

SSAB OX

TechSupport

Information from
SSAB Oxelösund.

#60

Material de aportación al soldar acero WELDOX y HARDOX

Este folleto Techsupport de SSAB Oxelösund contiene propuestas de materiales de aportación aptos al soldar acero estructural WELDOX y chapa antidesgaste HARDOX. Hay que tener en cuenta que los materiales relacionados se indican como ejemplo. Además de ellos, hay un gran número de productos apropiados que también cumplen las recomendaciones de SSAB Oxelösund. Los materiales de aportación están clasificados en dos grupos, a saber: tipos sin aleación y de baja aleación, que son los más comunes; y tipos inoxidables.

Materiales de aportación sin alear y de baja aleación

Generalidades

Los materiales de aportación sin alear y de baja aleación deben cumplir los criterios de resistencia indicados, y su contenido de hidrógeno debe tener un nivel bajo adecuado, siendo $< 5\text{ml}/100\text{ g}$ de material depositado.

Resistencia

En la página siguiente se presentan los niveles de resistencia apropiados al soldar acero WELDOX y HARDOX.

Contenido de hidrógeno

El contenido de hidrógeno en el material de aportación depende del método de soldadura. En los procesos MAG con alambre macizo y TIG, el material de aportación puede cumplir los criterios de contenido de hidrógeno aplicables a todos los tipos de material de aportación. En la soldadura MAG con alambre tubular llenado de fundente hay tipos básicos y de rutilo que cumplen las recomendaciones de contenido de hidrógeno. Los materiales de aportación llenos de polvo metálico que se usan en la soldadura MAG pueden tener contenidos de hidrógeno apropiados para ciertas clases. Entre los materiales de aportación para la soldadura por arco sumergido, la combinación alambre macizo/polvo básico puede tener un contenido de hidrógeno suficientemente bajo en el material depositado. Los fabricantes de material de aportación pueden informar sobre el contenido de hidrógeno en tipos concretos. Además,

