	430-550	19	23	0.2 x t	0.3 x t	0.5 x t
Domex 420 MC	420	480-620	16	20	0.4 x t	0.5 x t	0.8 x t
Domex 460 MC	460	520-670	15	19	0.5 x t	0.7 x t	0.9 x t
Domex 500 MC	500	550-700	14	18	0.6 x t	0.8 x t	1.0 x t
Domex 550 MC	550	600-760	14	17	0.6 x t	1.0 x t	1.2 x t
Domex 600 MC	600	650-820	13	16	0.7 x t	1.1 x t	1.4 x t
Domex 650 MC	650*)	700-880	12	14	0.8 x t	1.2 x t	1.5 x t
Domex 700 MC	700*)	750-950	10	12	0.8 x t	1.2 x t	1.6 x t

A garantia é para uma quinagem a 90°, em aplicações práticas.

*) Para espessuras > 8mm o limite elástico mínimo poderá ser inferior em 20 N/mm².

**) Para A_5 e não A_{80} .

Resiliência

Sufixo de Designação	Temperatura de Ensaio	Nível de Energia	Qualidade
B	Não testado		Domex 315 MC B- Domex 650 MC B
D	-20°	40 J	Domex 315 MC D- Domex 700 MC D
E	-40°	27 J	Domex 315 MC E- Domex 700 MC E

O grau de resiliência D é garantido para espessuras até 12mm eo Grau E é garantido para espessuras até 10mm.

Para espessuras iguais ou superiores a 6mm, o Ensaio Charpy e efectuado com entalhe em V e é executado no material no sentido da laminagem, de acordo com a norma EN 10045-1.

Composição Química

Qualidade	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	V	Ti
	(%) max	(%) max	(%) max	(%) max	(%) max	(%) min	(%) max	(%) max	(%) max
Domex 240 YP									
Domex 315 MC	0.10	0.03	1.30	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 355 MC	0.10	0.03	1.50	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 420 MC	0.10	0.03	1.50	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 460 MC	0.10	0.10	1.50	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 500 MC	0.10	0.10	1.60	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 550 MC	0.12	0.10	1.80	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 600 MC	0.12	0.10	1.90	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 650 MC	0.12	0.10	2.00	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 700 MC	0.12	0.10	2.10	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15

A soma de Nb, V e Ti é 22% max., Mo é 0.50% max. e B é 0.05% max.

Se o material é para ser galvanizado a quente com uma camada fina ou espessa de zinco, isto deverá ser especificado na encomenda. Para uma camada de zinco espessa, Si é 0.30% max.

Dimensões e formatos para entrega

Em bobine

Os gráficos da página 8 e 9 apresentam dimensões para bobines em estado de laminagem (pretas e decapadas) e com bordos boleados. A título de exemplo, poderemos verificar que as qualidades DOMEX 240 YP, DOMEX 315 MC e DOMEX 355 MC estão disponíveis numa espessura mínima de 1.8mm. Em relação a outras qualidades, a espessura mínima é de 2mm.

Tendo em conta os gráficos, as bobines decapadas podem ser fornecidas até 12mm de espessura.

Para bobines com bordos aparados, os fornecimentos poderão efectuar-se para espes-

suras até 10mm, dependendo da qualidade do aço.

Chapa em formatos

Para entregas em formatos, temos igualmente uma tabela que poderá consultar mais abaixo. Podemos verificar, por exemplo, que a chapa decapada, entregue em formatos, poderá ser fornecida em espessuras até 12mm. Para pedidos com espessuras acima de 12mm, será necessária uma aprovação especial da SSAB.

A espessura mínima para o fornecimento de chapa em formatos é de 2mm. Estes formatos poderão ir até 13 metros de comprimento. Para pedidos com

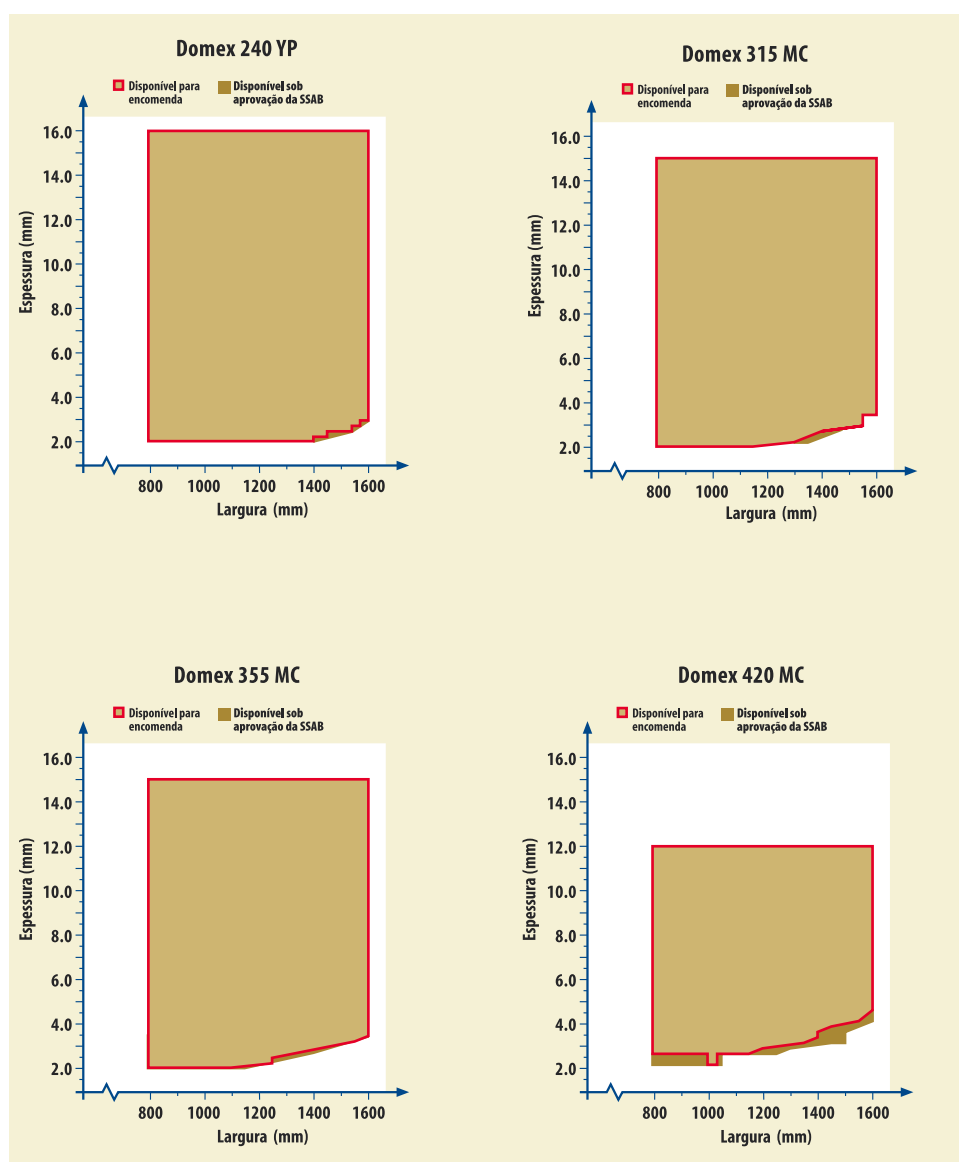
comprimentos até 16 metros, será necessária uma aprovação especial da SSAB.

