

STRENX[®]
PERFORMANCE STEEL



SOLDADURA DE STRENX[®]



SSAB

SOLDADURA DE STRENX[®]

El rendimiento extremo del acero Strenx[®] de alta resistencia se combina con su excepcional soldabilidad. Para soldar el acero Strenx[®] con cualquier otro tipo de acero soldable, se puede utilizar cualquier método de soldadura convencional.

Este folleto tiene como objetivo simplificar, mejorar e impulsar la eficacia del proceso de soldadura. En este se ofrecen consejos prácticos en relación con el aporte de calor, los consumibles para la soldadura, las temperaturas entre pasadas y de precalentamiento, el gas de protección y mucho más. El objetivo es permitir que cada usuario pueda aprovechar las ventajas que ofrecen las propiedades únicas del acero Strenx[®].

Calidades de acero Strenx[®] incluidas en este folleto

- Ciertas calidades de acero Strenx[®] pueden pedirse en versiones D, E o F. Para estas calidades, las recomendaciones de este folleto están relacionadas con los requisitos de resistencia a impactos de las calidades E de acero Strenx[®]. Las calidades E poseen los requisitos de resistencia a impactos para el metal primario no afectado a -40 °C, que es la temperatura de ensayo más común.

Para obtener recomendaciones de soldadura para las calidades de acero Strenx[®] con resistencia a impactos correspondientes a las calidades F, Strenx[®] P700 y Strenx[®] 700 OME, póngase en contacto con SSAB para obtener más información.

En este folleto se hace referencia a:

- Los documentos de TechSupport (Soporte técnico), que facilitan información adicional sobre diversos temas. En cada documento de TechSupport (Soporte técnico) se trata un tema determinado, como medidas para evitar discontinuidades y ejemplos de marcas de consumibles adecuadas.
- Nuestro software WeldCalc™ permite a los usuarios optimizar las soldaduras, según las condiciones específicas y los requisitos de la estructura soldada.

Los documentos de TechSupport se pueden consultar y descargar en nuestra página web www.ssab.com/download-center. Para obtener una licencia de usuario de WeldCalc™ es necesario registrarse en la misma página web. Tanto los documentos de TechSupport como las licencias de usuario para WeldCalc™ son gratuitas.

La información que se proporciona en este folleto es de carácter meramente informativo. SSAB AB declina toda responsabilidad por la eficacia o idoneidad para una aplicación específica. De este modo, el usuario es responsable de todas las adaptaciones y/o modificaciones requeridas para cada caso específico.





PARÁMETROS IMPORTANTES DE LA SOLDADURA

Limpie la unión para eliminar sustancias extrañas tales como humedad y restos de aceite, antes de soldar. Además de una buena limpieza previa a la soldadura, también son importantes los siguientes puntos:

- El precalentamiento y las temperaturas entre pasadas para evitar el agrietamiento por hidrógeno
- Aporte de calor
- Consumibles de soldadura
- Gas de protección para soldadura
- Secuencia de soldadura y separación en la unión

MÉTODOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA UNIÓN

Con estos aceros se pueden utilizar todos los métodos convencionales para la preparación de uniones. Los métodos más comunes son el mecanizado y el corte térmico. La preparación de espesores de chapa de hasta aproximadamente 10 mm también se puede realizar mediante cizallamiento y punzonado.

Para espesores de chapa de hasta aproximadamente 4 mm, los requisitos de los bordes no son muy estrictos para la soldadura normal por arco. Para uniones solapadas y uniones de filetes de cualquier espesor de chapa, los requisitos de los bordes son normalmente moderados. El laminado y el corte térmico (gas, plasma o corte por láser) son los métodos más comunes empleados para la preparación de uniones. La preparación de uniones con Strenx® es igual de fácil que con los aceros al carbono.

Es posible que durante el corte térmico se forme una fina película de óxido en la superficie de la unión. Se recomienda retirar esta película antes de la soldadura. Si se va a utilizar el corte por plasma, para la preparación de la unión, se recomienda usar oxígeno como gas de plasma. El nitrógeno puede provocar porosidades en el metal de soldadura. Si se usa nitrógeno, se recomienda rectificar las superficies de corte con un valor aproximado de 0,2 mm antes de soldar. Para chapas finas, se puede emplear el cizallamiento normal para la preparación de la unión.

APORTE DE CALOR

La soldadura con el aporte de calor recomendado ofrece como resultado unas buenas propiedades mecánicas en la unión.

El aporte de calor (Q) de la soldadura depende de la corriente, la tensión y la velocidad de desplazamiento. Q es la energía suministrada/longitud de la unión. El valor afecta a las propiedades mecánicas de la unión soldada. Durante la soldadura, hay una pérdida de energía en el arco. El factor de eficiencia térmica (k) es la proporción de aporte de calor transmitido a la unión en el proceso de soldadura. Los diversos métodos de soldadura tienen diferentes eficiencias térmicas. En el siguiente cuadro se proporcionan valores aproximados de k.

Eficiencia térmica	k [adimensional]
MMA	0,8
MAG, todos los tipos	0,8
SAW	1,0
TIG	0,6

La mayoría de los procedimientos de soldadura se llevan a cabo con soldadura de CC o CA. Para la soldadura de CC y CA, el aporte de calor se calcula con la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{k \times U \times I \times 60}{v \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

El aporte de calor para la soldadura por arco pulsado se puede determinar con cualquiera de las dos fórmulas siguientes:

$$Q = \frac{k \times IE}{L \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

o

$$Q = \frac{k \times IP \times 60}{v \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

Q = aporte de calor (kJ/mm)
k = eficiencia térmica [adimensional]
U = tensión [V]
I = corriente [A]
v = velocidad de desplazamiento (mm/min)
L = longitud de una pasada de soldadura [mm]
IE = Energía instantánea [J]
IP = Potencia instantánea [W]

Efectos generales del aporte de calor en una unión soldada

- Mayor resistencia a impactos
- Mayor dureza
- Menos deformación
- Menos tensiones residuales
- Zona afectada por el calor más estrecha

Menor aporte de calor

Mayor aporte de calor

- Mayor productividad para métodos de soldadura convencionales



EVITAR EL AGRIETAMIENTO POR HIDRÓGENO

Debido a los bajos contenidos equivalentes de carbono, Strenx® presenta una resistencia muy alta al agrietamiento por hidrógeno. Si siguen nuestras recomendaciones el riesgo de agrietamiento por hidrógeno se minimiza.

Dos reglas para evitar el agrietamiento por hidrógeno:

1. Minimizar el contenido de hidrógeno en la unión preparada y alrededor de ella
 - Usar las temperaturas de precalentamiento y entre pasadas adecuadas
 - Usar consumibles de soldadura con un bajo contenido de hidrógeno
 - Mantener la zona de soldadura libre de impurezas
2. Minimizar las tensiones en la unión soldada
 - No usar consumibles de soldadura más resistentes de lo necesario
 - Organizar la secuencia de soldadura de forma que se minimicen las tensiones residuales
 - Ajustar la separación de la unión a un máximo de 3 mm

TEMPERATURAS DE PRECALENTAMIENTO Y ENTRE PASADAS MÍNIMAS

Todas las calidades de acero Strenx® se pueden soldar sin riesgo de agrietamiento por hidrógeno si se siguen nuestras recomendaciones. Cuando no se recomienda el precalentamiento es cuando la temperatura de la unión y del aire ambiente es de al menos 5 °C. Si la temperatura del aire es inferior a 5 °C, se requiere precalentar la unión hasta al menos 60 °C.

