

# Let's talk

Ronaldo Cardoso Jr.

Danilo Souza

**SSAB**



SSAB es una siderúrgica global con posición de liderazgo en aceros de alta resistencia y servicios relacionados.

# SSAB en Resumen

**7.5** mil millones  
USD

Venta anual en 2017

Produciendo acero desde

**1878**



**15,000**  
Empleados en  
50 países

Capacidad anual de producción  
de acero:

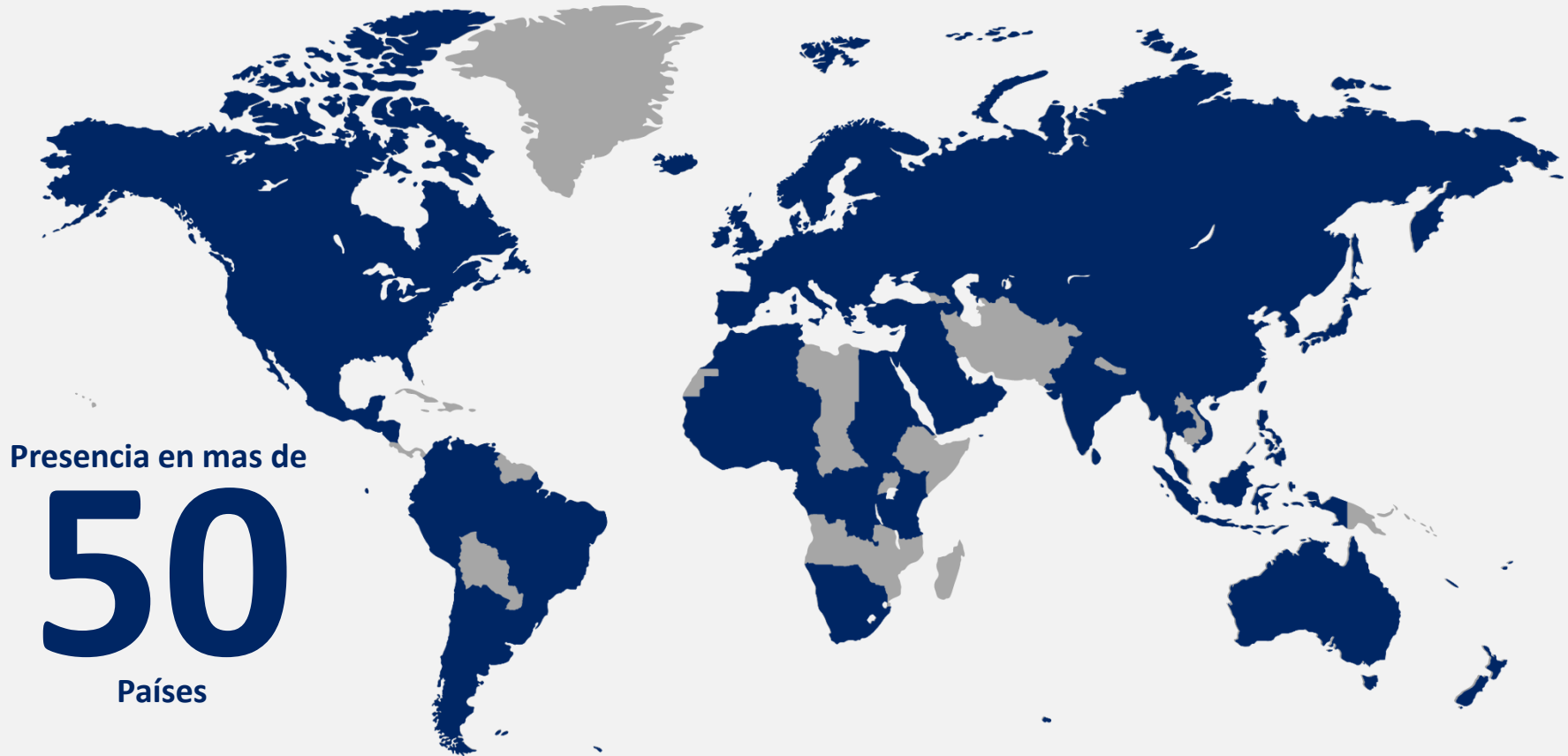
**8.8** Millones  
Toneladas

**Nuestros negocios:**

SSAB Special Steels,  
SSAB Europe,  
SSAB Americas, Tibnor,  
Ruukki Construction

**SSAB**

# Empresa Global con Presencia Local



SSAB

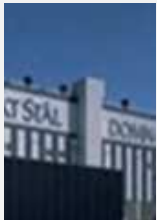


# Unidades de producción - Europa



## Luleå, Sweden

- ▶ Established: 1941
- ▶ Steel production
- ▶ SSAB Europe
- ▶ Employees: 1,200



## Borlänge, Sweden

- ▶ Established: 1878
- ▶ Strip products
- ▶ SSAB Europe and special steels
- ▶ Employees: 1,700



## Oxelösund, Sweden

- ▶ Established: 1913
- ▶ Steel production, heavy plates
- ▶ SSAB Special Steels
- ▶ Employees: 2,300



## Raahen, Finland

- ▶ Established: 1960
- ▶ Steel production, heavy plates and strip products
- ▶ SSAB Europe and special steels
- ▶ Employees: 2,700



## Hämeenlinna, Finland

- ▶ Established: 1972
- ▶ Strip products and tubes
- ▶ SSAB Europe
- ▶ Employees: 900

# Unidades de Producción - EE.UU.

## Montpelier, Iowa

- ▶ Established: 1997
- ▶ Heavy plate mill
- ▶ Scrap-based EAF steel production
- ▶ R&D Center
- ▶ SSAB Americas
- ▶ Employees: 500



## Mobile, Alabama

- ▶ Established: 2001
- ▶ Heavy plate mill
- ▶ Scrap-based EAF steel production
- ▶ SSAB Americas
- ▶ Employees: 600



● SSAB Production sites

● Wear Solutions

**SSAB**

# Ofrecemos más que acero

An iceberg floating in the ocean. The tip of the iceberg is visible above the water line, while the much larger part of the iceberg is submerged below the surface. This visual metaphor represents the company's offerings, where the visible part is the product and the submerged part represents the extensive commercial and technical support services.

## **PRODUCTO DE ALTA CALIDAD**

Composicion química limpia, garantías de tolerancia de espesor, garantías de tenacidad, consistencia dentro de las placas y entre ellas, material apto para talleres, etc.

## **SERVICIO COMERCIAL**

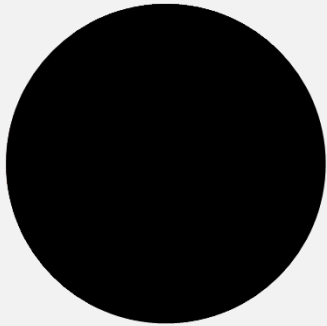
Acciones locales, contactos locales a su servicio, soluciones a medida, marcas fuertes, programas de marca, soporte de marketing, etc.

## **SOPORTE TECNICO**

Expertos en soldadura, expertos en diseño, expertos en conformación, expertos en tecnología de desgaste, soporte de desarrollo de productos, soporte de eficiencia de producción, manuales, cálculo de optimización, etc.

**SSAB**

# Paquete Completo de Servicio



**SSAB Knowledge Service Center  
para soporte de aplicaciones**



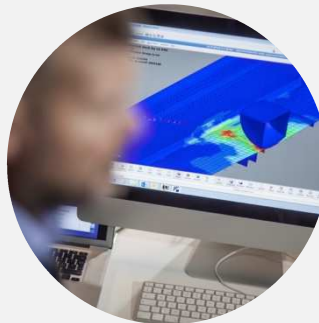
**SSAB Shape para  
producción de piezas para  
OEM**



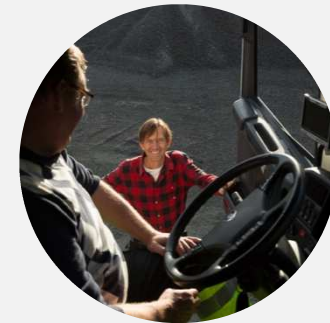
**Centros Hardox Wearparts  
para solución en desgaste**



**Estoque y vendas locales**



**Soporte técnico amplio**



**Programa de desarrollo  
conjunto de clientes**

**SSAB**



# Que es Hardox Wearparts?



**HARDOX®**  
**WEARPARTS**

# INICIO EN

# HOY



MÁS DE  
**400**

**CENTROS**

EN MÁS DE

**85**

## Programa de pacería da SSAB para suministro de piezas y soluciones en desgaste

- ▶ Soporte a los clientes con la mejor opción de piezas y servicios de desgaste
- ▶ Trabajando con la plancha de desgaste Hardox®, el acero de SSAB líder mundial en desgaste