Em Rolos

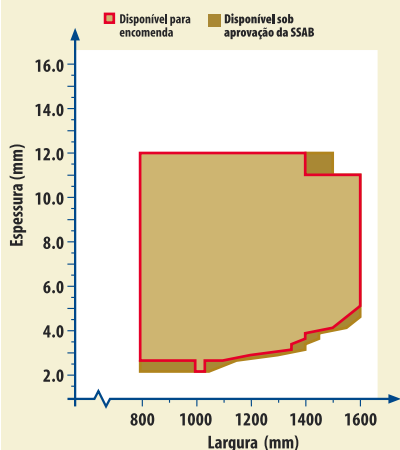
Os rolos (ou bandas) produzidos por corte longitudinal, poderão ser fornecidas com larguras entre os 140mm e os 600mm. As espessuras disponíveis vão até 8mm, dependendo da qualidade do aço, conforme indicado na tabela.

Com arestas aparadas

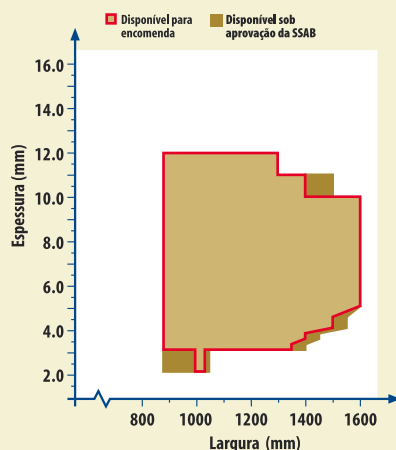
Para fornecimentos de chapa com arestas aparadas, a largura deverá ser reduzida em 35mm relativamente às larguras das bobines com bordos boleados.



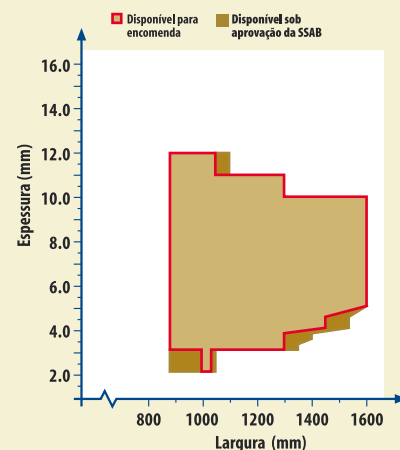
Domex 460 MC



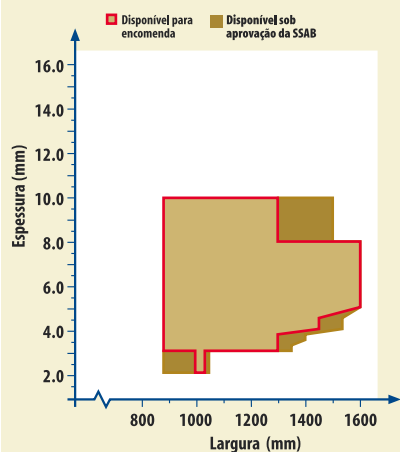
Domex 500 MC



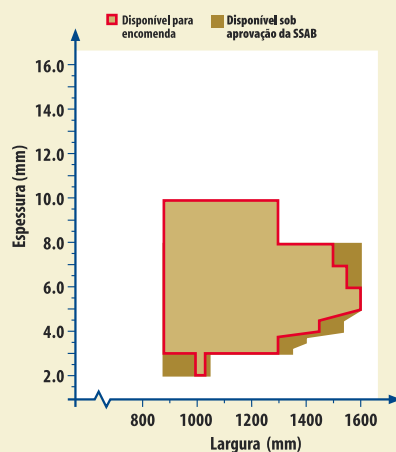
Domex 550 MC



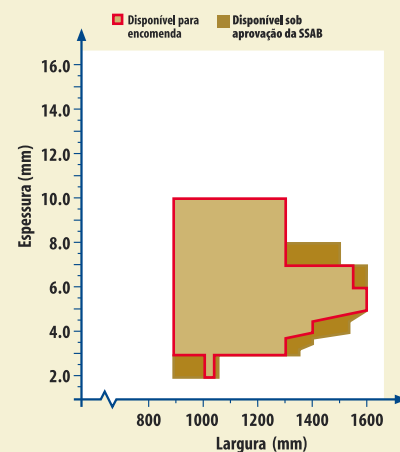
Domex 600 MC



Domex 650 MC



Domex 700 MC



Dimensões de Rolos ou Bandas

Qualidade	Chapa preta Espessuras min-máx	Decapada e oleada Espessuras min-máx
Domex 240 YP	1.8–8 mm	1.8–8 mm
Domex 315 MC	1.8–8 mm	1.8–8 mm
Domex 355 MC	1.8–8 mm	1.8–8 mm
Domex 420 MC	2.5–8 mm	2.0–8 mm
Domex 460 MC	2.5–8 mm	2.0–8 mm
Domex 500 MC	2.5–8 mm	2.0–6 mm
Domex 550 MC	2.5–8 mm	2.0–6 mm
Domex 600 MC	2.5–8 mm	2.0–5 mm
Domex 650 MC	2.5–8 mm	2.0–4 mm
Domex 700 MC	2.5–8 mm	2.0–3 mm

Dimensões das Bobinas e dos Formatos

Qualidade	Chapa preta Espessuras min-máx	Decapada e oleada Espessuras min-máx
Domex 240 YP	*)1.8–16 mm	1.8–12 mm
Domex 315 MC	*)1.8–15 mm	1.8–12 mm
Domex 355 MC	*)1.8–15 mm	1.8–12 mm
Domex 420 MC	2.0–12 mm	2.0–12 mm
Domex 460 MC	2.0–12 mm	2.0–12 mm
Domex 500 MC	2.0–12 mm	2.0–12 mm
Domex 550 MC	2.0–12 mm	2.0–12 mm
Domex 600 MC	2.0–10 mm	2.0–10 mm
Domex 650 MC	2.0–10 mm	2.0–10 mm
Domex 700 MC	2.0–10 mm	2.0–10 mm

*) Para formatos, o mínimo é 2mm.

Outras qualidades de aços de alto limite elástico

Domex wear - aço anti-desgaste

O DOMEX WEAR permite uma redução no peso e um aumento do ciclo de vida da maioria dos produtos sujeitos a uma grande abrasão. Este aço é muito resistente mas, possui uma boa formabilidade, e elimina à partida a necessidade de tratamentos térmicos (contribuindo para um fluxo produtivo mais simples). Apesar da sua resistência, este aço é facilmente soldado e quinado, em comparação com outros aços anti-desgaste.

O DOMEX WEAR é produzido com espessuras que vão desde os 3mm até aos 6mm, e com larguras entre 900 a 1600mm, dependendo da espessura.