Las uniones que se realizan con múltiples pasadas presenta los mismos requisitos de precalentamiento que la primera pasada de soldadura.

Productos de fleje laminados en caliente y laminados en frío de acero Strenx®

Las temperaturas mínimas de precalentamiento/entre pasadas requeridas dependiendo de las propiedades del acero, no son necesarias para los productos de fleje laminados en caliente y laminados en frío de acero Strenx®, incluidas las calidades MC, Plus, MC Plus, CR, MH, MLH, QLH y Section.

Es posible que la soldadura de calidades de acero Strenx® con un límite elástico mínimo de 700 MPa requiera precalentamiento debido a las propiedades del consumible aplicado. Encontrará más información a este respecto en la sección "Temperaturas de precalentamiento/entre pasadas debidas a las propiedades de los consumibles" en la página 9.

Productos de chapa de acero Strenx®

Los productos de chapa de acero Strenx® están disponibles con espesores de chapa mayores que los productos de fleje laminados en caliente y laminados en frío de acero Strenx®. Sus niveles de dureza, sumados a mayores espesores de chapa, significa que el precalentamiento es necesario para determinados espesores de chapa y calidades de acero. Nuestras recomendaciones se ilustran en la página 8. La soldadura de calidades de acero Strenx® con límites elásticos de 900 MPa o superiores se realiza normalmente con consumibles de alta resistencia que pueden regular la temperatura mínima de precalentamiento aunque no existen requisitos debidos al propio acero.

Modo en que los elementos de aleación influyen en las temperaturas de precalentamiento y entre pasadas

Una combinación única de sustancias de aleación optimiza las propiedades mecánicas de Strenx®.

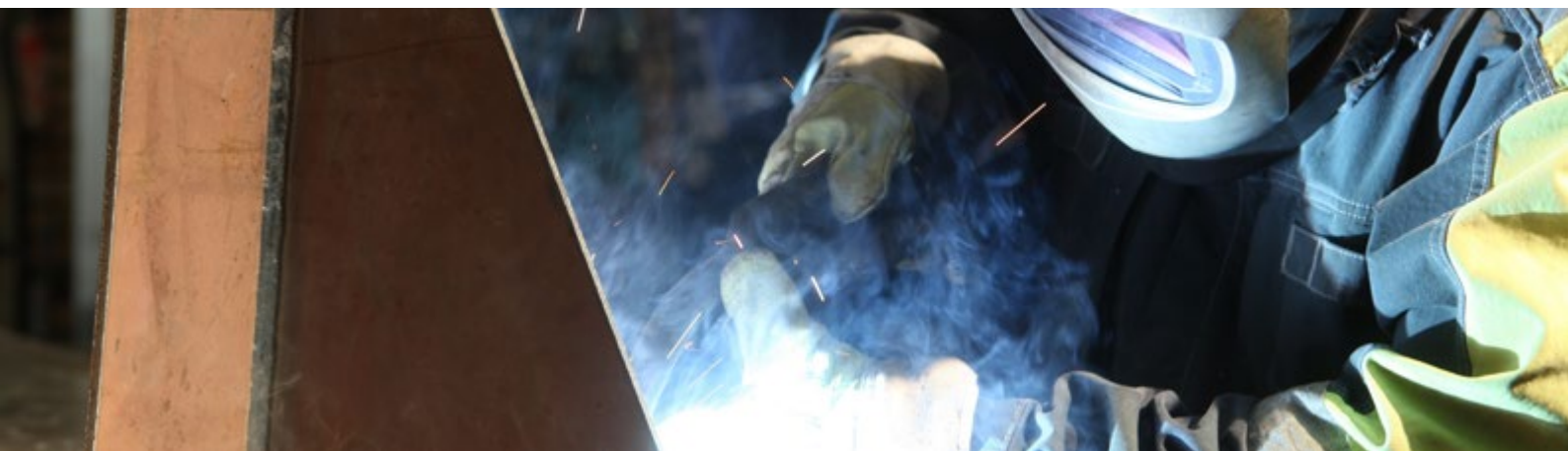
Esta combinación controla la temperatura mínima de precalentamiento del acero durante la soldadura, y se puede utilizar para calcular el valor de carbono equivalente.

El valor de carbono equivalente se expresa normalmente como CEV o CET de acuerdo con las siguientes ecuaciones.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Mo+Cr+V)}{5} + \frac{(Ni+Cu)}{15} [\%]$$

$$CET = C + \frac{(Mn+Mo)}{10} + \frac{(Cr+Cu)}{20} + \frac{Ni}{40} [\%]$$

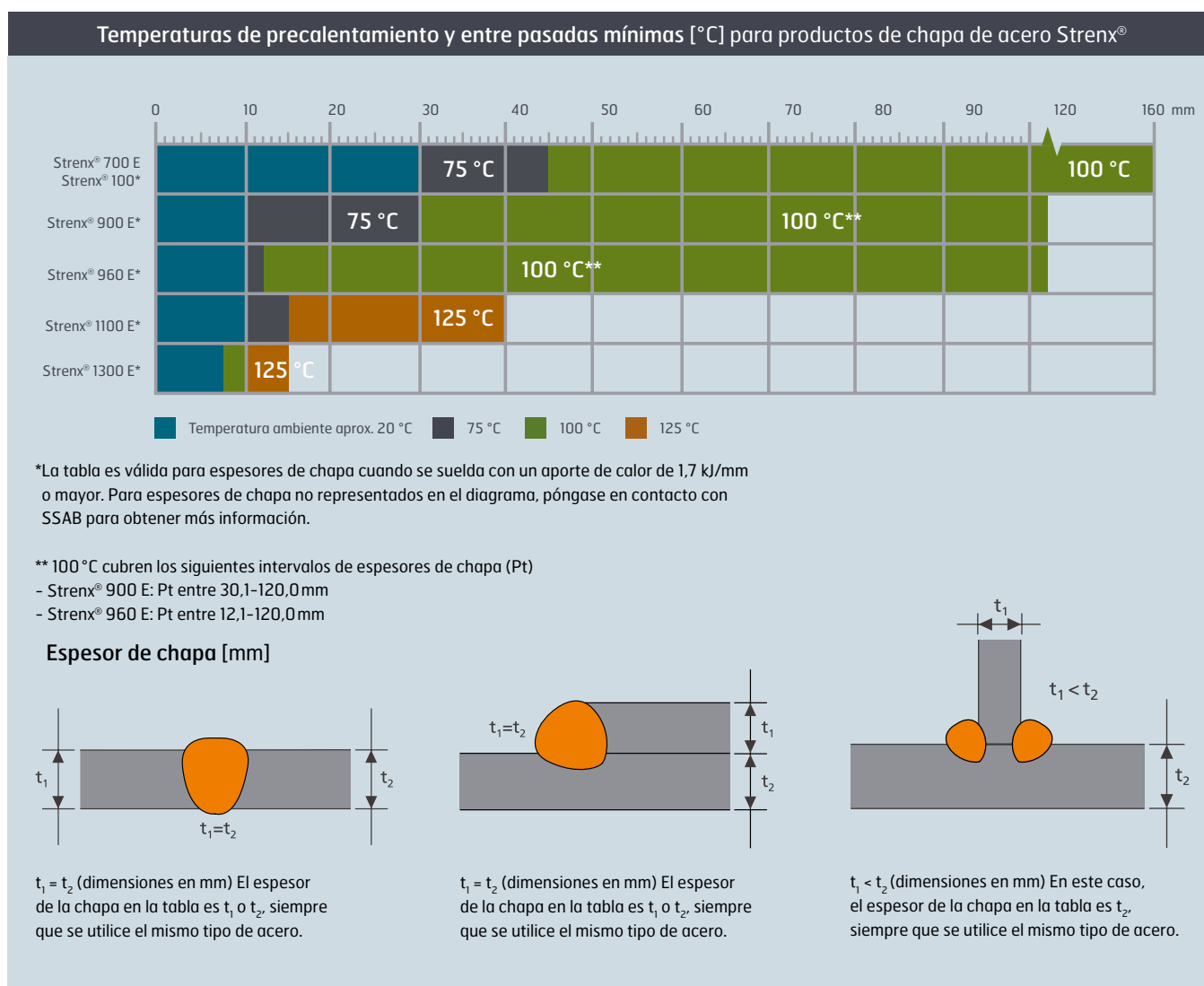
Las sustancias de aleación se especifican en el certificado de inspección de la chapa y se expresan en porcentaje por peso en estas fórmulas. Un contenido mayor de carbono equivalente normalmente requiere una temperatura de precalentamiento y una temperatura entre pasadas más alta en la unión. Los valores típicos de equivalentes de carbono se proporcionan en las fichas técnicas de nuestros productos.