**SSAB**



Una familia conectada para encontrar siempre la mejor solución para los clientes



**SSAB**



**HARDOX<sup>®</sup>**

**WEARPARTS**

**SSAB**

# La Fuerza de Nuestros Aceros



**STRENX™**  
PERFORMANCE STEEL

The high-strength, high-performance steel



**HARDOX®**  
WEAR PLATE

The renowned hard and tough steel for aggressive environments



**DOCOL®**  
HIGH STRENGTH STEEL

Safety for automotive



**TOOLOX®**  
ENGINEERING & TOOL STEEL

The premium engineering and tool steel



**ARMUX®**  
PROTECTION PLATE

Hardest steel for maximum protection



**GREENCOAT®**  
COLORFUL STEEL

For harsh weather and greener living



**SSAB**  
DOMEX / BORON  
FORM / WEATHERING  
LASER PLUS

Optimized families

**RUUKKI**  
**Ramor®**

**SSAB**



# Exposición al Riesgo

Ambientes donde seguridad personal es fundamental



Carro blindado para transporte de valores y personas



# Exposición al Riesgo

Ambientes donde seguridad personal es fundamental



Policía entrando en áreas de riesgo





# Exposición al Riesgo

Ambientes donde seguridad personal es fundamental



Explotación de bombas en áreas de  
guerras

# Exposición al Riesgo

Ambientes donde seguridad personal es fundamental



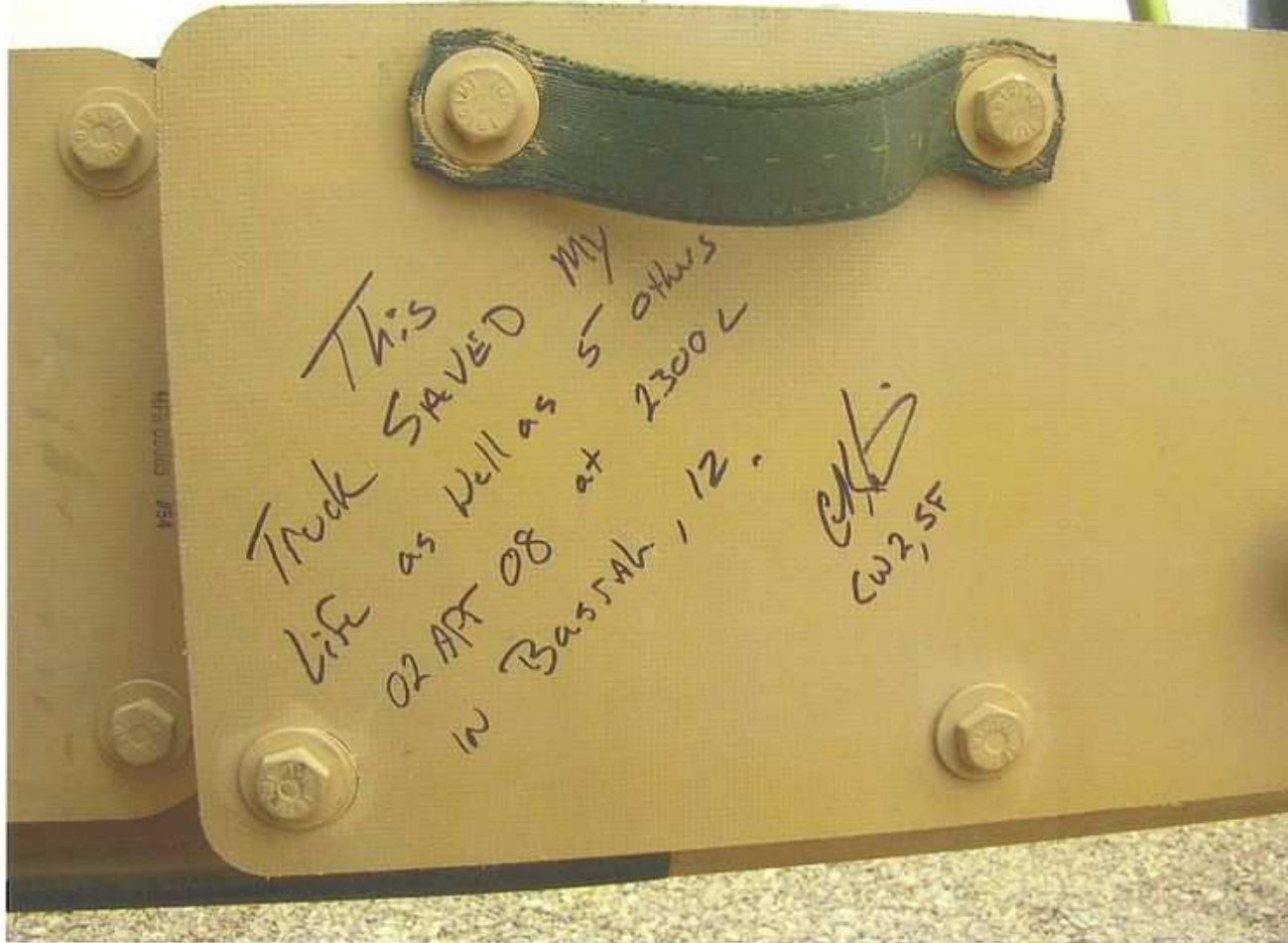
Explotación de bombas en áreas de  
guerras

**SSAB**



# Exposición al Riesgo

Ambientes donde seguridad personal es fundamental

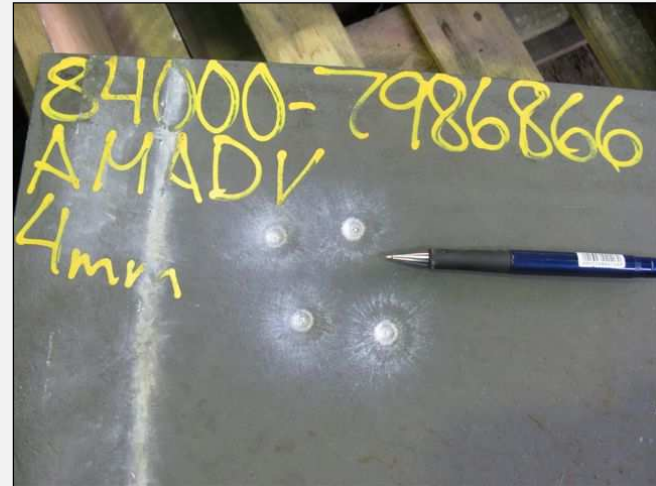


Explotación de bombas en áreas de guerras

**SSAB**

# Requerimientos de Planchas Ramor/Armox

Protección contra penetración  
- Dureza y tenacidad



Protección contra explotación  
- Tenacidad y resistencia



**SSAB**

# SSAB Ballistic Steels

- ▶ SSAB fabrica una amplia gama de aceros para aplicación balística

**ARMOR<sup>®</sup>**  
*PROTECTION PLATE*

Ramor  
Protection Plate



**SSAB**  
**SSAB**

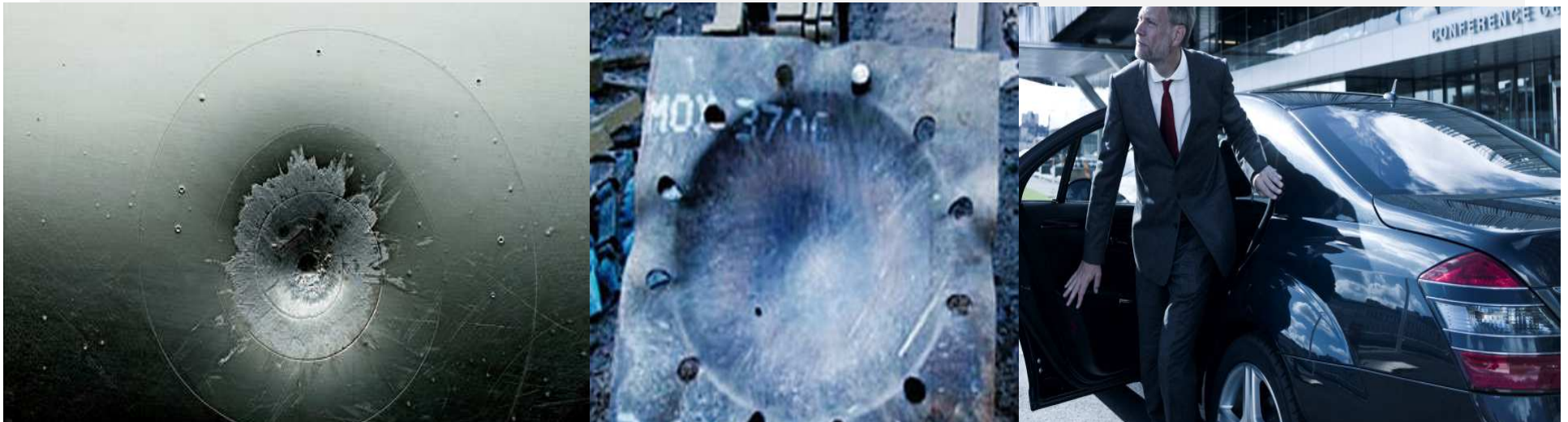


# Ventajas de los Aceros SSAB

- ▶ La gama de productos más completa
- ▶ Mayor dureza y tenacidad actualmente disponible
- ▶ Propiedades balísticas y explosivas garantizadas.
- ▶ Excelentes propiedades de taller
- ▶ Propiedades consistentes ofrecen mejores soluciones de diseño.