Domex weather - aço resistente à corrosão atmosférica (aço cortén)

Para além de uma boa resistência à corrosão atmosférica, o aço DOMEX WEATHER é igualmente reconhecido pela sua boa formabilidade, soldabilidade e resiliência. Este aço é produzido em três níveis de resistência, nomeadamente com 350 N/mm², 550 N/mm² e 700 N/mm².

Os contentores são um bom exemplo de uma aplicação típica deste aço resistente à corrosão. As vantagens são várias, sobretudo quando o alto limite elástico deste aço permite que o contentor tenha um design que favorece a produção, e que simplifica e reduz as necessidades de manutenção.

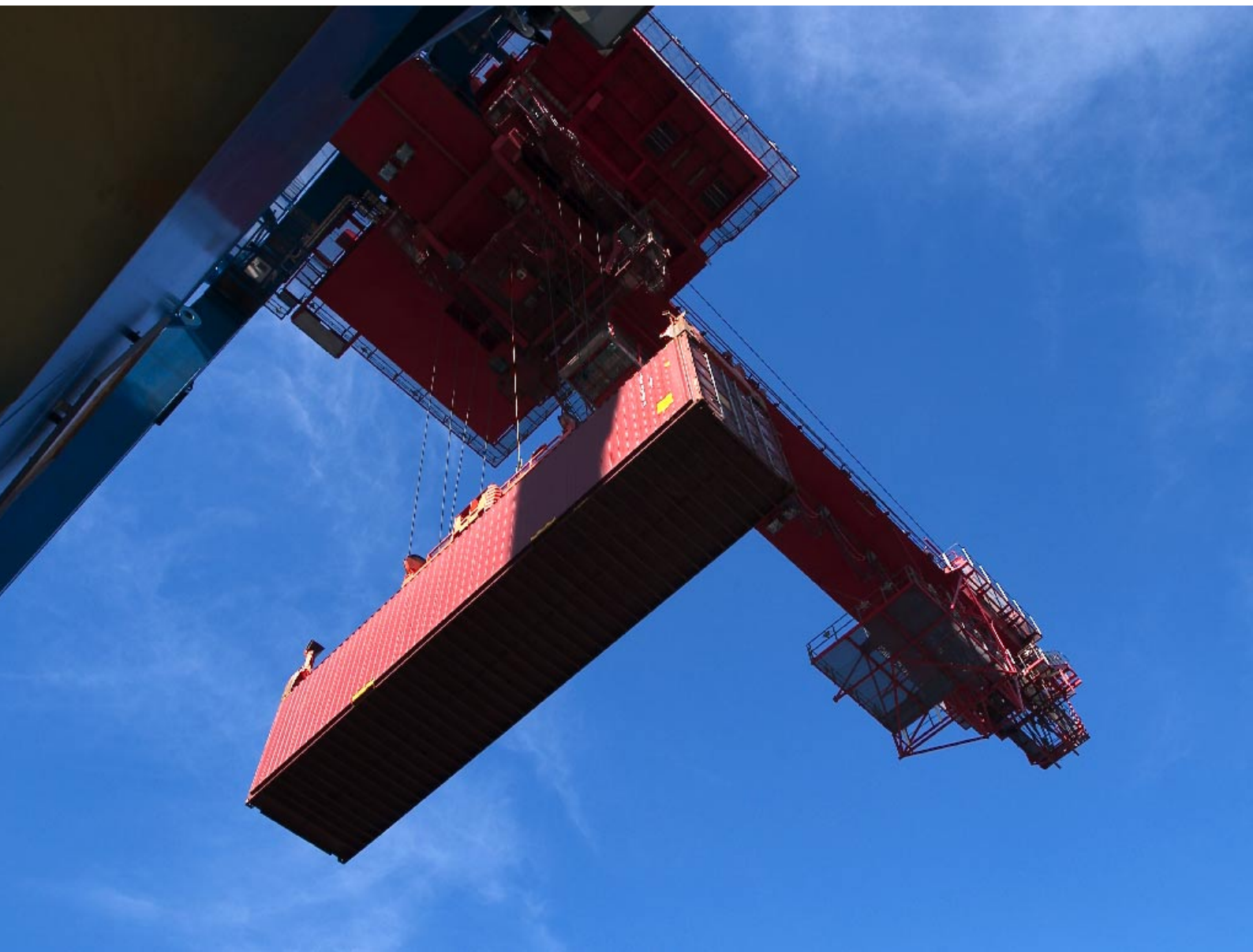
Tendo em conta estes benefícios, o DOMEX WEATHER é

adequado quer para chaminés industriais externas, quer para condutas de gás de combustão, dado que estes aços resistentes à corrosão conseguem resistir a ambientes industriais muito agressivos, nomeadamente, sulfurosos.

O DOMEX 355 W é laminado em espessuras que vão desde 1.8 a 12mm. O DOMEX 550 W e o DOMEX 700 W são produzidos com espessuras que vão desde 3 a 6mm. As larguras variam entre os 800 e os 1600mm, dependendo do limite elástico e da espessura.

Domex Protect

DOMEX PROTECT é o nome utilizado para aços que visam a protecção e alta segurança. Estes aços poderão ser utilizados, por exemplo, no fabrico de veículos de segurança, potenciais alvos de disparos



Composição Química						
Tipo	C (%) max	Si (%) max	Mn (%) max	P (%) max	S (%) max	Outros
Domex Wear Domex Wear	0.17	0.3	1.8	0.01	(0.01)	Cr, Mo, Ti
Domex Weather Resistant Domex 355 W Domex 550 W Domex 700 W	0.065 0.10 0.10	0.35 0.45 0.50	0.35 0.80 1.25	0.09 0.12	0.01	Cu, Cr Cu, Cr Cu, Cr
Domex Protect Domex Protect 250 Domex Protect 300 Domex Protect 500	0.12 0.20 0.30	0.10 0.40 0.40	2.10 2.0 1.30	0.025 0.03 0.030	0.010 0.01 0.025	Mo, Nb, Ti Cr, Mo, Ti Cr, B

de armas de fogo, ou, em portas de alta segurança, anti-roubo.

O DOMEX PROTECT é produzido com espessuras que vão desde 3 a 6mm, com uma dureza que poderá ir até aos 500 HV10, e larguras que se situa, entre os 900 e os 1300mm.

A grande vantagem do DOMEX PROTECT é oferecer um elevada protecção, mas com um peso reduzido!

Domex Magnético

Tendo em conta que na sua composição tem baixo teor em elementos de liga, o DOMEX magnético possui boas propriedades magnéticas. Para além destas, este aço tem propriedades mecânicas homogêneas e uma boa planicidade que tornam o DOMEX magnético num material bastante adequado para o o punção e para o corte a laser. Este material é produzido com um limite elástico que

poderá ir até aos 700 N/mm², e é produzido com espessuras entre os 2 e os 5mm. As larguras variam entre os 800 e os 1600mm, dependendo do limite elástico e da espessura. O DOMEX Magnético é utilizado em geradores e rotores, uma vez que neste tipo de aplicação as exigências relativas à planicidade e às propriedades magnéticas e mecânicas são muito apertadas. O Domex Magnético é de grão não orientado.