TEMPERATURAS DE PRECALENTAMIENTO Y ENTRE PASADAS PARA PRODUCTOS DE CHAPA DE ACERO STRENX®

La temperatura mínima de precalentamiento durante la soldadura se indica en el diagrama. A menos que se indique lo contrario, estos valores se aplican para soldadura con consumibles no aleados y con bajo contenido de aleación. Para los espesores de chapa no representados en el diagrama, póngase en contacto con SSAB para obtener más información.

- Cuando se sueldan chapas de diferentes espesores pero de la misma calidad de acero, la chapa más gruesa determina la temperatura de precalentamiento mínima requerida.
- Cuando se sueldan diferentes tipos de acero, la chapa que requiere la temperatura de precalentamiento más alta determina la temperatura de precalentamiento mínima posible.



Aumentar la temperatura mínima de precalentamiento en 25 °C, en relación con la tabla de temperaturas de precalentamiento anterior, para los casos siguientes:

1. Si la humedad ambiente es alta o la temperatura del aire ambiente es inferior a 5 °C
2. Uniones fijadas firmemente con elementos de unión
3. Para aportes de calor en el rango de 1,0-1,6 kJ/mm

Las temperaturas mínimas recomendadas para el precalentamiento y pases de soldadura indicadas en el diagrama de la página 8 no se ven afectadas con aportes de calor superiores a 1,7 kJ/mm. Para aportes de calor por debajo de 1,0 kJ/mm, en la página 8, la temperatura mínima de precalentamiento puede calcularse con WeldCalc™.

La información se basa en la hipótesis de que se deja enfriar la unión soldada al aire. Estas recomendaciones también se pueden aplicar a las soldaduras por puntos y pasadas por la raíz. Cada una de las soldaduras por puntos debería tener al menos 50 mm de longitud. Sin embargo, para espesores de chapa de hasta 8 mm, pueden tener longitudes más cortas.

Deben preverse las temperaturas máximas de precalentamiento para obtener propiedades favorables en toda la estructura soldada. Ver la página 14 para obtener más información. La distancia entre las soldaduras por puntos puede variar según resulte necesario. Póngase en contacto con SSAB para obtener más información en los siguientes casos:

- Hay presentes más de uno de los casos 1-3 de la página 8 al mismo tiempo
- En las uniones formadas por chapas con un espesor superior a 8 mm, se requiere una longitud de soldadura por puntos inferior a 50 mm.

Temperaturas de precalentamiento/entre pasadas debidas a las propiedades de los consumibles

Al soldar con consumibles con límites elásticos ($R_{p0.2}$) de hasta 700 MPa, las propiedades de los consumibles normalmente no influirán en la temperatura mínima de precalentamiento



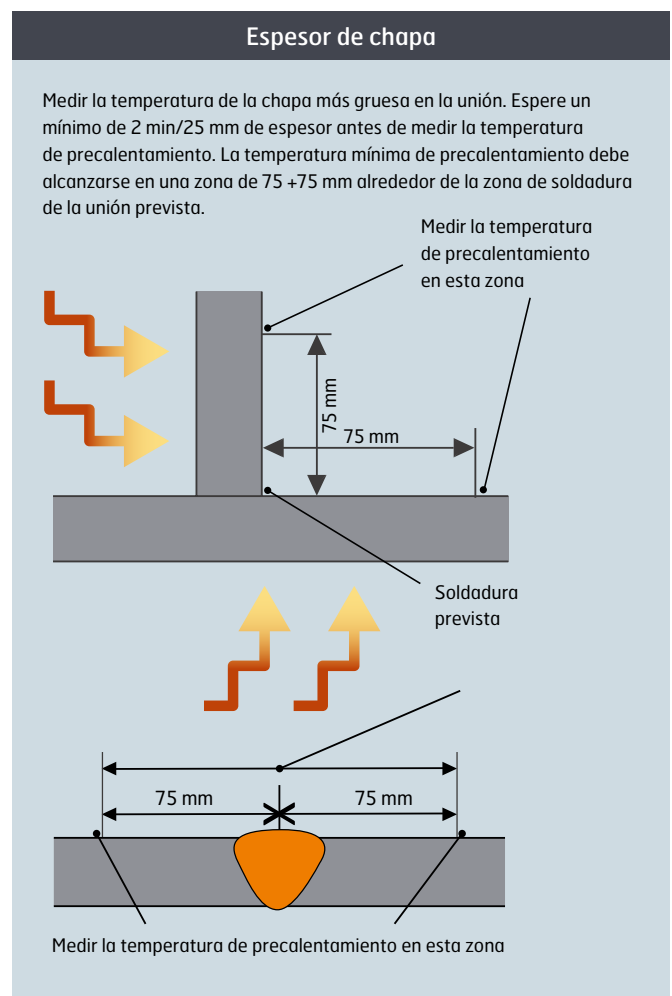
de la unión. El motivo es que el contenido de equivalente de carbono, CET, del metal primario normalmente excede el del metal de soldadura en al menos 0,03 unidades de porcentaje. Para consumibles con límites elásticos de 700 MPa y superiores, el valor de CET del consumible en comparación con el valor de CET del acero Strenx® es normalmente tan alto que se deben tener en cuenta la temperatura mínima de precalentamiento del acero y del consumible.

En este caso, debe usarse la temperatura mínima de precalentamiento más alta de las chapas de unión o del consumible. El software WeldCalc™ puede hacer más sencillos estos cálculos.

En cuanto a los tipos de consumibles con bajo contenido de aleación, el contenido máximo de hidrógeno está limitado a 5 ml/100 g de metal de soldadura.

Obtención y medición de la temperatura de precalentamiento y entre pasadas

El precalentamiento y la temperatura entre pasadas se pueden alcanzar de diferentes maneras. Usar precalentadores eléctricos situados alrededor de la unión preparada suele ser el mejor sistema, ya que proporcionan un calentamiento uniforme de la zona. La temperatura debería supervisarse usando, por ejemplo, un termómetro de contacto.