**ARMOX®**  
PROTECTION PLATE

**RAMMO**  
**Ramor®**



SOLUCIONES MÁS LIVIANAS, MISMA PROTECCIÓN

# Widest product range, we cover it all

Every application, every design has its own challenges and unique set of critical design requirements

| Armox product range | Thickness (mm) | Hardness (HBW/HRC) | Yield Strength (Mpa) | Tensile Strength (Mpa) | Elongation (A5/A50 %) | Impact toughness (J)* |
|---------------------|----------------|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Armox 370T Class 1  | 3-20           | 380-430            | Min. 1000            | 1150-1350              | Min. 10 / Min. 12     | Min. 20               |
| Armox 370T Class 1  | 20-40          | 340-390            | Min. 900             | 1050-1250              | Min. 11 / Min. 13     | Min. 25               |
| Armox 370T Class 1  | 40-80          | 300-350            | Min. 850             | 950-1150               | Min. 12 / Min. 14     | Min. 30               |
| Armox 370T Class 2  | 3-140          | 280-330            | Min. 800             | 900-1000               | Min. 13 / Min. 15     | Min. 40               |
| Armox 440T          | 4-30           | 420-480            | Min. 1100            | 1250-1550              | Min. 10 / Min. 12     | Min. 35. Typical 75   |
| Armox 500T          | 3-140          | 480-540            | Min. 1250            | 1470-1750              | Min. 8 / Min. 10      | Min. 25. typical 45   |
| Armox 600T          | 4-20           | 570-640            | Typical 1500         | Typical 2000           | Typical 7 /           | Min. 12. Typical 25   |
| Armox Advance       | 5-7            | /58-63             |                      |                        |                       | Typical 10            |

| Ramor product range | Thickness (mm) | Hardness (HBW/HRC) | Yield Strength (Mpa) | Tensile Strength (Mpa) | Elongation (A5/A50 %) | Impact toughness (J)* |
|---------------------|----------------|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ramor 400           | 3-16           | 360-450            | 1100                 | 1300                   | 8                     | 20 J                  |
| Ramor 450           | 8-16           | 420-480            | 1100                 | 1280                   | 9                     | 35 J                  |
| Ramor 500           | 2.2-16         | 480-560            | 1450                 | 1700                   | 7                     | 20 J                  |
| Ramor 550           | 3-16           | 540-600            | 1550                 | 1850                   | 7                     | 16 J                  |

\* Charpy V -40C, Average of three tests. Transverse to rolling direction.

# Consistencia

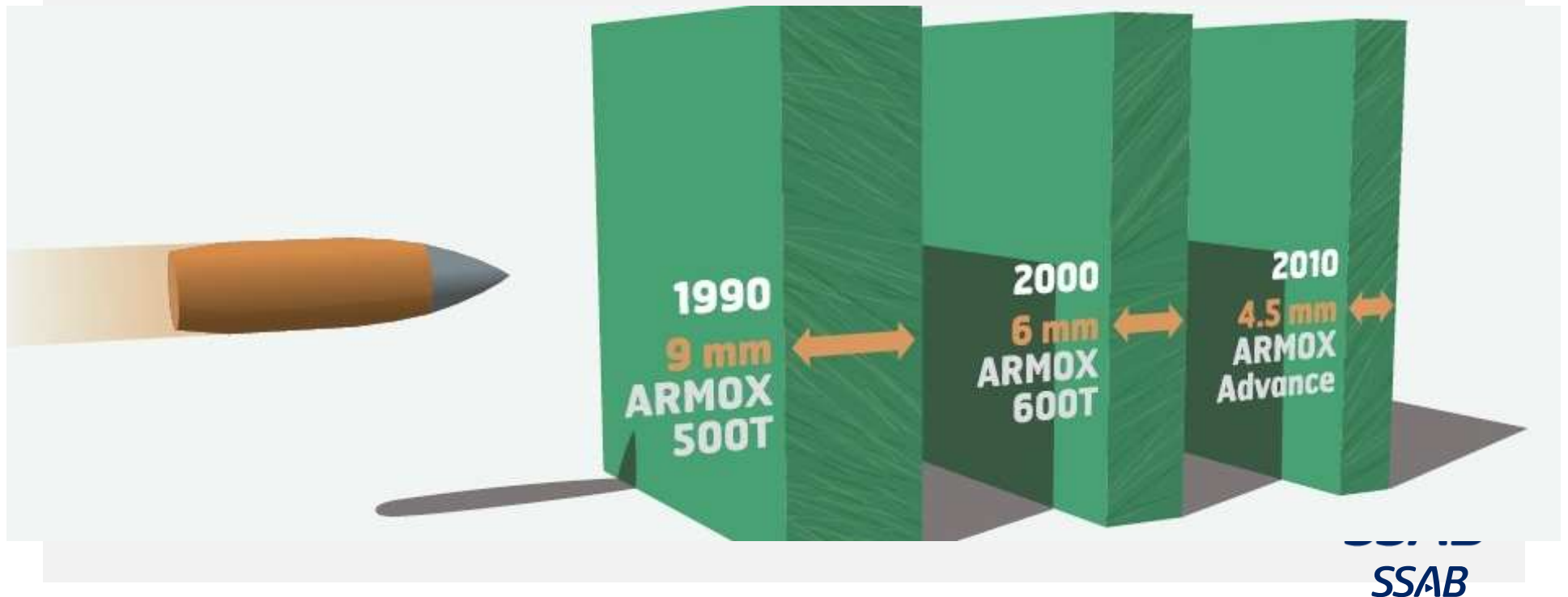
- ▶ Las propiedades uniformes en toda la placa, y también de placa a placa, son extremadamente importantes para los clientes de acero de protección SSAB
- ▶ Lo que se prueba también está garantizado: dureza, resistencia al impacto, rendimiento y resistencia a la tracción
- ▶ Certificado por los ministerios de defensa.





## Beneficios del aumento de grado ("upgrading")

- Misma protección usando chapas más delgadas y livianas



# Ramor – Advanced protection steels

## Ramor 400

- ▶ Steel for protection against high pressures caused by explosions and blasts

## Ramor 450

- ▶ Mineshield and vehicle floor applications
- ▶ Excellent workshop properties

## Ramor 500

- ▶ For all ballistic protection purposes .”Multisteel”
- ▶ Very workshop friendly in its hardness class

## Ramor 550

- ▶ For ballistic protection
- ▶ Advanced ultra high hardness steel for weight critical applications with workshop properties of 500HB steel

Delivery condition DQ



SSAB  
SSAB

# Ramor - Workshop friendly

| Feature             |           | Ramor 400                                                       | Ramor 450                                        | Ramor 500                                                                       | Ramor 550                         |
|---------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Workshop properties | Cutting   | All common methods                                              | All common methods                               | Water jet, Laser, plasma and flame cutting                                      | Water jet, Laser, or plasma       |
|                     | Drilling  | Reinforced HSS or ordinary HSS with limited life                | Reinforced HSS or ordinary HSS with limited life | Solid carbide or reinforced HSS                                                 | Only solid carbide                |
|                     | Threading | Possible with good quality taps                                 | Possible with good quality taps                  | Milling or with good quality threading taps (cutting type)                      | Milling only                      |
|                     | Bending   | 5 x t                                                           | 4 x t                                            | 6 x t                                                                           | 6 x t                             |
|                     | Welding   | Austenite or soft ferritic consumables.<br>Preheating t > 25 mm | Austenite consumables recommended                | Austenite, high strength- or soft ferritic consumables.<br>Preheating t > 10 mm | Austenite consumables recommended |