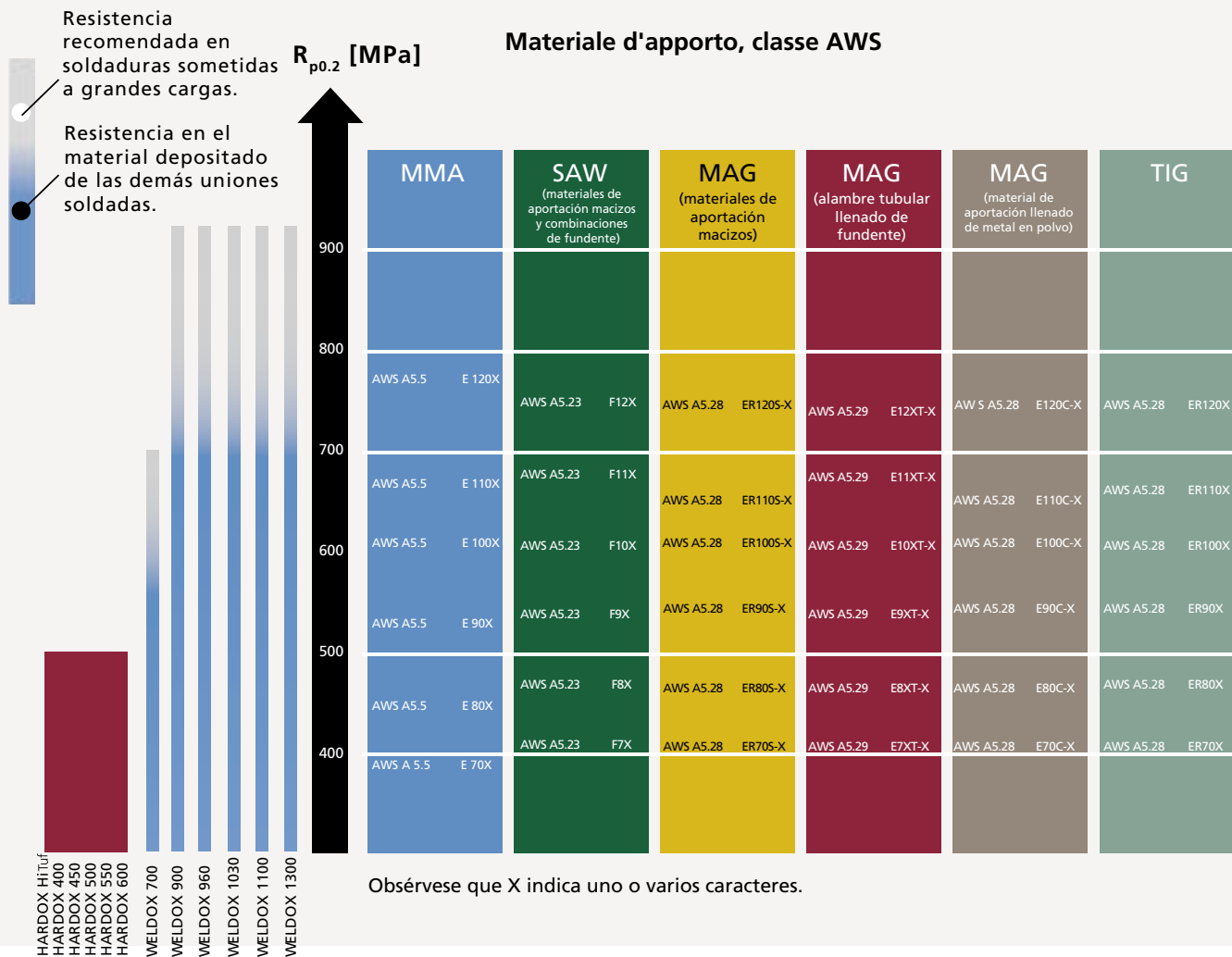
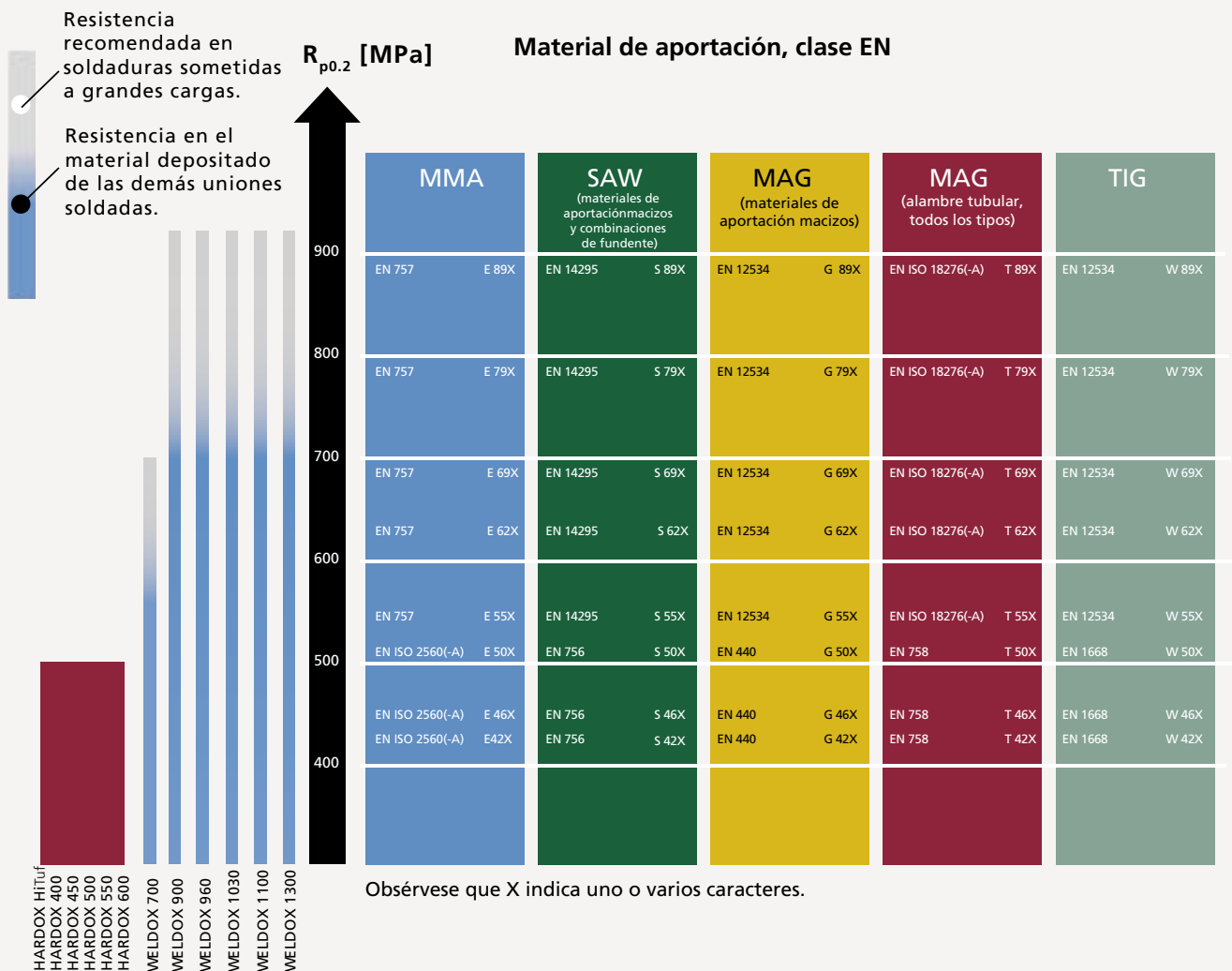