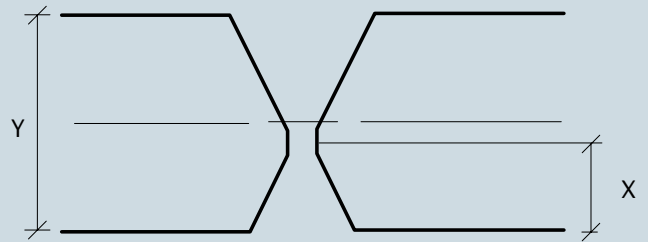
UNIÓN DE CHAPAS de mayor espesor

Al soldar chapas de espesores superiores a 25 mm, se recomiendan uniones asimétricas.

Esto las hará más resistentes al agrietamiento por hidrógeno. El motivo es que la parte central de las chapas de mayor espesor puede, en cierta medida, contener sustancias químicas que pueden favorecer el agrietamiento por hidrógeno. Las uniones con espesores de chapa de hasta 25 mm pueden ser simétricas o asimétricas.

Uniones con espesores de chapa superiores a 25 mm

Unión asimétrica: Se recomienda tomar el centro de la unión aproximadamente a 5 mm del centro del espesor de la chapa



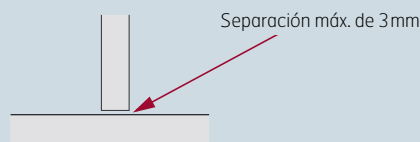
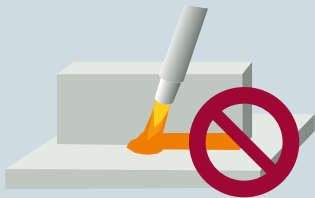
Y: Espesor de chapa

X: $(\text{Espesor de chapa} / 2) - 5 \text{ mm}$

Secuencias de soldadura y tamaño de separación

Para evitar el agrietamiento por hidrógeno en la unión

- Las secuencias de inicio y parada no deben tener lugar en una esquina. Si es posible, los procedimientos de inicio y parada deberían situarse al menos a 50-100 mm de las esquinas.
- La separación en la unión de soldadura debería ser de máximo 3 mm.



PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS SOLDADURAS

Productos laminados en frío de acero Strenx®

El aporte de calor debe ser lo suficientemente bajo como para evitar quemaduras en el material y para controlar las deformaciones en los niveles bajos de la unión. Con un aporte de calor correctamente ajustado se obtendrán buenas propiedades mecánicas en la unión.

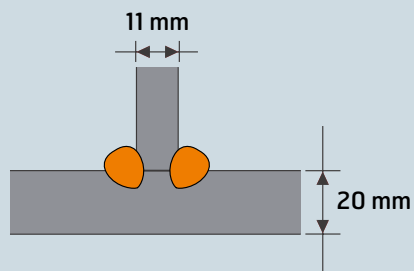
Cada caso de soldadura es único. Por ello, SSAB no especifica requisitos en cuanto al aporte de calor máximo. La resistencia de la unión será algo inferior, en comparación con las propiedades del metal primario sin afectar. En general, unos aportes de calor bajos resultan en un alta resistencia en la unión. Encontrará valores más precisos en el documento TechSupport 60.

Productos de chapa y fleje laminado en caliente de acero Strenx®

Nuestras recomendaciones para el acero Strenx® de alta resistencia se basan en unos valores típicos de resistencia a impactos en la zona afectada por el calor de al menos 27 J a -40 °C. Además, unos aportes de calor bajos resultarán en unas resistencias estáticas altas en la unión. Para espesores de chapa no representados en el diagrama, póngase en contacto con SSAB para obtener más información.

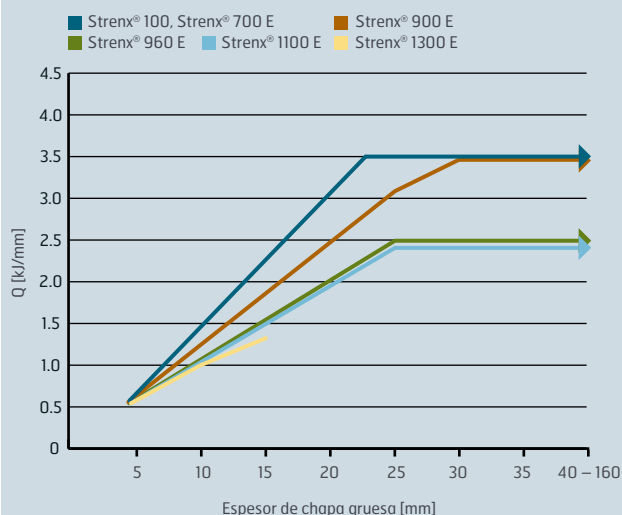
Espesor de chapa en láminas y chapa gruesa

Cuando se suelda una unión con espesores distintos de chapa en lámina y chapa gruesa, el aporte de calor recomendado se basa en la chapa más fina de la unión.



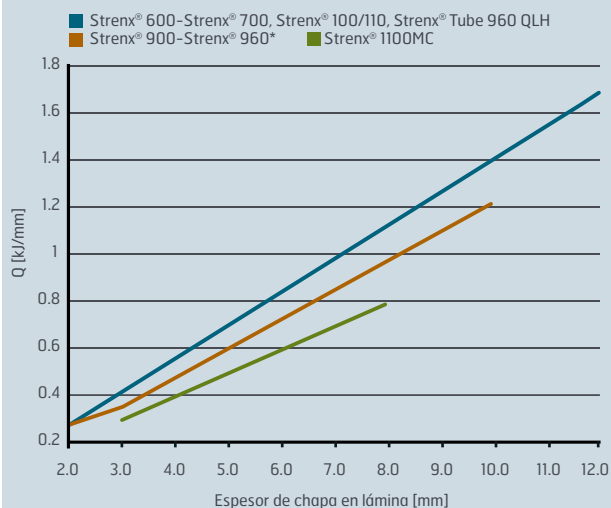
En este caso, el aporte de calor admisible se basa en un espesor de chapa de 11 mm.

Aporte de calor máximo recomendado para productos de chapa de acero Strenx® basado en la temperatura precalentamiento mínima usada



Aporte de calor máximo recomendado para productos de fleje laminado en caliente de acero Strenx® basado en la temperatura de precalentamiento más baja utilizada