# **ARMOX<sup>®</sup>**

***PROTECTION PLATE***

Ramor  
Protection Plate

Aplicaciones



## Partnership between Centigon and SSAB



**SSAB**

## Partnership between Centigon and SSAB



**SSAB**

## Partnership between Centigon and SSAB



**SSAB**

## Partnership between Centigon and SSAB



**SSAB**



## Partnership between Centigon and SSAB



**SSAB**

## Partnership between Centigon and SSAB



**SSAB**



## Partnership between Centigon and SSAB



**SSAB**

# MOWAG EAGLE IV



SSAB



# OTOKAR COBRA



**SSAB**

# RIVA



**SSAB**

# BAE RG33



**SSAB**

# RG 31 having suffered a mine blast



**SSAB**



# PANHARD PVP



**SSAB**

# BAE TACTICA



**SSAB**

# PATRIA AMV



**SSAB**



# STEYR PANDUR II



**SSAB**



# MOWAG PIRANHA IV



**SSAB**

# Taiwan – Snow Leopard



# NEXTER VBCI



**SSAB**



# KMW BOXER



**SSAB**



# HÄGGLUNDS BV210



**SSAB**

# HÄGGLUNDS CV90



SSAB



# KMW PUMA



**SSAB**

## LEOPARD 2 (Greece)



**SSAB**



# LEOPARD 2 (Germany)



**SSAB**

# MINE CLEARING



**SSAB**

# MINE CLEARING



**SSAB**

# DORBYL CHUBBY



**SSAB**



# PROCESAMIENTO

# CORTE



**SSAB**

# Corte

## **Aspectos generales acerca del corte de los aceros Armox y Ramor**

Pueden ser cortados por cualquier método de corte convencional:

- Oxi corte, Plasma, Laser, Jato de agua, Disco abrasivo, etc.

# Métodos de Corte Convencionais



Tabela 1

**Aspectos gerais para diferentes métodos de corte**

| Método de corte       | Velocidade de corte | Abertura | ZAT      | Tolerância |
|-----------------------|---------------------|----------|----------|------------|
| Jato de água abrasiva | 8–150 mm/min        | 1–3 mm   | 0 mm     | ±0,2 mm    |
| Corte a Laser         | 600–2200 mm/min     | <1 mm    | 0,4–3 mm | ±0,2 mm    |
| Plasma                | 1200–6000 mm/min    | 2–4 mm   | 2–5 mm   | ±1,0 mm    |
| Oxi-corte             | 150–700 mm/min      | 2–5 mm   | 4–10 mm  | ±2,0 mm    |



# Corte – Métodos que pueden ser aplicados



Abrasive waterjet

## CHORRO DE AGUA ABRASIVO

Este proceso es válido para todas las placas Armox y es, además, el método preferido por la ausencia de zonas afectadas por el calor (HAZ), lo que elimina el riesgo de que se produzcan grietas.



Laser cutting

## CORTE POR LÁSER

Este proceso puede utilizarse para cortar chapas de Armox Advanced y Armox 600T de hasta aprox. 20 mm de espesor. Genera un ancho de corte estrecho, generalmente inferior a 1 mm, y una zona afectada por el calor (HAZ) generalmente inferior a 3 mm.

# Corte – Métodos que pueden ser aplicados



Plasma cutting

## **CORTE POR PLASMA**

Este proceso puede utilizarse para cortar placas de Ar-mox Advanced y Armox 600T de hasta aprox. 25 mm de espesor. Genera un ancho de corte generalmente de 3-4 mm y una zona afectada por el calor (HAZ) de hasta 5 mm. El corte por plasma puede realizarse bajo el agua, ya que minimiza el alcance de la distorsión y genera una HAZ mucho más pequeña.



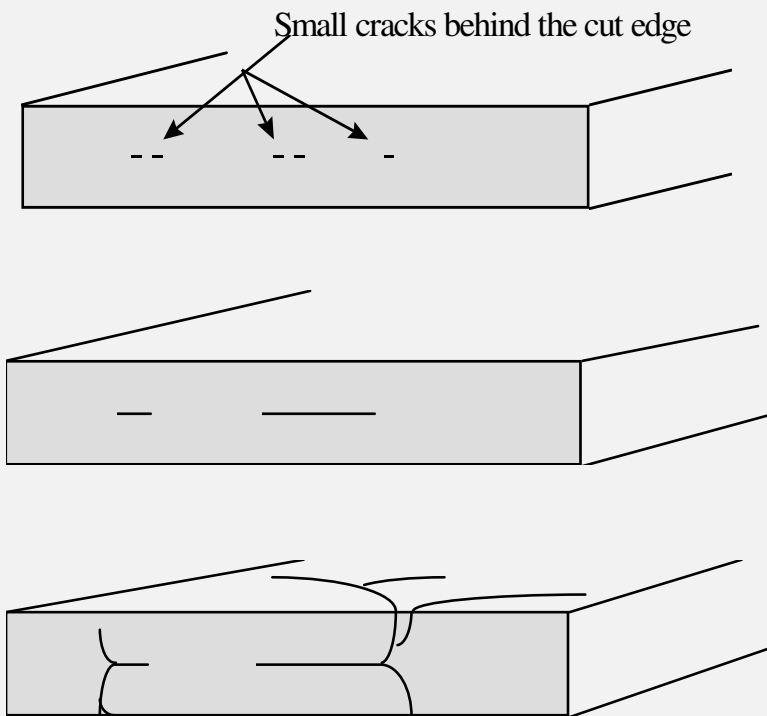
Gas cutting

## **OXICORTE**

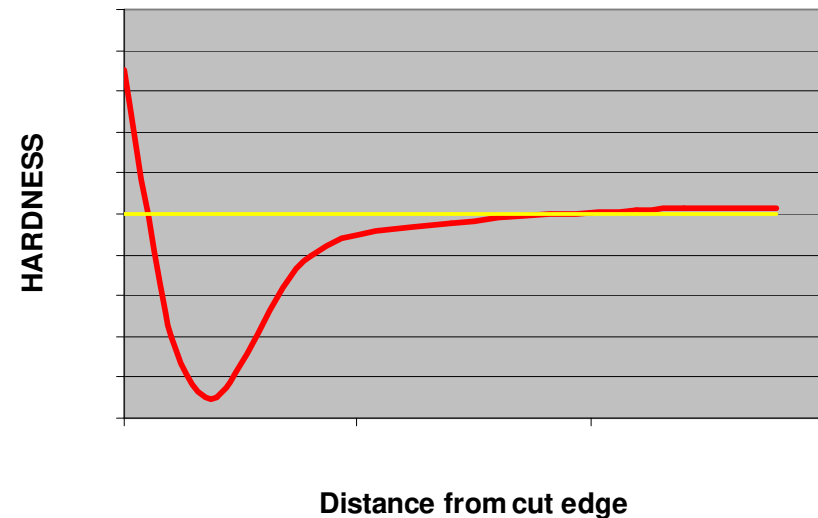
Este proceso puede utilizarse con placas Armox de hasta 60 mm de espesor. Consultar la información detallada que se proporciona en la Tabla 6. Genera un ancho de corte de 2-5 mm y una zona afectada por el calor (HAZ) de 4-10 mm de anchura.