SSAB Oxelösund tiene propuestas especificadas de materiales de aportación apropiados. En el presente folleto los materiales propuestos se especifican según el método de soldadura y la clase de resistencia.

Temperatura de trabajo

Los materiales de aportación con límites de elasticidad ($R_{p0,2}$) de hasta 700 MPa normalmente tienen carbonos equivalentes inferiores a los del acero que forma parte de la unión soldada. En estos casos la temperatura de trabajo al soldar la determina el acero integrante en la unión soldada.

En los materiales de aportación de alta resistencia con límites de elasticidad superiores a 700 MPa, en la mayoría de los casos el carbono equivalente del material de aportación es superior al del acero de la unión soldada. Esto significa que en estas situaciones también hay que tener en cuenta la temperatura de trabajo del material de aportación. Usar la temperatura de trabajo más alta, bien para la chapa que forma parte de la unión soldada o bien para el material de aportación correspondiente. En los materiales de aportación con límites de elasticidad superiores a 700 MPa rigen requisitos especiales –temperatura de trabajo al soldar, etc.–, por lo que se describen con mayor detalle en un apartado especial.



Materiales de aportación de alta resistencia y baja aleación, con límites de elasticidad ($R_{p0,2}$) superiores a 700 MPa

Los aceros de los tipos WELDOX 900-1300 frecuentemente se sueldan con materiales de aportación cuyos límites de elasticidad son de aprox. 750-900 MPa en el material depositado propio. Sus correspondientes materiales de aportación poseen la resistencia más alta disponible en el mercado.

Normalmente los fabricantes de estos materiales no indican que se tengan que usar temperaturas de trabajo más elevadas con ellos. La temperatura correspondiente puede determinarse por ej., según la norma Euronorm EN 1011-2, método B. Además, SSAB Oxelösund ha realizado estimaciones generales propias de las temperaturas de trabajo mínimas apropiadas, según la tabla de abajo. Esto es posible debido a que los criterios aplicados a las aleaciones son semejantes a los aplicados a sus correspondientes materiales de aportación.