Propriedades mecânicas				
Qualidade	Tensão de Cedência R_{eh} (N/mm ²) min.	Tensão de Ruptura R_m (N/mm ²) min.	Dureza Valores Típicos	Raio de Quinagem min. ***) t ≤ 3 mm. 3 < t ≤ 6 mm.
Domex Wear Domex Wear	(790) Valores típicos	850	285 HB	2 x t 2 x t
Domex Weather Resistant Domex 355 W Domex 550 W Domex 700 W **)	355 550 700	490*) 600 750		1 x t 1 x t 1 x t 1 x t 2 x t 2 x t
Domex Protect Domex Protect 250 Domex Protect 300 Domex Protect 500			250 HV ₁₀ 300 HV ₁₀ 500 HV ₁₀	0.8 x t 1.2 x t 2 x t 2 x t 5 x t 5 x

*) Para espessuras < 3mm, a tensão de ruptura mínima é de ≥ 510 mm²

t=espessura

**) Qualidade em desenvolvimento

***) Raio mínimo de quinagem para um ângulo de quinagem de 90°. Para um Domex 355 W acima dos 6mm, o raio mínimo de quinagem é 2 x t.





Aços para tratamentos térmicos

Domex - aços para cementação

Estes aços caracterizam-se por uma boa formabilidade e pelas possibilidades de aplicação que a superfície dura do material oferece à peça, através do processo de cementação. Deste modo, estes aços são utilizados em peças de desgaste, como por exemplo em rodas dentadas.

As dimensões disponíveis para fornecimento encontram-se nos gráficos abaixo mencionados abaixo. Os aços para cementação são produzidos em conformidade com as exigências da norma EN 10084.

peças que exigem uma elevada tensão de rotura e dureza, obtidas através de processos de têmpera e revenido.

Assim, os aços DOMEX com elevado teor de carbono são adequados para aplicações para as quais o alto limite elástico, a dureza e a resistência ao desgaste, mantendo o núcleo resiliente, são factores importantes. Podemos apontar como exemplo as facas, as lâminas de serras, as molas ou as correntes.

Estes aços estão em conformidade com as exigências da norma EN 10083-1.

para o qual os aços convencionais não são adequados. Esta qualidade de DOMEX é ligada com boro para melhorar consideravelmente a sua dureza superficial. Esta qualidade de aço é facilmente endurecida e é frequentemente utilizada sem têmpera.

Os aços DOMEX ao boro são frequentemente utilizados como aço anti-desgaste ou como aços estruturais de alto limite elástico. As aplicações mais comuns são as ferramentas de corte, as pás, as facas, arados ou as lâminas de serras.

Estes aços estão em conformidade com as exigências da norma EN 10083-3 e são produzidos com designações próprias da SSAB Tunnpilät, nomeadamente, DOMEX 014 B, 024 B, 034 B e 044 B.

Domex – aços ao carbono

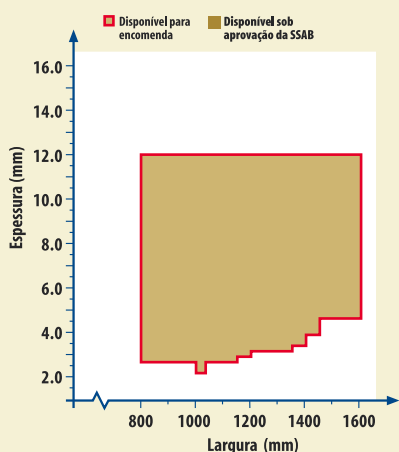
Os aços desta qualidade, com elevado teor de carbono, caracterizam-se pela sua formabilidade, sobretudo na produção de

Domex - aços ao boro

Os aços ao boro DOMEX apresentam-se como uma boa alternativa para aplicações que estão sujeitas a desgaste abrasivo,

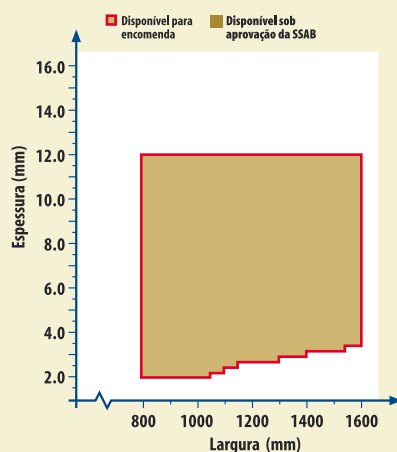
Aços para cementação

Domex 17Cr3, C10, C15, 16MnCr5, 20MnCr5



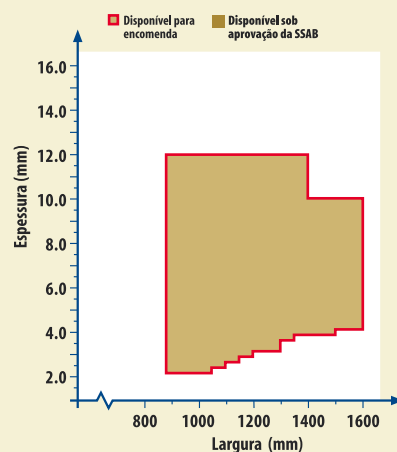
Aços ao boro

Domex 20MnB5, 014B, 024B



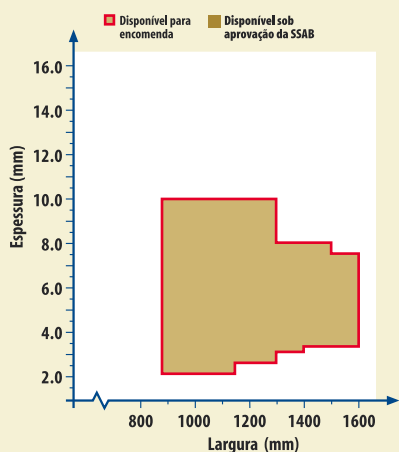
Aços ao boro

Domex 27MnCrB, 034B, 044B



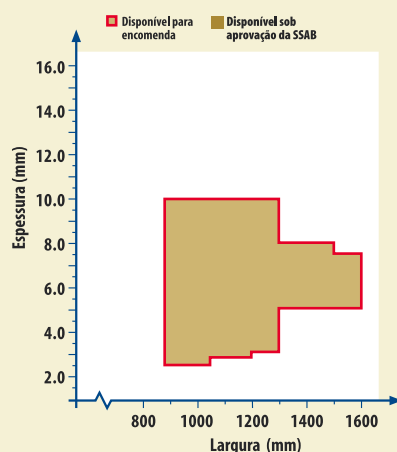
Aços ao boro

Domex 30MnB5, 33MnCrB, 39MnCrB, 38MnB5



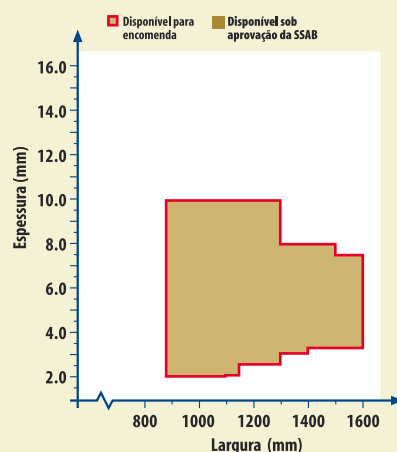
Aços com elevado teor de carbono

Domex 42CrMo4, 51CRV4



Aços com elevado teor de carbono

Domex C22, C35, C45, C55, C60, C67, C75



Composições Químicas dos Aços Domex para cementação

Qualidade	C (%) min.-max.	Si (%) min.-max.	Mn (%) min.-max.	Cr (%) min.-max.
Domex C10	0.07–0.13	0.15–0.35	0.30–0.60	max 0.40
Domex C15	0.12–0.18	0.15–0.35	0.30–0.60	max 0.40
Domex 17Cr3	0.14–0.20	0.15–0.35	0.60–0.90	0.70–1.00
Domex 16MnCr5	0.14–0.19	0.15–0.35	1.00–1.30	0.80–1.00
Domex 20MnCr5	0.17–0.22	0.15–0.35	1.10–1.40	1.00–1.30