# Los desafíos asociados al Corte son:

## ➤ Fisura en la Borda cortada



## ➤ Queda de dureza en la ZTA

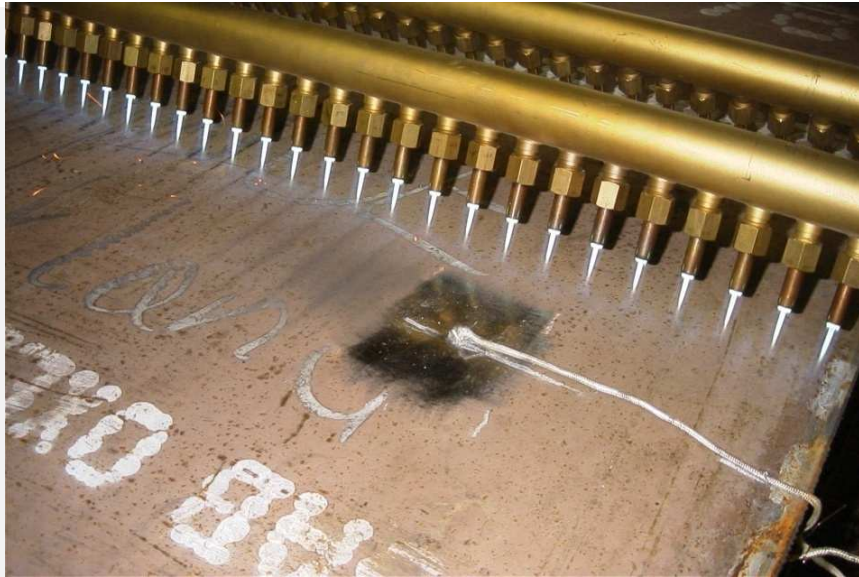


# Métodos para evitar fisura en la borda cortada

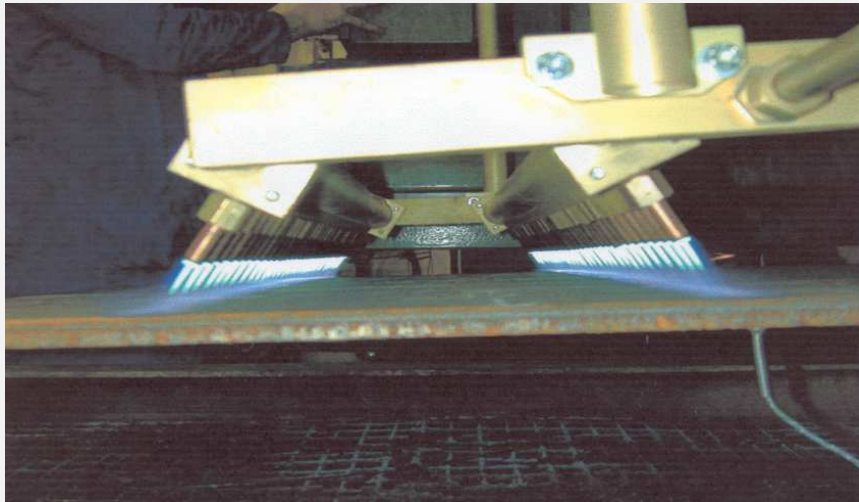
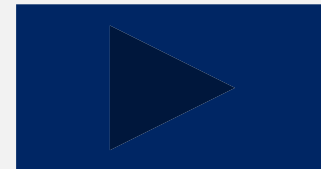
- Precalentamiento
- Reducción de la velocidad de corte
- Resfriamiento lento
- Poscalientamiento (en casos específicos)



# Precalentamiento



Ancho mín. de 100mm en las  
bordas



**SSAB**

# Evitar cortes que dejen cantos retos

(Válido para todos los métodos de corte térmico)

Los cantos retos funcionan como concentradores de tensión con alto stress residual que facilita la propagación de fisuras por hidrogeno.

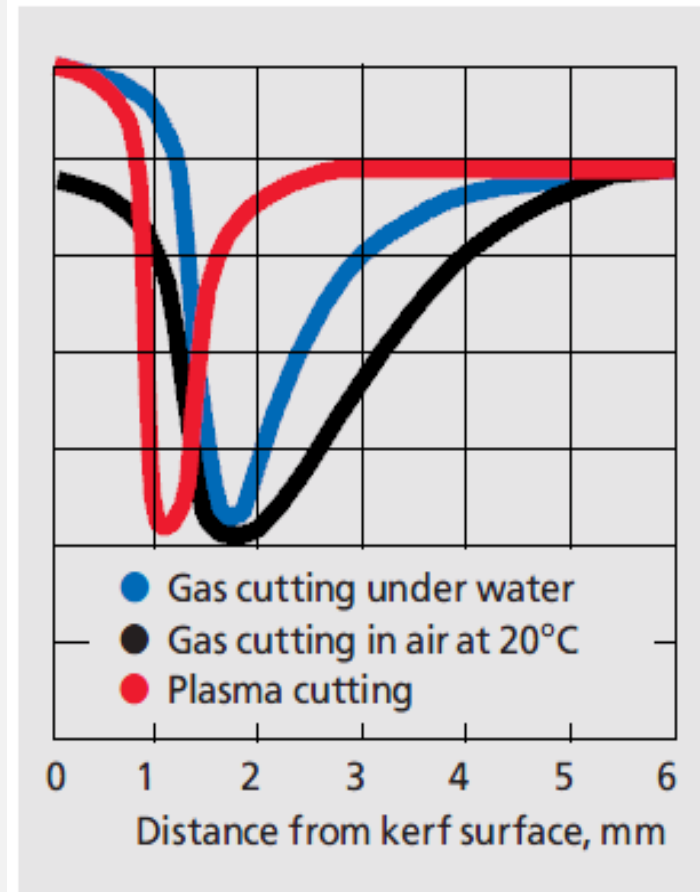


# Zona Térmicamente Afectada

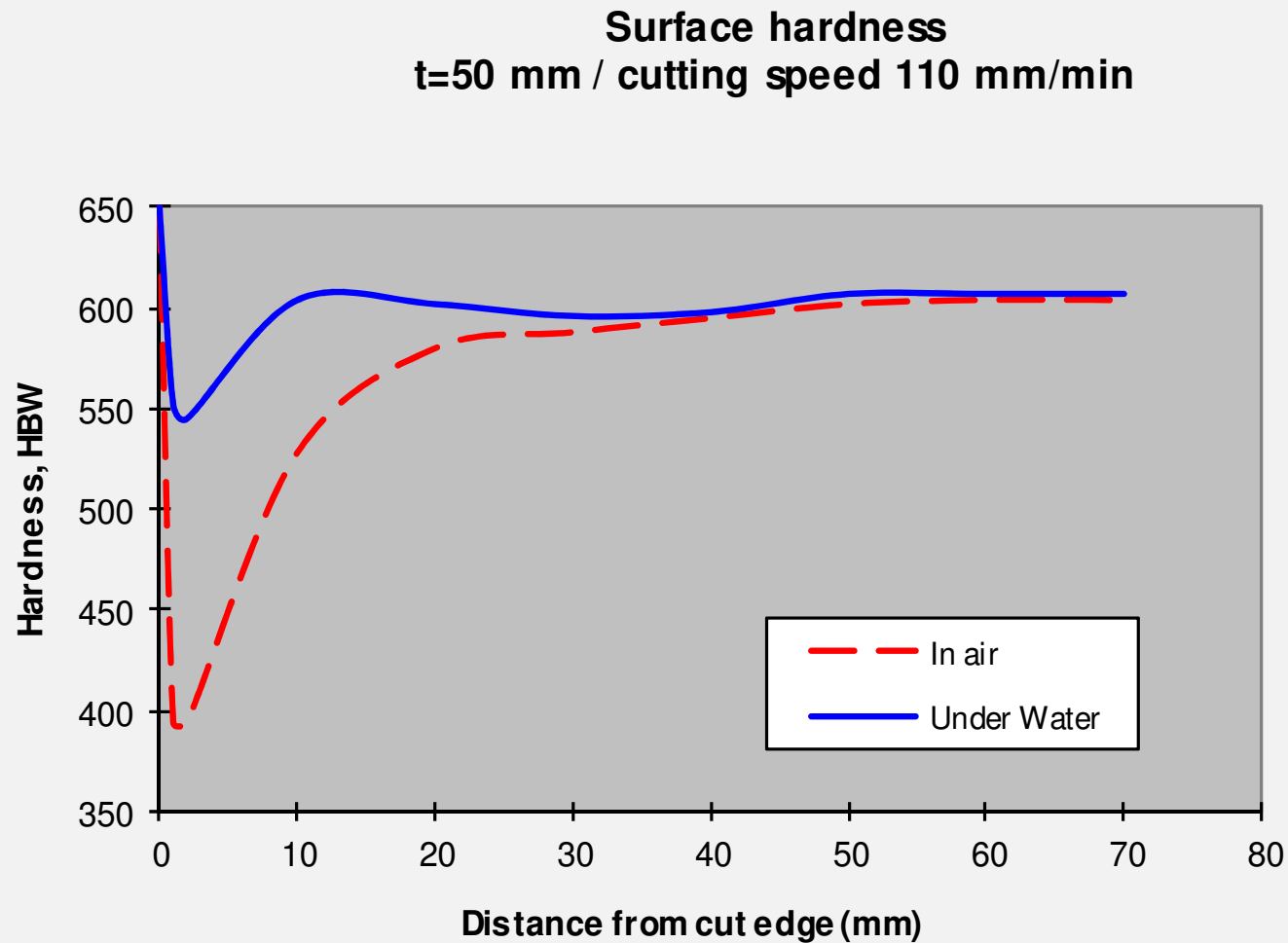
El ancho de la zona afectada depende:

- Corte al aire o en agua
- Proceso de corte
- Velocidad de corte
- Temperatura de precalientamiento
- Dimensiones de las piezas cortadas