Los materiales de aportación son sensibles a temperaturas elevadas en el cordón intermedio. Todos los que se recomiendan obtienen alta resistencia gracias a microestructuras de resistencia muy elevada en el material depositado, por ejemplo estructura martensítica. El alto contenido de aleación significa que la conversión a estructura martensítica se produce a temperaturas bajas. Por tanto, en SSAB Oxelösund consideramos que la temperatura del cordón intermedio se determine a 175°C como máximo.

Espesor de chapa sencillo, unión soldada (mm)	Temp. de trabajo mínima (°C)
< 10	100
10 - 20	125
> 20	150

Temperaturas de trabajo mínimas recomendadas.

Los materiales de aportación de alta resistencia son sensibles a aportaciones de energía elevadas. Una aportación excesivamente alta empeora las propiedades mecánicas de la unión soldada. No obstante, la aportación de energía permisible sigue nuestras recomendaciones normales para el tipo de acero correspondiente. Por lo demás, rigen las condiciones de soldadura comunes para aceros WELDOX.

Ejemplos de materiales de aportación de baja aleación apropiados

Ejemplos de materiales de aportación de baja aleación apropiados

Las tablas que siguen contienen propuestas de materiales de aportación apropiados. Obsérvese que están ordenados en función del límite de elasticidad ($R_{p0,2}$) según el que están clasificados. En realidad un material de aportación determinado normalmente tiene un límite de elasticidad más alto. Las características mecánicas de un material de aportación dado puede proporcionarlas el fabricante.

MAG, alambre macizo

Límite de elasticidad min. (MPa)	400	470	540	610	680	745
Clasificación AWS	ER 70S-X*	ER 80S-X*	ER 90S-X*	ER 100S-X*	ER 110S-X*	ER 120S-X*
ELGA	Elgamatic 100 Elgamatic 103	Elgamatic 162	Elgamatic 163	Elgamatic 135 Elgamatic 147		Elgamatic 138
ESAB	OK Autrod 12.51 OK Autrod 12.64	OK Autrod 13.09		OK Autrod 13.13	OK Autrod 13.29	OK Autrod 13.31
LINCOLN	SUPRA MIG SUPRA MIG ULTRA LNM 27	LNT/LNM Ni1 LNT/LNM Ni2,5		LNM Moniva LA-100	LA 100	
OERLIKON	Carbofil 1 Carbofil 1a	Carbofil 2,5 Ni	Carbofil NiMo1	Carbofil NiMoCr		
SAF	NERTALIC 70S NERTALIC 70A	NERTALIC 86		NERTALIC 86		
BÖHLER	EMK 7 EMK 8	NiCu-1G	NiMo 1-IG		NiCrMo 2.5-IG X 70-IG	X 90-IG
THYSSEN	Union K52 Union K56	Union K5 Ni	Union MoNi	Union NiMoCr	Union X 85	Union X90 Union X96

* Obsérvese que X indica uno o varios caracteres de códigos

MAG, alambre tubular

Limite de elasticidad min. (MPa)	400	470	540	610	680	745
Clasificación AWS	E7XT-X*	E8XT-X*	E9XT-X*	E10XT-X*	E11XT-X*	E12XT-X*
ELGA	DWA 51B				Elgacore 110B	
ESAB	OK Tubrod 15.00 OK Tubrod 15.25				OK Tubrod 15.27	Filarc PZ 6149
LINCOLN	Outershield T55-H					
OERLIKON	Fluxofil 30 Fluxofil 31	Fluxofil 40 Fluxofil 48	Fluxofil 41		Fluxofil 42	Fluxofil 45
SAF	Safdual 31 Safdual 400					
BÖHLER	Kb 52-FD					
THYSSEN	Thyssen TG50B					

* Obsérvese que X indica uno o varios caracteres de códigos.