Calidades MC, PLUS, MC Plus, Section, Tube MH, Tube MLH, Tube QLH y XF

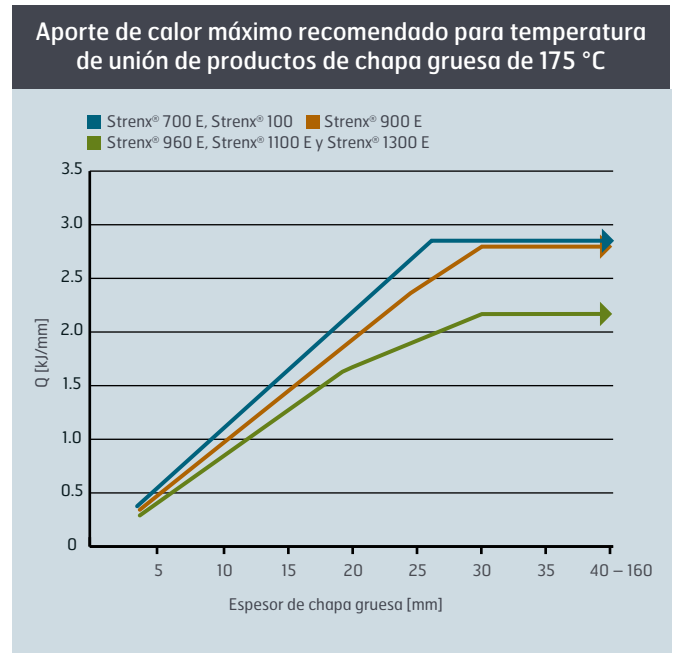
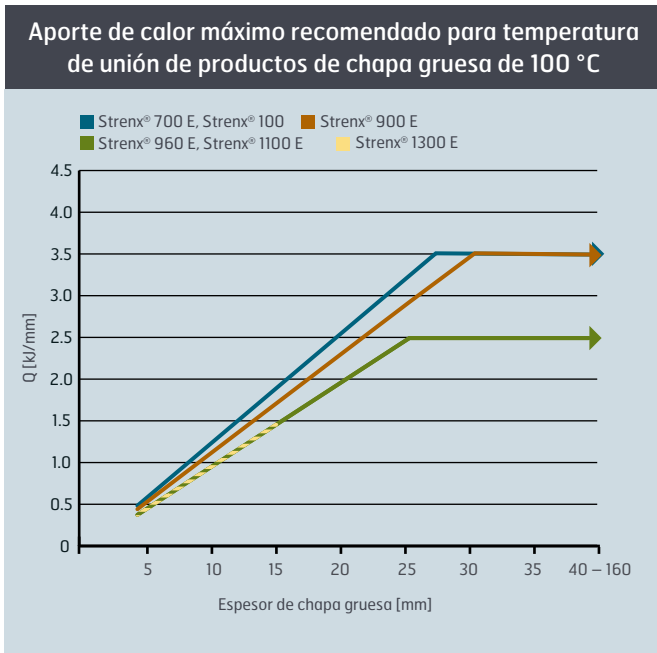


* Excepto Strenx® 960 QLH

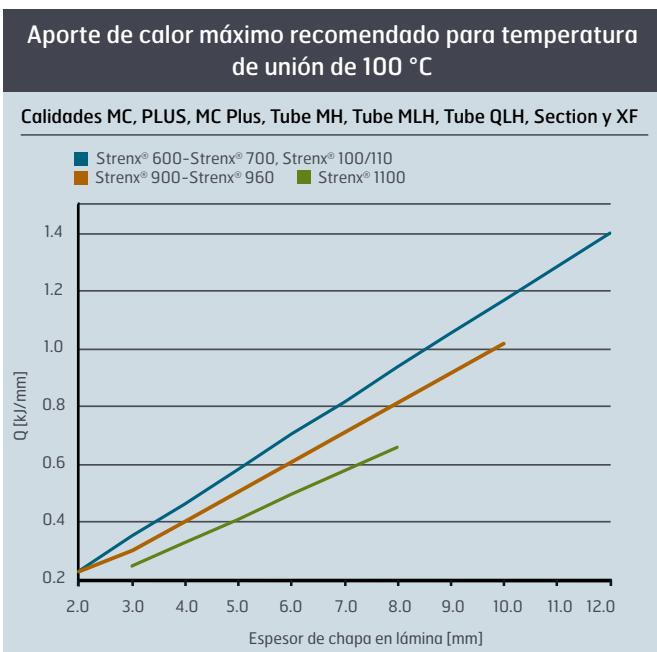
Soldadura a temperaturas más altas entre pasadas y precalentamiento

Las posibles temperaturas más altas que se alcancen en, por ejemplo, uniones de soldadura de pasadas múltiples, afectan al aporte de calor recomendado.

Las cifras a continuación, indican el aporte de calor recomendado para temperaturas de uniones de 100 °C y 175 °C.



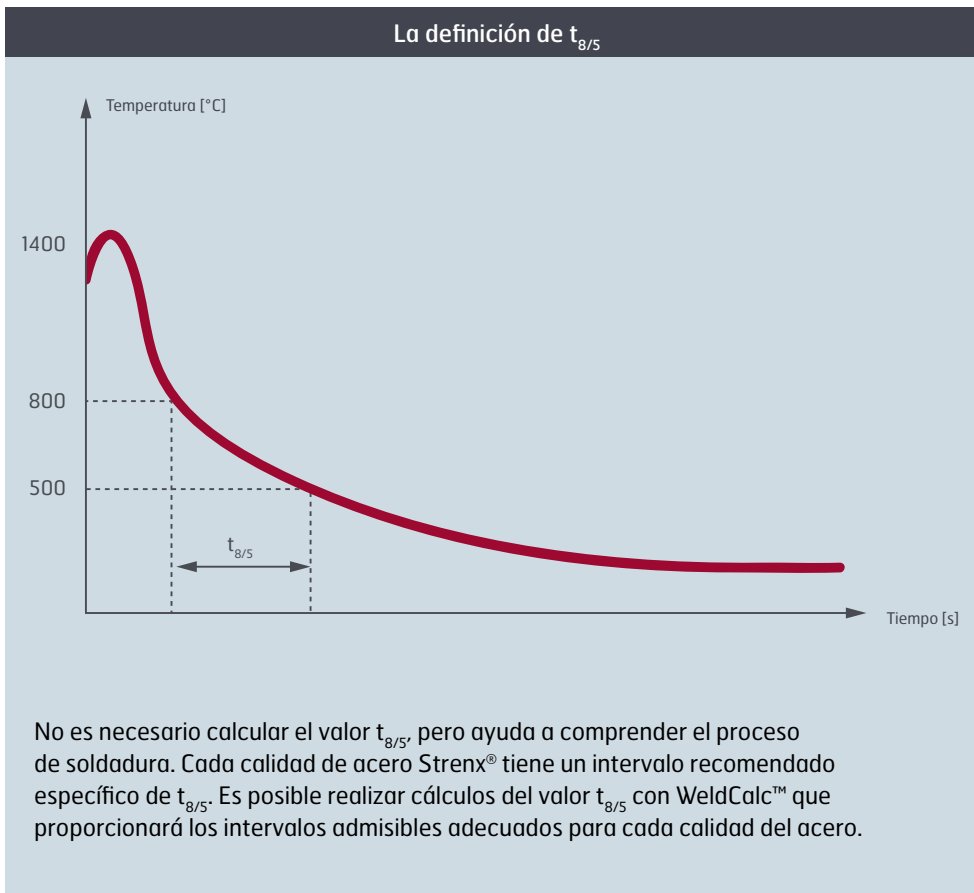
*No se mencionan otras calidades de Strenx® debido al espesor de chapa más fino. En estas situaciones no se alcanzarán normalmente temperaturas entre pasadas superiores a 175°C.



El valor $t_{8/5}$

El ciclo térmico de la soldadura se puede definir por el tiempo de enfriamiento en la zona afectada por el calor entre 800 °C y 500 °C. Este parámetro se denomina valor $t_{8/5}$ y se ilustra en la figura siguiente.

Es aproximadamente constante en las diferentes partes de la unión, siempre que la temperatura pico del procedimiento de soldadura supere los 900 °C.