Heat affected zone



# Zona Térmicamente Afectada





# Revenimento de peças pequenas

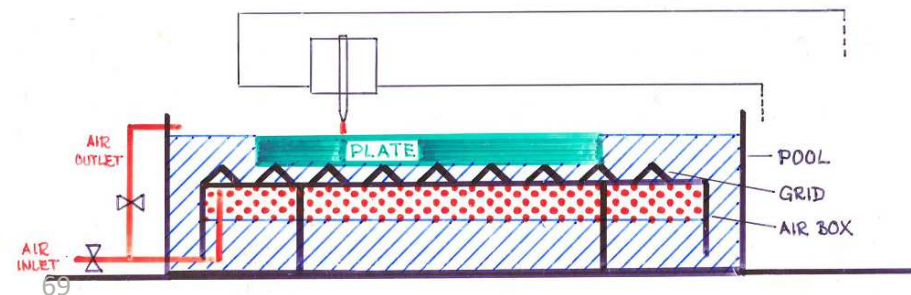


**SSAB**

# Mesa para corte submerso



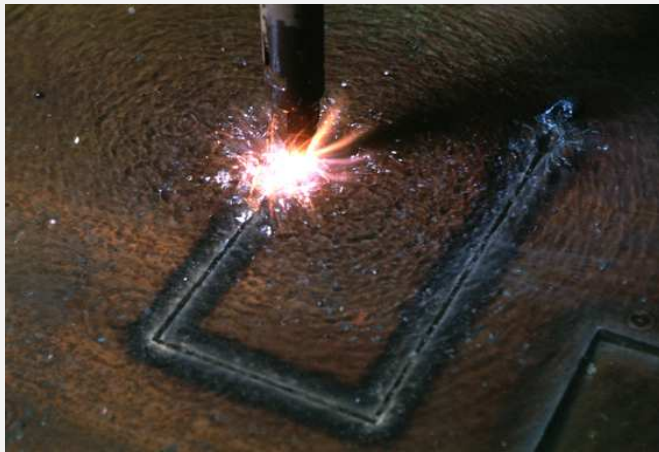
- Se utiliza un depósito de agua. El agua se filtra y se bombea de nuevo a la mesa.



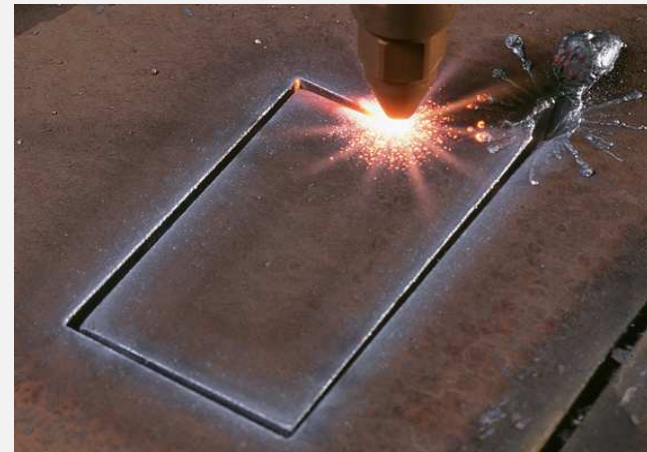
# Ventajas del corte sumergido

- Zona térmica afectada menor
- No hay pérdida de dureza en piezas pequeñas
- Menos distorsiones en las piezas cortadas
- Las piezas son enfriadas directamente
- Sin humo y polvo
- Reducción del nivel de ruido

Cutting under water



Cutting in air



SSAB

# Corte – Métodos que pueden ser aplicados

| Armox 370T CL1 & CL2 | Armox 440   | Armox 500T     | Armox 600T  | Armox Advance | Método de corte recomendado                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|-------------|----------------|-------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hasta 15 mm          | Hasta 25 mm | Hasta 15 mm    | Hasta 10 mm | -             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chorro de agua abrasivo</li> <li>• Plasma</li> <li>• Láser</li> <li>• Disco abrasivo</li> </ul>                                                                                               |
| 15–25 mm             | 25–30 mm    | 15–25 mm       | 10–20 mm    | -             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chorro de agua abrasivo</li> <li>• Láser</li> <li>• Oxícorte a velocidad reducida</li> <li>• Oxícorte más precalentamiento a 170 ffl 30°C</li> <li>• Disco abrasivo</li> </ul>                |
| 40–60 mm             | 25–30 mm    | 40–60 mm       | -           | -             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chorro de agua abrasivo</li> <li>• Oxícorte más precalentamiento a 170 ffl 30°C más mantenimiento a una temperatura de 160 ffl 40°C durante cuatro horas</li> <li>• Disco abrasivo</li> </ul> |
| Mayor de 60 mm       | -           | Mayor de 60 mm | -           | Hasta 12 mm   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chorro de agua abrasivo</li> <li>• Disco abrasivo</li> </ul>                                                                                                                                  |



# SOLDADURA



# Soldadura

## Aspectos generales sobre la soldadura de los aceros Armox

- Soldadura por cualquier método de soldadura común
- Pueden ser soldados con cualquier otro acero soldable
- Correcto procedimiento de soldadura
- Correcto consumible de soldadura

# Carbón equivalente

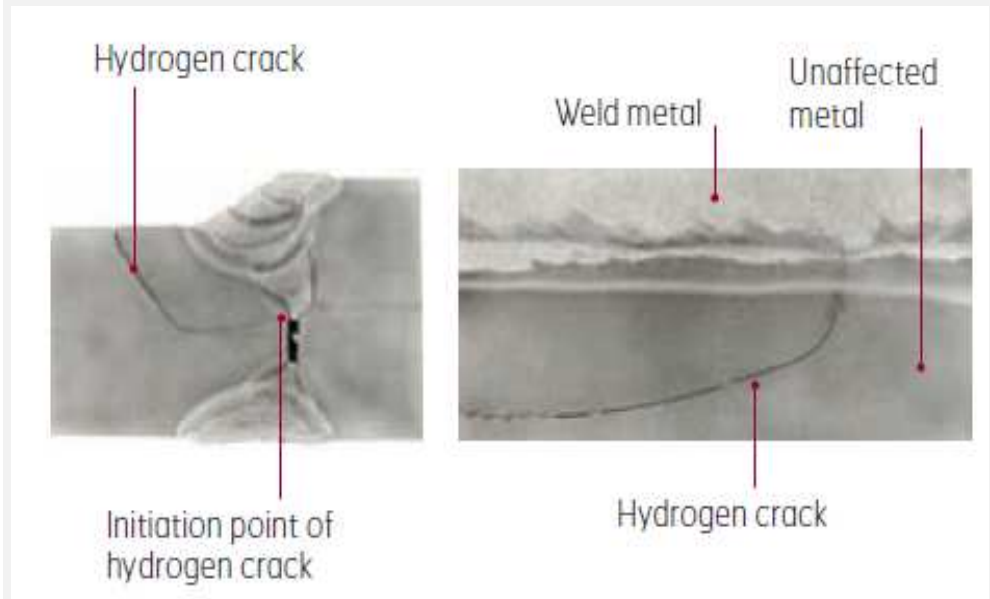
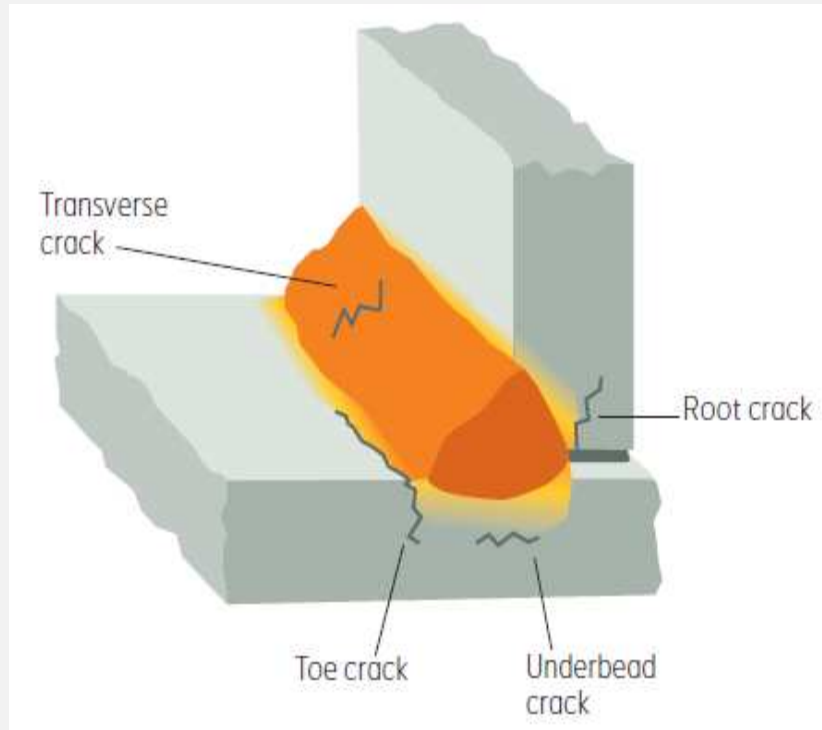
El valor del carbono equivalente al acero indica su sensibilidad a las fisuras por hidrógeno. Un valor bajo del carbono equivalente normalmente indica un riesgo reducido para las fisuras.

| Calidad del acero    | Rango de espesores | CET <sup>1</sup> [%]   | CEV <sup>1</sup> [%]   |
|----------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| Armox 370T CL1 & CL2 | 3–100 mm           | 0.46–0.50              | 0.67–0.73              |
| Armox 440T           | 4–80 mm            | 0.39–0.42              | 0.67–0.73              |
| Armox 500T           | 3–80 mm            | 0.46–0.50 <sup>2</sup> | 0.67–0.73 <sup>2</sup> |
| Armox 600T           | 4–20 mm            | 0.58–0.61              | 0.83–0.86              |
| Armox Advance        | 4–12 mm            | 0.64–0.68              | 0.89–0.96              |

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

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

# Fisuras por Hidrogeno (fisura a frio)



- Trincas por hidrógeno son trinqués tardíos que aparecen después de la soldadura a temperaturas inferiores a 200°C. Pueden aparecer en la ZTA o en el propio cordón de soldadura.