P (%) max. 0.025

S (%) max. 0.025

Dureza HRC

Qualidade	Temperado em água, aprox.	Temperado em óleo, aprox.
Domex C10	-	-
Domex C15	-	-
Domex 17Cr3	43	40
Domex 16MnCr5	43	40
Domex 20MnCr5	45	42

Composições Químicas dos Aços Domex com elevado teor de carbono

Qualidade	C (%) min.-max.	Si (%) min.-max.	Mn (%) min.-max.	Cr (%) min.-max.	Outros min.-max.
Domex C22	0.17–0.24	0.15–0.35	0.40–0.70	0.20–0.40	
Domex C35	0.32–0.39	0.15–0.35	0.50–0.80	0.20–0.40	
Domex C45	0.42–0.50	0.15–0.35	0.50–0.80	0.20–0.40	
Domex C55	0.52–0.60	0.15–0.35	0.60–0.90	0.20–0.40	
Domex C60	0.57–0.65	0.15–0.35	0.60–0.90	0.20–0.40	
Domex C67	0.65–0.73	0.15–0.35	0.60–0.90	0.20–0.40	
Domex C75	0.70–0.80	0.15–0.35	0.60–0.90	0.20–0.40	
Domex 42CrMo4	0.38–0.45	0.15–0.35	0.60–0.90	0.90–1.20	Mo 0.15–0.30
Domex 51CrV4	0.47–0.55	0.15–0.35	0.70–1.10	0.90–1.20	V 0.10–0.25

P (%) max. 0.025

S (%) max. 0.025

Dureza HRC

Qualidade	Temperado em água, aprox.	Temperado em óleo, aprox.
Domex C22	—	—
Domex C35	53	50
Domex C45	58	55
Domex C55	61	57
Domex C60	63	60
Domex C67	66	63
Domex C75	67	64
Domex 42CrMo4	57	54
Domex 51CrV4	61	58

Composições Químicas dos Aços Domex ao Boro

Qualidade	C (%) min.-max.	Si (%) min.-max.	Mn (%) min.-max.	Cr (%) min.-max.	B (%) min.-max.
Domex 014 B	0.20–0.25	0.20–0.35	0.7–1.0	0.15–0.25	0.0008–0.0050
Domex 024 B	0.20–0.25	0.20–0.35	1.0–1.3	0.15–0.25	0.0008–0.0050
Domex 034 B	0.25–0.30	0.20–0.35	1.0–1.3	0.15–0.25	0.0008–0.0050
Domex 044 B	0.25–0.30	0.20–0.35	1.0–1.3	0.40–0.60	0.0008–0.0050
Domex 20MnB5	0.17–0.23	0.20–0.35	1.10–1.40	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Domex 30MnB5	0.27–0.33	0.20–0.35	1.15–1.45	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Domex 38MnB5	0.36–0.42	0.20–0.35	1.15–1.45	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Domex 27MnCrB5	0.24–0.30	0.20–0.35	1.10–1.40	0.30–0.60	0.0008–0.0050
Domex 33MnCrB5	0.30–0.36	0.20–0.35	1.20–1.50	0.30–0.60	0.0008–0.0050
Domex 39MnCrB6	0.36–0.42	0.20–0.35	1.40–1.70	0.30–0.60	0.0008–0.0050

P (%) max. 0.030

S (%) max. 0.015

Dureza HRC

Qualidade	Temperado em água, aprox.	Temperado em óleo, aprox.
Domex 014 B	48	43
Domex 024 B	48	45
Domex 034 B	51	48
Domex 044 B	51	48
Domex 20MnB5	46	43
Domex 30MnB5	53	50
Domex 38MnB5	56	53
Domex 27MnCrB5	51	48
Domex 33MnCrB5	53	50
Domex 39MnCrB6	55	52



Tolerâncias

Os aços DOMEX são normalmente fornecidos com tolerâncias de acordo com a norma EN 10051, mas podem também ser fornecidos com tolerâncias que seguem a própria norma interna da SSAB Tunplåt.

Para tolerâncias mais apertadas (do que as normas) ao nível da espessura, da largura, do comprimento e da planicidade, é necessário fazer um pedido específico. As tolerâncias para as outras propriedades estão de acordo com a norma EN 10051.

Tolerâncias à Largura

Formatos disponíveis para entrega	Tolerância SSAB Tunplåt
Bobines e formatos, com bordos boleados	-0/ +20 mm
Bobines e formatos com bordos aparados	-0/ +2 mm *)
Rolos / Bandas	-0/ +2 mm

É possível fornecer rolos/ bandas com tolerâncias mais apertadas, sob pedido.

*) A tolerância aplica-se até uma 10mm de espessura.

Tolerâncias ao Comprimento para Formatos

Espessura, mm	Tolerância SSAB Tunplåt
- 4000	-0/ +3 mm
(4000) - 6000	-0/ +4 mm
(6000) - 8000	-0/ +5 mm
(8000) -	-0/ +6 mm

Tolerância SSAB Tunplåt à Planicidade para formatos

Comprimento, mm	Tolerância	
	Normal	Melhorada
≤3000	4 mm	3 mm
>3000 ≤ 6000	5 mm	3 mm
>6000 ≤ 9000	6 mm	4 mm
>9000 ≤ 13000	8 mm	6 mm

* são possíveis tolerâncias mais apertadas nos aços ao boro, DOMEX Protect 500 e DOMEX WEAR.