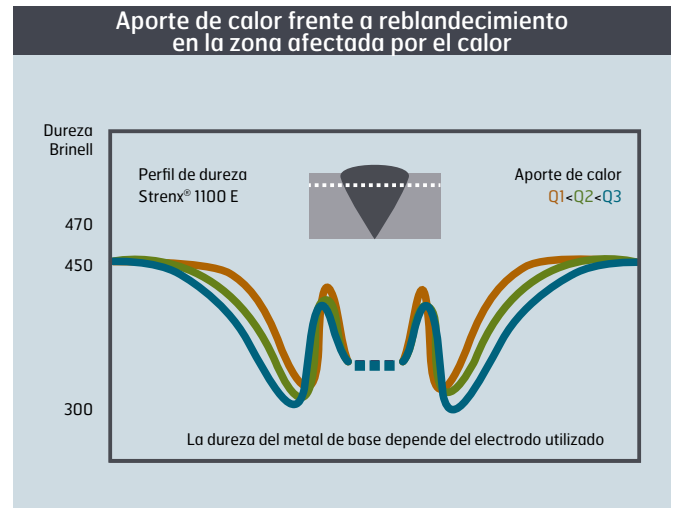


Valores $t_{8/5}$, mín. 27 J a -40 °C

Strenx® 960 E, Strenx® 1100 E, Strenx® 1300 E	5-15 s
Strenx® 1100MC	1-10 s
Strenx® 900MC, Strenx® 900 Plus, Strenx® Section 900MC, Strenx® Tube 900MH, Strenx® 960MC, Strenx® Tube 960MH Strenx® 960 Plus	1-15 s
Strenx® 100, Strenx® 700 E, Strenx® 900 E, Strenx® Tube 960QLH	5-20 s
Strenx® 100 XF, Strenx® 110 XF Strenx® 650MC, Strenx® Section 650MC, Strenx® 600MC Strenx® 700MC, Strenx® 700MC Plus, Strenx® Section 700MC, Strenx® Tube 700MH, Strenx® Tube 700MLH	1-20 s
Strenx® Tube 700 QLH	5-25 s

DISTRIBUCIÓN DE DUREZA EN LA UNIÓN

La distribución de dureza de la zona afectada por el calor depende de la calidad del acero, el espesor de las chapas gruesas y el aporte de calor aplicado durante la soldadura. La dureza de la soldadura viene determinada por su resistencia. Cuanto mayor sea la resistencia en la unión, mayores serán los valores de dureza.



TEMPERATURA MÁXIMA RECOMENDADA DE PRECALENTAMIENTO/ ENTRE PASADAS DURANTE LA SOLDADURA Y EL CORTE TÉRMICO

Las temperaturas máximas de precalentamiento/entre pasadas se indican para evitar la degradación de las propiedades mecánicas de toda la estructura soldada. Las temperaturas máximas de precalentamiento indicadas son válidas para la soldadura al usar precalentamiento. Como las calidades de acero Strenx® Cr solo se sueldan con la técnica de pasada única, no se indican las temperaturas máximas de precalentamiento.

Temperaturas máximas de precalentamiento/entre pasadas [°C]			
Nombre del acero	Temp. máx. de precalentamiento/entre pasadas [°C]	Nombre del acero	Temp. máx. de precalentamiento/entre pasadas [°C]
Strenx® 100	300	Strenx® 900 E*	300
Strenx® 100 XF	100	Strenx® 900 Plus	150
Strenx® 110 XF	100	Strenx® 900MC	100
Strenx® 600MC	100	Strenx® Section 900MC	100
Strenx® 650MC	100	Strenx® Tube 900MH	100
Strenx® 650 Section	100	Strenx® 960 E*	300
Strenx® 700 E*	300	Strenx® 960 Plus	150
Strenx® 700MC	100	Strenx® 960MC	100
Strenx® 700MC Plus	100	Strenx® Tube 960MH	100
Strenx® Section 700MC	100	Strenx® Tube 960QLH	300
Strenx® Tube 700MH	100	Strenx® 1100 E*	200
Strenx® Tube 700MLH	100	Strenx® 1100MC	100
Strenx® Tube 700QLH	300	Strenx® 1300 E*	200

*Se pueden aplicar temperaturas entre pasadas de hasta +400 °C en determinadas situaciones.



CONSUMIBLES DE SOLDADURA

Los más habituales para la soldadura del acero Strenx® son los consumibles de acero inoxidable sin aleación o con bajo contenido de aleación.

Resistencias de consumibles de soldadura no aleados y con bajo contenido de aleación

La resistencia de los consumibles de soldadura se debe elegir tomando como referencia las cifras que se proporcionan en la página siguiente. El uso de consumibles de baja resistencia ofrece varias ventajas, como por ejemplo:

- Mayor resistencia a impactos del metal primario
- Mayor resistencia al agrietamiento por hidrógeno
- Menores tensiones residuales en la unión

Para uniones de pasadas múltiples de calidades de acero Strenx® que requieran precalentamiento, resulta ventajoso soldar con consumibles de resistencias distintas. Las soldaduras por puntos y las primeras pasadas se sueldan con consumibles

de baja resistencia. A continuación, se usan consumibles de alta resistencia para el resto de las pasadas. Esta técnica puede aumentar tanto la resistencia a impactos como al agrietamiento por hidrógeno en la unión.

Contenido de hidrógeno de consumibles de soldadura no aleados y con bajo contenido de aleación

El contenido de hidrógeno debe ser inferior o igual a 5 ml de hidrógeno por cada 100 gramos de metal de soldadura. Los electrodos sólidos utilizados para soldadura MAG y TIG normalmente pueden dar lugar a estos bajos contenidos de hidrógeno en el metal de soldadura. El contenido de hidrógeno para otros tipos de consumibles de soldadura debe obtenerse de los fabricantes correspondientes.

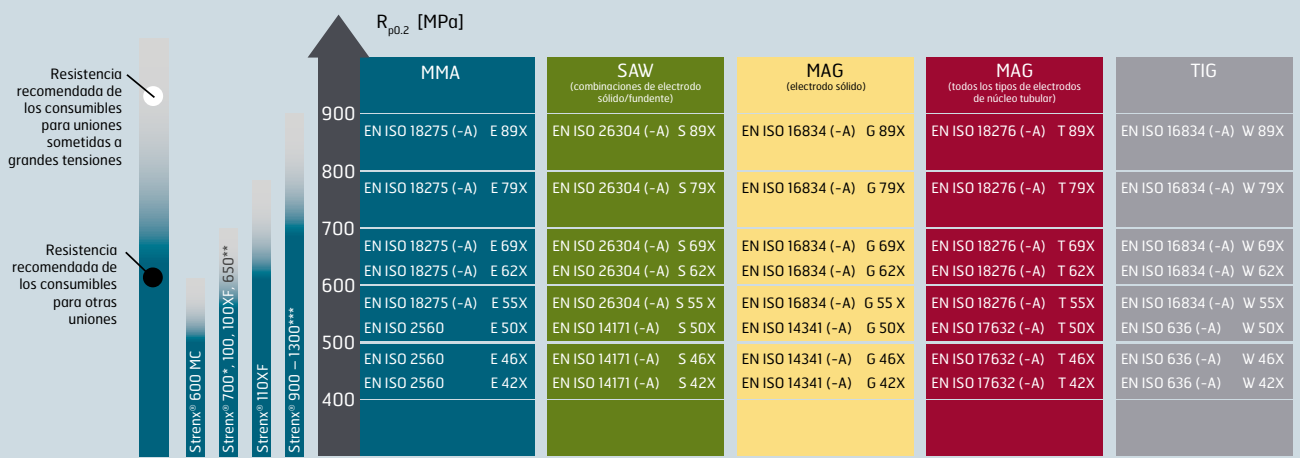
En www.ssab.com se facilitan ejemplos de consumibles, en el documento TechSupport 60. Si los consumibles se almacenan del modo indicado en las recomendaciones del fabricante, se mantendrá el contenido de hidrógeno en los niveles previstos. Esto es aplicable, ante todo, a los fundentes y consumibles con revestimiento.