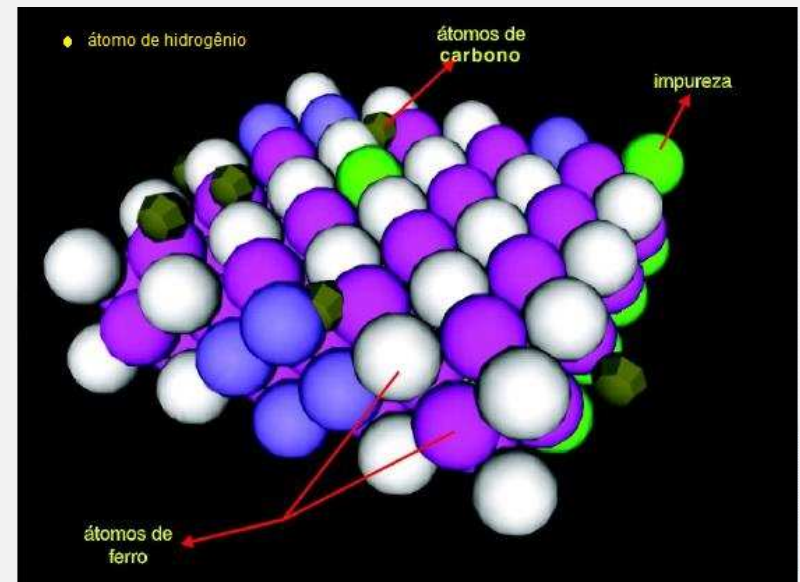
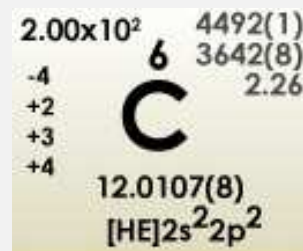
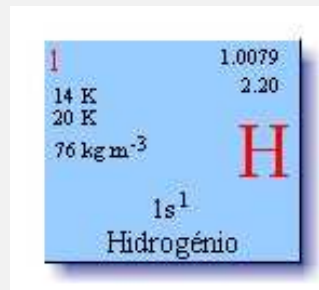
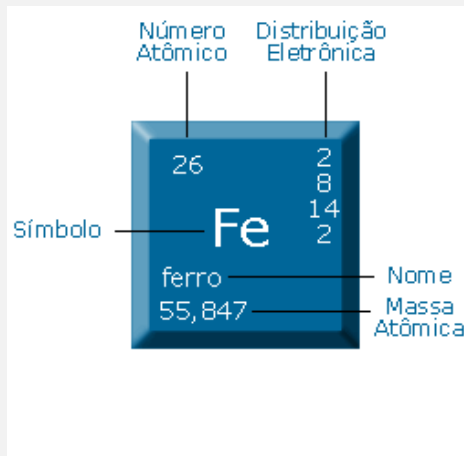
## Fisuras por Hidrogênio

Las fisuras por hidrógeno sólo pueden ocurrir cuando las tres condiciones siguientes están presentes al mismo tiempo en la junta soldada:

- Acero / consumible con un carbono equivalente relativamente alto
- Presencia de hidrógeno en exceso en la junta
- Tensiones elevadas en la junta soldada

# Fisuras por Hidrogênio

- Utilizar las temperaturas de precalentamiento e interpasso recomendadas.
- Utilizar los consumibles con bajo nivel de hidrógeno.
- Mantener el área a ser soldada limpia



SSAB

# Soldadura – Consumibles

## Ferríticos

### CONSUMIBLES FERRÍTICOS NO ALEADOS Y CON BAJO CONTENIDO DE ALEACIÓN

Si se seleccionan consumibles ferríticos no aleados o con bajo contenido de aleación, el límite de elasticidad adecuado de estos consumibles es de aproximadamente 500 MPa. El contenido de hidrógeno máximo recomendado de los consumibles es de 5 ml/100 g de metal de soldadura. Los consumibles para soldadura MAG con electrodo sólido y para soldadura TIG, puede satisfacer este requisito. Para otros métodos de soldadura, los siguientes tipos de consumibles ofrecen la posibilidad de cumplir los criterios sobre hidrógeno establecidos:

- Soldadura MAG con electrodos de núcleo fundente: Electrodo básicos y de rutilo
- Soldadura MAG con electrodos de núcleo metálico: algunas marcas
- SAW: combinaciones de electrodos básicos de núcleo y metálico

En los tres últimos casos, los niveles exactos de hidrógeno se pueden consultar en la ficha técnica del consumible.

## Austeníticos

### CONSUMIBLES AUSTENÍTICOS

Los consumibles austeníticos recomendados son los conformes con AWS 307 o AWS 309. Recomendamos dar preferencia a los consumibles conformes con AWS 307 frente a los conformes con AWS 309. Estos tipos de consumibles ofrecen unos límites de elasticidad de hasta aproximadamente 500 MPa en todo el metal de soldadura. El tipo AWS 307 soporta mejor el agrietamiento



**No hay (menor)  
necesidad de  
precalientamiento**

**SSAB**

Consumibles con bajo nivel de hidrogeno < 5ml/100g ou H5





# Aporte de Calor

- ▶ Maior tenacidade
- ▶ Melhor resistência
- ▶ Redução da deformação
- ▶ Menores tensões residuais
- ▶ Menor ZTA



- ▶ Maior produtividade para métodos de soldagem convencionais

$$Q = \frac{k \times U \times I \times 60}{v \times 1000}$$

Q = Aporte de calor [kJ/mm]

U = Tensão [V]

I = Corrente [A]

v = Velocidade de soldagem [mm/min]

k = Rendimento térmico [sem dimensões]

| Rendimento térmico | k [sem dimensões] |
|--------------------|-------------------|
|--------------------|-------------------|

|     |     |
|-----|-----|
| MMA | 0.8 |
|-----|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| MAG, todos os tipos | 0.8 |
|---------------------|-----|