MAG, alambre tubular lleno de metal en polvo

Limite de elasticidad min. (MPa)	400	470	540	610	680	745
Clasificación AWS	E7XT-X*	E8XT-X*	E9XT-X*	E10XT-X*	E11XT-X*	E12XT-X*
ELGA	MXA 100 MX 100T	MXA 55T				
ESAB	Filarc PZ 6102 Filarc PZ 6105R				OK Tubrod 14.03	
LINCOLN	Outershield MC710-H Outershield MC715-H				Outershield MC1100	
OERLIKON	Fluxofil M8 Fluxofil M10				Fluxofil M42	
SAF	Safdual 200 Safdual 206	Safdual 202	Safdual 255		Safdual 270	
BÖHLER	HL 50-FD HL 52-FD					
THYSSEN	Thyssen TG55Fe Thyssen MV70					

* Obsérvese que X indica uno o varios caracteres de códigos.

MMA

Limite de elasticidad min. (MPa)	399	399	460	530	600	670	740
Clasificación AWS	E 7016 E 7018	E 7028	E 8016 E 8018	E 9018	E 10018	E 11018	E 12018
ELGA	P48S P51 P62MR	Maxeta 21	P48K P65MR	P70		P110MR Maxeta 110	
ESAB	OK 48.00 OK 48.08 OK 53.68	OK Femax 38.65	OK 73.68 OK 73.15	OK 74.78 FILARC 98S		OK 75.75	OK 75.78
LINCOLN	Baso 100 Conarc 48 Conarc 49 Kryo 1	Conarc V180 Conarc V250 Conarc L150	Kryo 1-180 Kryo 1N Kryo 3	Kryo 2 Conarc 60G Conarc 70G		Conarc 80	Conarc 85 Conarc 85-150
OERLIKON	Tenacito Tenacito 38 R	Febacito 160S Ferrocord B250	Tenacito 70 Tenacito 70B	Tenacito 65 Tenacito 65R	Tenacito 75	Tenacito 80	Tenacito 100
SAF	Safer MF48 Safer NF59A Safer Prestige	Safer NF52 Safer NF53	Safer NF59 Safer MD56	Safer ND65	Safer MD70	Safer ND80	Safer ND100
BÖHLER	FOX EV 47 FOX EV 50-W		FOX EV 60 FOX EV 63 FOX EV 65	FOX EV 70 FOX U 80 N	FOX EV 75	FOX EV 85	
THYSSEN	SH Grün K50W SH Grün K52W Phoenix 120K		SH V 370 SH V 1 SH Ni 2 K70	SH Schwarz 3 K Ni	SH Ni2 K90 ThyssenNiMo100	SH Ni2 K100	SH Ni2 K130

SAW, combinaciones de alambre/polvo

Limite de elasticidad min. (MPa)	400	470	540	610	680	745
Clasificación AWS	ER 70S-X*	ER 80S-X*	ER 90S-X*	ER 100S-X*	ER 110S-X*	ER 120S-X*
ELGA	Elgaflux 251B/ Elgasaw 102					
ESAB	OK Flux 10.71/ OK Autrod 12.20 OK Autrod 12.22	OK Flux 10.62/ OK Autrod 12.24			OK Flux 10.62/ OK Autrod 13.43	
LINCOLN	P 230/L-61 P 230/LNS 133 U Lincolnweld 860/L61	P 230/LNS140A Lincolnweld 8500/ L-70	P240/LNS151	P230/LNS 168		
OERLIKON	OP121TT/ OE-SD3	OP121TT/ OE-S2Mo	OP121TT/ OE-S3NiMo1		UV421TT/ Union S3NiMoCr	
SAF	AS589/AS37**		AS589/AS 40A**			
BÖHLER	BB24/ EMS2		BB24/ 3NiMo 1-UP	BB24/ 3 NiCrMo 2.5-UP		
THYSSEN	UV 420TT / Union S2	UV421TT/ Union S2NiMo	UV421TT/ Union S3NiMo			

* Obsérvese que X indica uno o varios caracteres de códigos.