Consumibles de soldadura



- Consumibles de soldadura con mayor resistencia
- Consumibles de soldadura con menor resistencia

Consumibles para soldadura, clase EN

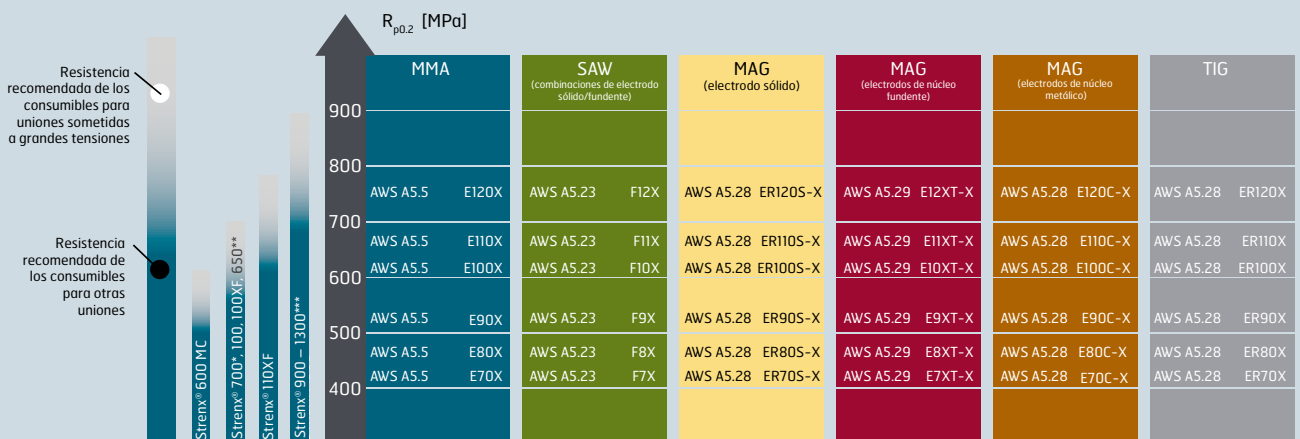


* incluidas las calidades MC, Plus, MC Plus, E, CR, MH, Tube y Section

** incluidas las calidades MC y secciones

*** incluidas las calidades MC, Plus, CR, Tube y Section

Consumibles para soldadura, clase AWS



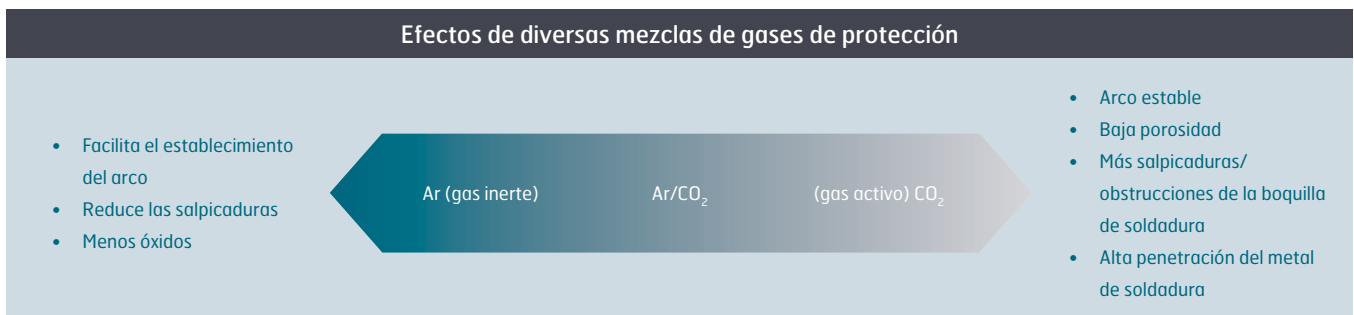
* incluidas las calidades MC, Plus, MC Plus, E, CR, MH, Tube y Section

** incluidas las calidades MC y secciones

*** incluidas las calidades MC, Plus, CR, Tube y Section

GAS DE PROTECCIÓN PARA SOLDADURA

La elección y la mezcla de los gases de protección dependen de las condiciones de la soldadura. Lo más frecuente es usar mezclas de Ar y CO₂.



Ejemplos de mezclas de gases de protección

Método de soldadura	Tipo de arco	Posición	Gas de protección para soldadura
Electrodo sólido MAG	Arco corto	Todas las posiciones	18-25% CO ₂ rest. Ar
Electrodo relleno de fundente MAG	Arco corto	Todas las posiciones	18-25% CO ₂ rest. Ar
Electrodo sólido MAG	Arco largo	Horizontal (PA, PB, PC)	15-20% CO ₂ rest. Ar
MAG, FCAW	Arco largo	Todas las posiciones	15-20% CO ₂ rest. Ar
MAG, MCAW	Arco largo	Horizontal (PA, PB, PC)	15-20% CO ₂ rest. Ar
MAG robotizada y automatizada	Arco largo	Horizontal (PA, PB, PC)	8-18% CO ₂ rest. Ar
TIG	Arco largo	Todas las posiciones	100% puro Ar

En todos los métodos de soldadura, basados en gas de protección, el caudal del gas depende de las condiciones de soldadura. Como norma general, el caudal del gas de protección en l/min debe ser igual al diámetro interior de la boquilla (inyector) medido en mm.

RECOMENDACIONES ADICIONALES PARA LA SOLDADURA DEL ACERO STRENX®

Resistencia al desprendimiento lamelar y el agrietamiento por calor

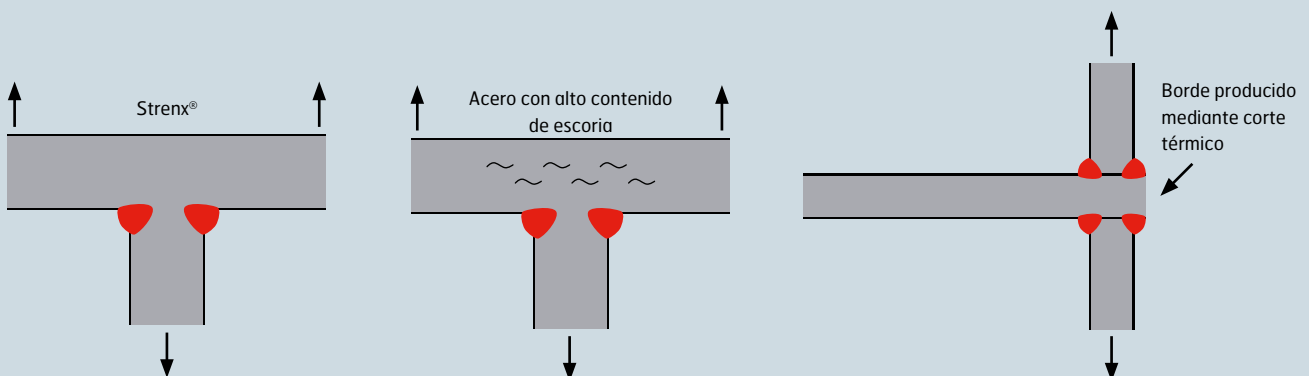
Las calidades del acero Strenx® se producen con contenidos muy bajos de contaminantes como azufre y fósforo. Esto contribuye a obtener propiedades mecánicas beneficiosas en la zona afectada por el calor y en el metal primario no afectado. Además, también aumenta la resistencia a las discontinuidades de soldadura en términos de agrietamiento por calor y desprendimiento lamelar.