Tolerâncias para o Rectilismo

Formatos de entrega	Tolerâncias Segundo a EN 10051
Formatos com bordos boleados	2 mm/ 3 m 6 mm/ 6 m 8 mm/ 9 m 10 mm/ 13 m
Bobines e formatos com bordos aparados	2 mm/ m 10 mm/ 6 m
Bobines com bordos aparados	20 mm/ 5 m

Tolerâncias na Espessura

Espessura, mm	Norma EN 10051		Norma SSAB Tunplåt	
	Largura ≤ 1200	Largura > 1200	Largura ≤ 1200	Largura > 1200
- 2.0 mm	± 0.17 mm	± 0.19 mm	± 0.13 mm	± 0.14 mm
(2.0) - 2.5 mm	± 0.18 mm	± 0.21 mm	± 0.14 mm	± 0.16 mm
(2.5) - 3.0 mm	± 0.20 mm	± 0.22 mm	± 0.15 mm	± 0.17 mm
(3.0) - 4.0 mm	± 0.22 mm	± 0.24 mm	± 0.17 mm	± 0.18 mm
(4.0) - 5.0 mm	± 0.24 mm	± 0.26 mm	± 0.18 mm	± 0.20 mm
(5.0) - 6.0 mm	± 0.26 mm	± 0.28 mm	± 0.20 mm	± 0.21 mm
(6.0) - 8.0 mm	± 0.29 mm	± 0.30 mm	± 0.22 mm	± 0.23 mm
(8.0) - 10.0 mm	± 0.32 mm	± 0.33 mm	± 0.24 mm	± 0.25 mm
(10.0) - 12.5 mm	± 0.35 mm	± 0.36 mm	± 0.26 mm	± 0.27 mm
(12.5) - 15.0 mm	± 0.37 mm	± 0.38 mm	± 0.28 mm	± 0.29 mm
(15.0) - 16.0 mm	± 0.40 mm	± 0.42 mm	± 0.30 mm	± 0.32 mm

É possível tolerâncias mais apertadas na espessura para formatos, bobines e rolos/ bandas.

Outras informações técnicas

Acabamento da superfície

O aço DOMEX pode ser fornecido com uma superfície “preta” ou decapada. Para prevenir a corrosão, a chapa decapada é lubrificada com óleo. Esta lubrificação pode ser ligeira, normal ou extra oleada.

Pesos e formatos para entrega

O DOMEX é fornecido em bobines. O peso, em toneladas,

é igual ao valor da largura da bobine em metros multiplicado por 18 (uma bobine com 1 metro de largura, pesa 18ton).

As bobines e os rolos/bandas são fornecidos com diversos diâmetros interiores, conforme indicado na tabela abaixo indicada.

A banda cortada à medida pode ser entregue sobreposicionada até 2500kg por metro,

não excedendo porém os 10.000kg.

Embalagem

Os nossos diferentes tipos de embalagem fornecem diferentes níveis de protecção durante o transporte. O género mais simples de embalagem compõe-se apenas da cintagem e adequa-se à chapa “preta”. As bobines podem igualmente ser protegidas com papel ou com uma película de plástico. Os malotes de chapa em formatos podem ser embalados em plástico, em paletes ou com separadores de madeira. Na encomenda, deverá especificar-se a embalagem pretendida

Diâmetro Interior		
Formatos disponíveis para entrega	Diâmetro Interior	
	762 mm	610 mm
Bobines “pretas”	X	
Bobines “pretas” com bordos aparados	X	X
Bobines decapadas	X	X
Rolos / Bandas	X	X

É possível fornecer bobines com bordos aparados, ou rolos/bandas, com um diâmetro interior de 508mm, sob pedido.

Pesos e altura dos Malotes			
Peso min., kg	Peso máx. kg	Altura min., mm	Altura máx. mm
1000	10 000	30	600

Nota: Peso standard 3000 Kg.



Regras e dicas para um projecto em aço de alto limite elástico

$$t_2 = t_1 \sqrt{R_{e1}/R_{e2}}$$

t_1 = espessura de aço macio

t_2 = espessura de aço de alto limite elástico

R_{e1} = tensão de elasticidade do aço macio

R_{e2} = tensão de elasticidade do aço de alto limite elástico

Regra prática

Ao substituir um aço macio por um aço de alto limite elástico, o peso de um peça pode ser reduzido sem perda de resistência. As diversas possibilidades de redução de peso, propostas pelo DOMEX para conformação a frio, são o seu maior benefício.

Podemos verificar esta realidade através da utilização da “regra prática”, que de uma forma muito simples nos indica o quanto a peça pode reduzir o seu peso.

A Regra prática

Esta regra pode ser utilizada como uma forma de avaliar possíveis reduções de peso, através da redução da espessura. Podemos ilustrar esta realidade com o seguinte exemplo:

Um contentor marítimo normal é fabricado a partir de chapa de aço com limite elástico mínimo de cerca de 350 N/mm². Ao trocar para DOMEX 700 MC, isto é, por um aço com o dobro da resistência, a espessura do material poderá, por exemplo, ser reduzida de 6mm para 4mm!

$$4 = 6 \sqrt{350/700}$$

Neste exemplo, o peso de um contentor vazio de 45 pés, poderá ser reduzido de 4750kg para 4020kg, isto é, até 730kg. (ou cerca de 15%). O principal benefício, é de que a carga útil poderá ser aumentada respectivamente do mesmo valor.

Todavia, se o objectivo é produzir uma peça mais resistente, a espessura original pode ser mantida, alterando-se apenas a qualidade do aço! «Vou pensar em alto limite

elástico» é um princípio que deve estar subjacente logo na fase da concepção do projecto, pois é nesta fase que se começa a otimizar os recursos, reduzindo o peso e simplificando a produção.

Para obter mais informação sobre esta questão do projecto em aço de alto limite elástico, poderá consultar o Manual de Chapa de Aço da SSAB Tunnplåt. Inúmeros seminários relacionados com projectos em aço de alto limite elástico são realizados todos os anos. Para mais detalhes, por favor contacte directamente o Departamento de Serviço e Apoio Técnica ao Cliente da SSAB Tunnplåt em Borlänge (Suécia), ou a SSAB Tunnplåt Portugal.

Benefícios resultantes da utilização dos aços de alto limite elástico

Quando recorrer aos aços DOMEX de extra-resistência, poderá verificar que o produto final é mais leve, mais resistente e mais competitivo devido à redução dos custos que advêm destas características.

É igualmente importante salientar que ao utilizar aços de alto limite elástico estará a contribuir para um melhor meio ambiente, dada a conservação de matérias-primas e de energia, a redução das tarifas, o aumento de carga útil e do ciclo de vida do produto final. A somar a tudo isto, é importante não esquecer que todo o aço pode ser reciclado, o que por si só contribui para uma maior conservação do ambiente.

Em parceria com a SSAB Tunnplåt, diversas empresas têm desenvolvido soluções globais e ao utilizarem aços

DOMEX de alto limite elástico, todas elas alcançaram os seguintes benefícios:

- Redução do peso
- Produção simplificada
- Peças / estruturas mais resistentes
- Benefícios ambientais
- Maior competitividade

Os aços de alto limite elástico na Produção

A Soldadura

Todos os métodos convencionais podem ser utilizados, não se tendo registado quaisquer complicações na soldadura destes aços. Não é necessário pré aquecimento, pois não há registo de fissuração, a quente ou a frio, por fragilização pelo hidrogénio.

Uma vasta gama de metais de adição, (fios/eléctrodos) produzidos por vários fabricantes, encontram-se disponíveis no mercado. Na soldadura MAG, por exemplo, tanto o fio normal como o fio fluxado podem ser utilizados. Materiais de adição estão também disponíveis para aços para conformação a frio de maiores resistências. Estes produzem soldaduras que são

tão resistentes como o próprio material base. Na maioria das vezes, um metal de preenchimento de correspondência inferior poderá ser utilizado, por exemplo quando se soldar em áreas de tensão reduzida ou ao soldar aços de alto limite elástico a aços macios. Como regra geral, deve optar-se por um material de adição para o aço menos resistente. A resiliência da junta soldada é igualmente boa, mas pressupõe que se recorra a um metal de adição que possua igualmente uma boa resiliência.