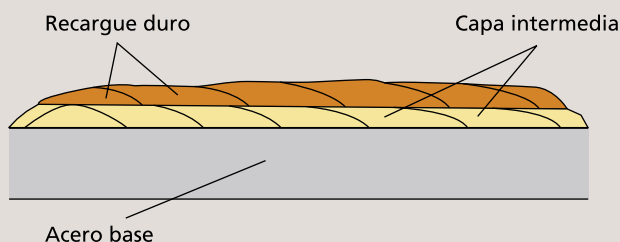
** Se carece de datos sobre la clasificación de la combinación de fundente/alambre según el estándar de AWS correspondiente.

Materiales de aportación inoxidables

Los aceros HARDOX y WELDOX pueden soldarse siempre con materiales de aportación austeníticos inoxidables del tipo AWS 307. La composición química típica principal de este tipo de material de aportación es 18% Cr, 8% Ni, 6% Mn. En este caso al soldar se obtiene una alta resistencia en la unión soldada, lo mismo respecto al agrietamiento por absorción de hidrógeno que a las grietas originadas por el calor. El material depositado tendrá una estructura austenítica, lo cual contribuye a que adquiera una alta tenacidad. El límite de elasticidad ($R_{p0,2}$) de este tipo de material de aportación es de aprox. 450-500 MPa.

Otras ventajas importantes de este el material de aportación al soldar:

- Siempre puede evitarse una temperatura de trabajo incrementada, es decir, más de +20°C, en todos los tipos de HARDOX y WELDOX, a excepción del HARDOX 600. En el folleto de soldadura de SSAB Oxelösund puede encontrarse información más detallada.
- Es apropiado al soldar HARDOX y WELDOX con otros tipos de acero, por ej.:
 - Aceros inoxidables
 - Acero al manganeso (acero Hardfield).
 - Aceros difíciles de soldar, como acero para muelles.



- El material de aportación es apropiado como capa intermedia en el recargue duro.
Una alternativa al AWS 307 son los materiales de aportación austeníticos inoxidables del tipo AWS 309. Sin embargo, el riesgo de grietas originadas por el calor es algo superior en el AWS 309 en comparación con el AWS 307. En la tabla de la página siguiente se relacionan los materiales de aportación del tipo AWS 307.

Ejemplos de materiales de aportación inoxidables apropiados

Método de soldadura	MMA	MAG, alambre macizo	MAG, alambre tubular lleno de fundente	MAG, alambre tubular lleno de metal en polvo
Clase AWS	A5.4: E307-X*	A5.9: ER307		A5.22: E307T-X*
ELGA	Cromarod 307B	Cromamig 307Si		
ESAB	OK 67.45 OK 67.52	OK Autrod 16.95	OK Tubrod 15.34	OK Tubrod 14.71
LINCOLN	Jungo 307 Arosta 307	LNM 307		
AVESTA WELDING	307	307-Si		
SAF	Safinox R 307	Nertalic 51	Safdual 651	
OERLIKON	Citochromax N Citochromax R Citochromax RS	Inertfil 18 8 6	Fluxinox 307 Fluxinox 307-PF	Fluxinox M 307
SANDVIK	18.8.MnR	Sandvik 18.8.Mn Sandvik 18.8.CMn		
BÖHLER	FOX A 7	A 7-IG	A 7-FD	
THYSSEN	Thermanit X Thermanit XW	Thermanit X		

* Obsérvese que X indica uno o varios caracteres de códigos.



SSAB Oxelösund
SE-613 80 Oxelösund
Suecia

Tel +46 155-25 40 00
Fax +46 155-25 40 73
www.ssabox.com

En caso de divergencias rige la versión en inglés (Reino Unido) de este documento.
La versión más reciente del mismo puede descargarse de www.ssabox.com/publications

Las sugerencias descritas en el presente folleto son de carácter general. SSAB Oxelösund AB no asume responsabilidad alguna sobre su aplicación en cada caso individual. Por tanto, recae sobre la responsabilidad del usuario efectuar la adaptación necesaria a cada caso concreto.