El desprendimiento lamelar es el resultado de inclusiones paralelas a la superficie de la chapa gruesa donde hay presente una carga de tracción en dirección perpendicular a la superficie de la chapa gruesa.

Para uniones con carga perpendicular a la dirección de la superficie de la chapa gruesa, evite defectos afilados colocando las uniones lejos del borde de la chapa gruesa. Para uniones con chapas de espesor más fino, el corte térmico produce un borde con una calidad de superficie superior a la obtenida por cizallamiento y punzonado.

Agrietamiento por calor

- Antes de la soldadura, mantenga la unión limpia de contaminantes como aceite y grasa. Elimine estas sustancias empleando un método adecuado.



Desprendimiento lamelar. Diferencia entre un acero con muchas inclusiones de escoria y los aceros Strenx®

Se recomienda usar bordes cortados mediante corte térmico en las uniones en T con soldaduras cercanas al borde cortado

Para la soldadura de otro tipo de acero, adopte las precauciones normales para evitar discontinuidades. Para obtener información adicional, descargue el documento TechSupport 47 disponible en www.ssab.com.

Soldadura en acero Strenx® con imprimación

Las calidades de acero Strenx® se pueden pedir con imprimación. Si es así, se puede soldar directamente sobre la imprimación gracias a su bajo contenido de cinc. La imprimación se puede eliminar fácilmente mediante cepillado o esmerilado de la zona alrededor de la unión. La eliminación de la imprimación, antes de la soldadura, puede minimizar la porosidad en la soldadura y facilitarla en posiciones diferentes a la horizontal. Si se deja la imprimación en la preparación de la soldadura, aumentará ligeramente la porosidad del metal de soldadura. El proceso de soldadura MAG, con tipos básicos de electrodos con núcleo fundente, y el proceso de soldadura MMA ofrecen las porosidades más bajas. Al igual que ocurre en todas las operaciones de soldadura, se debe asegurar una buena ventilación para evitar efectos perjudiciales sobre el soldador y el entorno. Para obtener información adicional, descargue el documento TechSupport 25 disponible en la sección de descargas de www.ssab.com.

Soldadura de productos laminados en frío de acero Strenx® pedidos con película de aceite

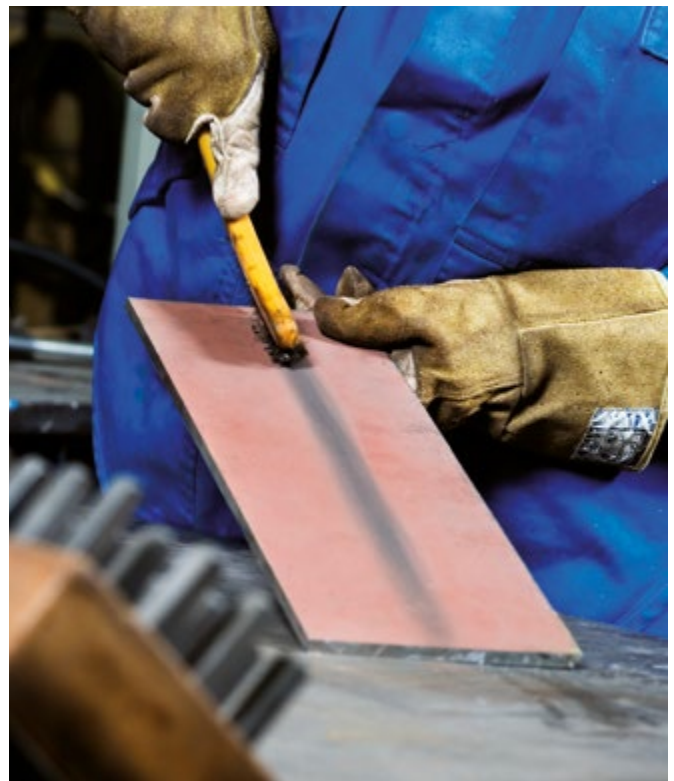
Para evitar daños por corrosión, normalmente se aplica una fina película de aceite sobre la chapa de acero. La película de aceite es tan fina que no crea ningún problema de porosidad. El aceite se gasifica y desaparece rápidamente durante la soldadura.

Tratamiento térmico posterior a la soldadura

En los productos de acero Strenx®, excepto en las calidades Strenx® 1100 E, Strenx® 1300 E and Strenx® 1100MC, es posible aliviar las tensiones mediante un tratamiento térmico posterior a la soldadura, aunque rara vez resulta necesario. No se recomienda tratamiento térmico posterior a la soldadura para las tres últimas calidades de acero indicadas, ya que esta medida puede afectar a las propiedades mecánicas de toda la estructura. Póngase en contacto con SSAB para obtener más información sobre las temperaturas y los tiempos de mantenimiento adecuados.

Agrupamientos de material conforme a la norma europea ISO/TR 15608

Al determinar la idoneidad del procedimientos de soldadura conforme a la norma europea, los agrupamientos de acero son:



Para obtener unos resultados óptimos, se puede retirar la imprimación.

Almacenamiento

Si el acero Strenx® se almacena en un entorno que favorezca la acumulación de suciedad en la superficie de la chapa, deben tomarse algunas precauciones. Para evitar defectos de soldadura, es posible que sea necesario limpiar el acero de alguna manera antes de la soldadura.

Agrupamiento de material

Acero	Espesor [mm]	Agrupamiento de material conforme a la norma ISO/TR 15608.
Strenx® 700 E	≤ 53,0	3,2
Strenx® 700 E	> 53,0	3,1
Strenx® 100 E	Todos espesores de chapa	3,1
Strenx® 900 E, 960 E, 1100 E, 1300 E	Todos espesores de chapa	3,2
Acero Strenx® 100 XF, 110 XF, 700MC Plus, calidades de acero Strenx® que finalizan en MC, Tube MH, Tube MH, Tube MLH y toda la sección de grados	Todos los espesores de chapa	2,2
Strenx® 900 Plus, 960 Plus, Tube 960 QLH	Todos los espesores de chapa	3,2

SSAB es una empresa nórdica siderúrgica con sede también en Estados Unidos. SSAB ofrece productos y servicios de valor añadido desarrollados en estrecha colaboración con sus clientes para crear un mundo más sólido, ligero y sostenible. SSAB proporciona empleo a personas en más de 50 países. SSAB cuenta con instalaciones de producción en Suecia, Finlandia y Estados Unidos. SSAB cotiza en bolsa, en el mercado Nasdaq de Estocolmo, y de manera secundaria en el mercado Nasdaq de Helsinki.

www.ssab.com

Síguenos también en redes sociales:

Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter y YouTube.

SSAB

P.O. Box 70

SE-101 21 Estocolmo

SUECIA

Dirección de visita:

Klarabergsviadukten 70

Teléfono: +46 8 45 45 700

Correo electrónico: contact@ssab.com

Strenx.com

Strenx® es una marca registrada del grupo empresarial SSAB. La información que se proporciona en este folleto es de carácter meramente informativo. SSAB AB declina toda responsabilidad por la eficacia o idoneidad de cualquier aplicación. Es responsabilidad del usuario determinar de forma independiente la idoneidad de todos los productos y/o aplicaciones, así como de probar y verificar los mismos. La información proporcionada por SSAB AB en este documento se proporciona "tal cual, dónde está" y con todos los errores, y el usuario se responsabilizará de todos los riesgos asociados con dicha información.

Copyright © 2021 SSAB AB. Todos los derechos reservados.

SSAB