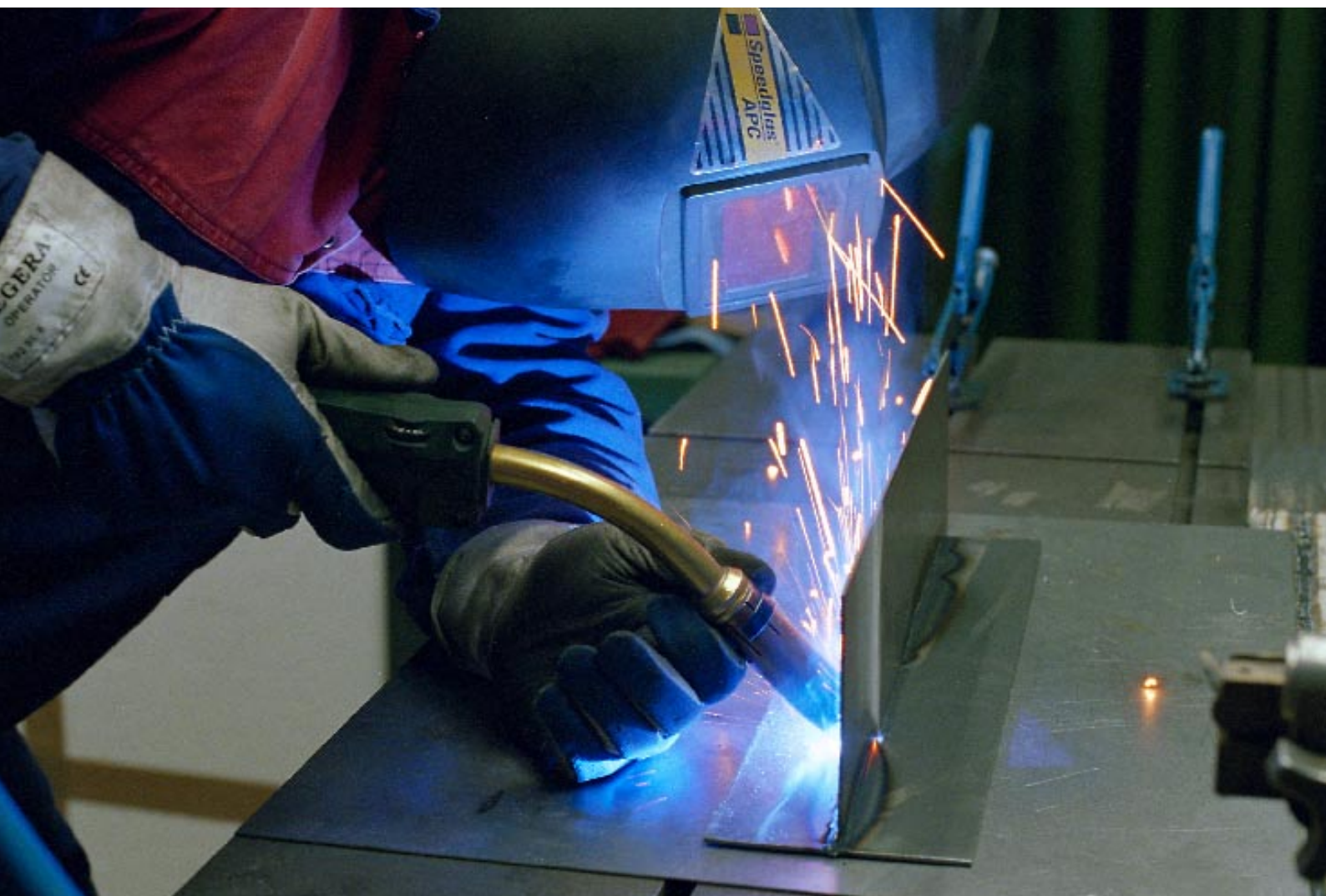
Para mais informação acerca da soldadura de aços para conformação a frio, consulte por favor o catálogo especificamente elaborado

para a soldadura, ou, poderá igualmente consultar o “Manual de Processos de união” (Joining Handbook) da SSAB Tunnplåt.

A Quinagem

Os aços DOMEX para conformação a frio têm excelente aptidão para a quinagem apesar do seu elevado limite elástico. Devido ao seu baixo teor de carbono e enxofre (baixo teor em SMn), a chapa pode ser quinada com um raio bastante apertado, sem risco de fissuração, independentemente do sentido da laminagem.

Enquanto que nos aços macios a matriz é fundamental para que se obtenha um raio interior de quinagem



da peça correcta, nos aços de alto limite elástico o raio do punção é que é o mais importante. Pode-se assim usar matrizes com maior folga reduzindo a fricção e a força de quinagem, obtendo um raio interior de peça igualmente apertado e perfeito.

Quando um material de alto limite elástico está a ser quinado, o retorno elástico é maior do que nos aços macios. Este facto é normalmente compensado por uma sobre quinagem (quinar com um ângulo maior), afim de se obter o ângulo correcto.

Se um aço macio é substituído por um aço de alto limite elástico com menor espessura (de acordo com a “regra prática”), a força de quinagem é normalmente inferior à força de quinagem utilizada para os aços macios!

Mais informações acerca da quinagem destes aços podem ser encontradas no “Manual de Conformação da Chapa de Aço” (Sheet Steel Forming Handbook) da SSAB Tunnplåt.

Conformação plástica

Os aços DOMEX de alto limite elástico possuem uma boa formabilidade e podem ser estampados da forma tradicional. No entanto, deverão ser considerados alguns factores. Para começar, geralmente exige-se uma força de estampagem mais elevada, bem como uma força mais elevada no serra-chapas, de modo a evitar o retorno elástico e/ou enrugamento.

Com um ajustamento do projecto da peça, considerando à partida um raio maior, pode chegar-se a uma estampagem simplificada de peças em alto limite elástico. Em suma, existem certos cuidados

iniciais que podem facilitar todo o processo.

Considerando a gama DOMEX até à qualidade 420MC, verifica-se uma excelente formabilidade do material. Para aços com tensões de cedência maiores, a formabilidade decresce, continuando no entanto a serem deformáveis.

Caso pretenda mais informações sobre a estampagem destes aços, por favor consulte o “Manual para a Conformação” da SSAB Tunnplåt.

Corte em guilhotina ou punção

Os aços DOMEX para conformação a frio não apresentam problemas para operações de corte. No entanto, para alcançar os melhores resultados é importante utilizar os parâmetros de corte correctos.

A força de corte é tradicionalmente calculada como 0.8 da tensão de ruptura, ou seja, a força de corte aumenta proporcionalmente com tensão de ruptura. Contudo, existem estudos da SSAB Tunnplåt que demonstram que a força de corte diminui gradualmente com o aumento da tensão até 0.6 x tensão de ruptura. Para além disso, se a espessura de chapa for reduzida, o que é comum ao trocar de um aço macio para um aço de alto limite elástico, a força de corte diminuirá. Este facto leva a que a força de corte seja muitas vezes mais baixa do que o esperado.

Se o bordo da chapa de aço for sujeito a deformação, o corte por processos térmicos poderá produzir melhores resultados, sobretudo quando falamos de material mais resistente e mais espesso. Para qualquer informação adicional, existe um catálogo

específico sobre esta operação, ou poderá sempre consultar o “Manual de Conformação a Frio da Chapa de Aço” da SSAB Tunnplåt.

O Corte Laser

O corte a laser produz uma superfície de elevada qualidade e de contorno preciso. Os aços DOMEX para conformação a frio, possuem excelentes propriedades que os tornam particularmente adequados para o corte a laser. As velocidades de corte elevadas podem ser mantidas, alcançando-se simultaneamente uma boa qualidade da superfície de corte. A rebarba nas arestas de corte é pequena e verifica-se um bom acabamento da superfície de corte. A experiência da SSAB Tunnplåt demonstra que uma superfície decapada e oleada é a mais adequada para o corte laser com alto rendimento e precisão. Os bons resultados são também consequência da pureza interior do material, da planicidade e da ausência de tensões internas da chapa. Dado que a superfície da chapa é bastante importante para a qualidade do corte, a SSAB Tunnplåt realizou uma série de estudos sobre as propriedades do corte a laser dos aços DOMEX para conformação a frio. As principais conclusões resumem-se em dois aspectos:

- Os aços DOMEX para conformação a frio não exigem parâmetros especiais de corte;
- Os aços DOMEX para conformação a frio vão de encontro às exigências da norma para a classe de corte mais elevada segundo a DIN 2310, parte 5 (respei-

tante á qualidade da superfície e corte bem como à perpendicularidade da aresta de corte).

Para qualquer informação adicional, existe um catálogo específico sobre este processo que nos poderá solicitar.

O Corte por Plasma

O corte por plasma pode ser utilizado nos aços DOMEX para conformação a frio sem qualquer problema ou limitações. No entanto, será necessário tomar os cuidados habituais quando se tratar de corte por plasma por jacto de ar. O corte a plasma por jacto de ar, leva à absorção do nitrogénio na superfície de corte, o que poderá causar porosidade na junta, durante a soldadura subsequente.

Serviço de Apoio Técnico ao Cliente

Os especialistas da SSAB Tunnpåt, e a sua longa experiência, estão à disposição dos Clientes. Estes especialistas do Serviço de Apoio Técnico ao Cliente possuem uma ampla experiência em materiais, projectos e processos produtivos. Os especialistas na área do Desenvolvimento do Produto possuem os conhecimentos mais avançados em matérias como a corrosão, o revestimento, dimensionamento, a estampagem, a soldadura e revestimentos.

Cursos e seminários

A SSAB Tunnpåt organiza regularmente cursos e

seminários, para dar a conhecer as inúmeras vantagens oferecidas pelos aços de alto limite elástico, como por exemplo:

- Curso sobre Fabrico de Aço. Fornece conhecimento fundamental sobre a produção do aço, as propriedades e as aplicações dos diferentes tipos de aço.
- Seminários que fornecem um conhecimento profundo sobre projecto, processos de produção, conformação, processos de união, aplicados aos aços de alto limite elástico.

- Seminários à medida das necessidades das empresas.

Manuais

Poderá adquirir um conhecimento mais profundo dos produtos DOMEX a partir dos nossos manuais.

- Manual da Chapa de Aço (Sheet Steel Handbook) oferece informação sobre dimensões e projectos, bem como conselhos sobre a engenharia de produção, particularmente para os aços de alto limite elástico de conformação a frio.

Os nossos cursos e seminários atraem muitos participantes.



- Manual de Conformação de Chapa a Frio (Sheet Steel Forming Handbook): trata-se de um desenvolvimento de um dos capítulos do manual anterior, fornecendo informação adicional e mais detalhada sobre a conformação plástica.
- Manual de processos de ligação (Joining Handbook): contempla os vários tipos de ligações, nomeadamente soldadura, ligações mecânica e adesivos.

Chapas para ensaios

Encomende amostras do nosso stock de chapa para ensaios, e descubra como um novo tipo de aço se pode adequar ao seu equipamento de produção e ao produto final.

Informação sobre os materiais

Informação adicional sobre todos os nossos tipos de aço de alto limite elástico, e a forma de os utilizar e trabalhar, é apresentada nas nossas brochuras com os títulos Alto Limite Elástico, Extra Alto Limite Elástico e Ultra Alto Limite Elástico.

Certificados

A SSAB Tunnplåt detém a certificação ambiental de acordo com a norma ISO 14001 e a certificação de qualidade de acordo com as normas ISO 9001-2000 e ISO/TS16949:2002.

Visite os nossos sites!

www.ssab.pt
www.ssabtunnplat.com
www.businesssteel.com
www.steelprize.com
www.ssabdirect.com

A SSAB Swedish Steel é o maior fabricante de chapa de aço da Escandinávia e um líder na Europa, quando se fala em desenvolvimento de aços extra e ultra resistentes.

A SSAB Swedish Steel, membro da SSAB Swedish Steel Group, tem um volume de negócios de mil milhões de euros e emprega cerca de 4400 pessoas na Suécia. A produção anual desta empresa é mais de 2.8 milhões de toneladas de chapa de aço.

A SSAB Swedish Steel possui uma política ambiental que envolve melhoramentos contínuos nas condições ambientais dos processos e equipamentos. A melhoria contínua dos nossos aços tem como objectivo, minimizar os impactos ambientais que lhes são inerentes, ao longo dos ciclos de vida de cada um deles.

Nas nossas linhas de produção fabricamos os seguintes aços:

DOMEX[®]

Chapa de aço laminada a quente

DOCOL[®]

Chapa de aço laminada a frio

DOGAL[®]

Chapa de aço galvanizada a quente

PRELAK[®]

Chapa de aço pré-pintada

Marcas registadas da SSAB Tunplåt.

Ajudamos os nossos Clientes na selecção do aço mais adequado, para melhorar a sua competitividade. A nossa aposta está na qualidade dos nossos produtos, na confiança do nosso fornecimento e na flexibilidade do nosso Serviço de Apoio Técnico ao Cliente.

ssabtunnplat.com



Portugal

SSAB Swedish Steel
Portugal
Rua São Nicolau, nº 2,
Sala 407
PT- 4520-248 Santa Maria
da Feira
Tel +351 256 371 610
Fax +351 256 371 619
info.pt@ssab.com
www.ssab.pt

SSAB Tunplåt AB

SE-781 84 Borlänge
Sweden
Tel +46 243 700 00
Fax +46 243 720 00
office@ssabtunnplat.com
ssabtunnplat.com

Denmark

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

Germany

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

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

Great Britain

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +44 1905 795 794
swedishsteel.co.uk

Italy

SSAB Swedish 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

Brazil

SSAB Swedish Steel Ltda.
Tel + 55 41 3014 9070
ssab.com.br

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

Korea

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +822 761 6172