|     |     |
|-----|-----|
| SAW | 1.0 |
|-----|-----|

|     |     |
|-----|-----|
| TIG | 0.6 |
|-----|-----|

# Zona Termicamente Afectada (ZTA)

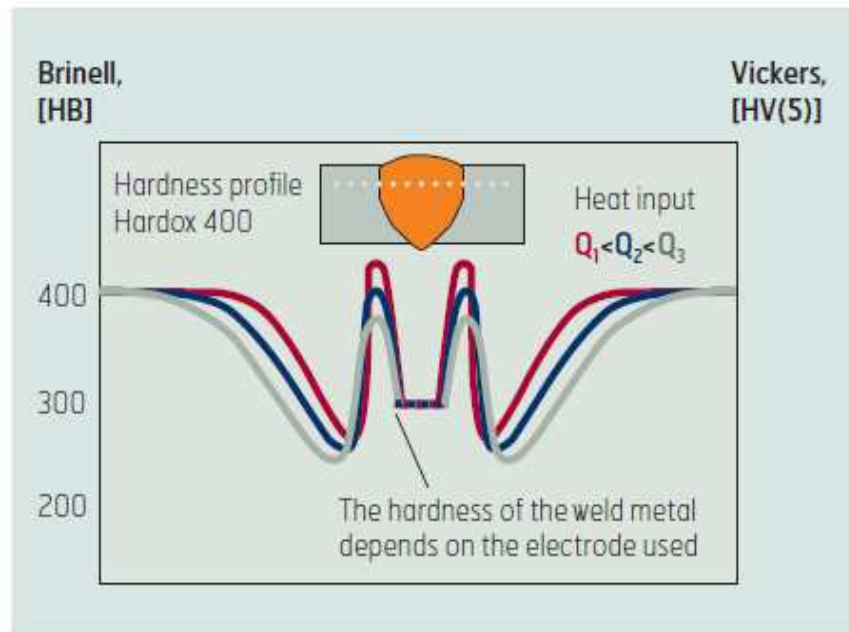
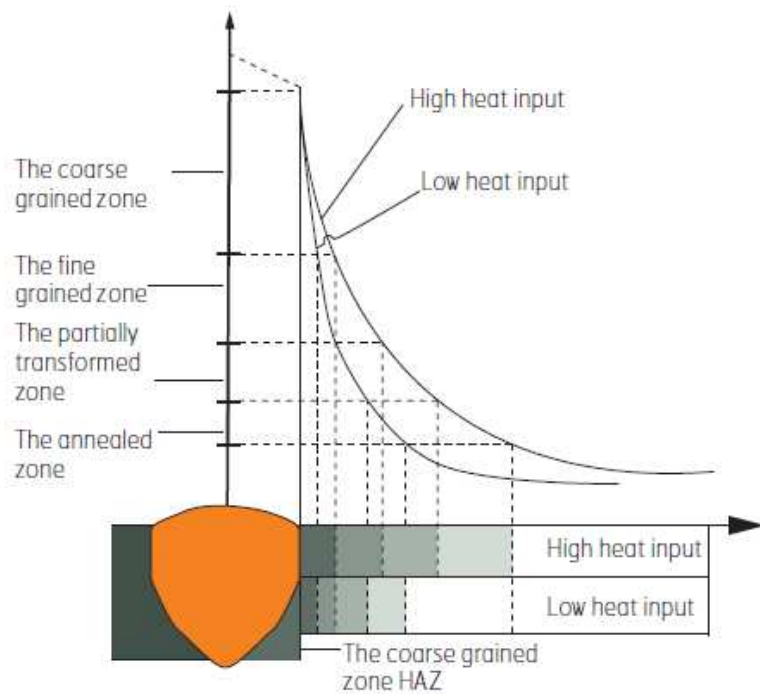
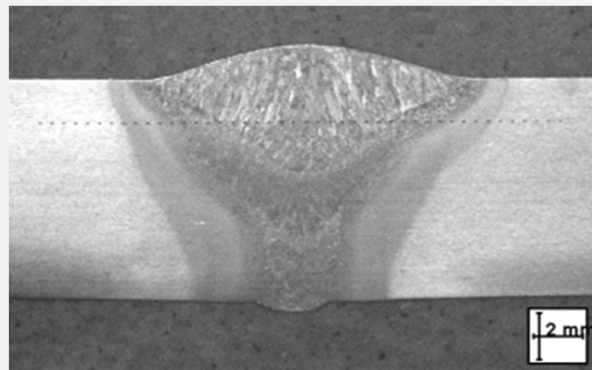


Fig. 5.6: Schematic hardness profile values transverse to a joint of Hardox 400 welded with different heat inputs.



# Precalentamiento

## TEMPERATURAS MÍNIMAS DE PRECALENTAMIENTO PARA DISTINTOS ESPESORES DE PLACA SIMPLE (MM)

Consumibles ferríticos. Temperatura mínima de precalentamiento recomendada para distintos espesores de placa (mm).

|                                 | Espesor  | 3    | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 100   |
|---------------------------------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Armox 370 T<br>Class 1, Class 2 | 3-100 mm | 50°C | 100°C | 125°C | 150°C | 175°C | 175°C | 175°C | 175°C | 175°C | 175°C | 175°C |
| Armox 440 T                     | 4-30 mm  | 50°C | 75°C  | 125°C | 150°C | 175°C | 175°C | 200°C | 200°C |       |       |       |
| Armox 500 T                     | 3-80 mm  | 50°C | 100°C | 125°C | 150°C | 175°C | 175°C | 175°C | 175°C | 175°C |       |       |

Consumibles de acero inoxidable solamente

Fuera del rango de dimensiones

Consumibles austeníticos. Temperatura mínima de precalentamiento recomendada para distintos espesores de chapa (mm).

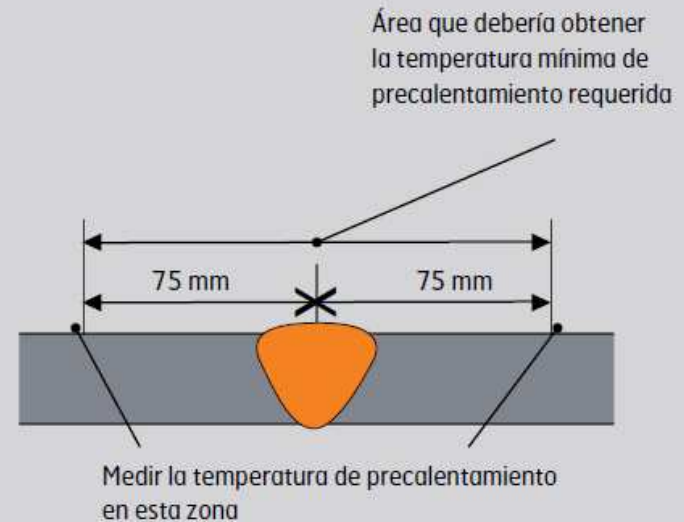
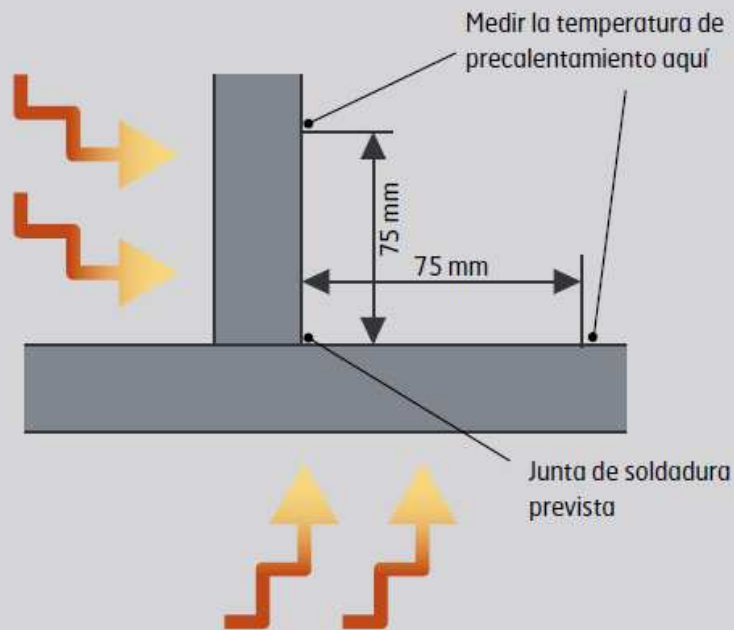
|                                 | Espesor  | 3     | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70    | 80    | 90    | 100   |
|---------------------------------|----------|-------|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-------|-------|
| Armox 370 T<br>Class 1, Class 2 | 3-100 mm |       |    |    |    |    |    |    | 100°C | 100°C | 100°C | 100°C |
| Armox 440 T                     | 4-30 mm  |       |    |    |    |    |    |    | 100°C |       |       |       |
| Armox 500 T                     | 3-80 mm  |       |    |    |    |    |    |    | 100°C |       |       |       |
| Armox 600 T                     | 4-20 mm  |       |    |    |    |    |    |    |       |       |       |       |
| Armox advanced                  | 4-12 mm  | 100°C |    |    |    |    |    |    |       |       |       |       |

Temperatura ambiente (aprox. 20 °C)

Fuera del rango de dimensiones

# Precalentamiento

Medir la temperatura de la placa más gruesa de la junta. Espere un mínimo de 2 min/25 mm de grosor, antes de medir la temperatura de pre-calentamiento. La temperatura mínima de precalentamiento debe obtenerse en una zona de 75 +75 mm alrededor de la junta de soldadura prevista.





# Temperatura de intrepasada

## Temperaturas máximas recomendadas de precalentamiento/entre pasadas

Armox 370 T  
Armox 370 T, clase 2

400°C

Armox 440 T

200°C

Armox 500 T

200°C

Armox 600 T

180°C

Armox Advance

150°C



**SSAB**

# Primer

La soldadura se puede hacer directamente sobre el primer con resultados satisfactorios. Sin embargo, se puede quitar el primer para mejorar:

- ❑ Soldadura fuera de posición (vertical, sobre la cabeza, etc)
- ❑ Reducción del nivel de porosidad en la soldadura.



# MECANIZADO



# Mecanizado

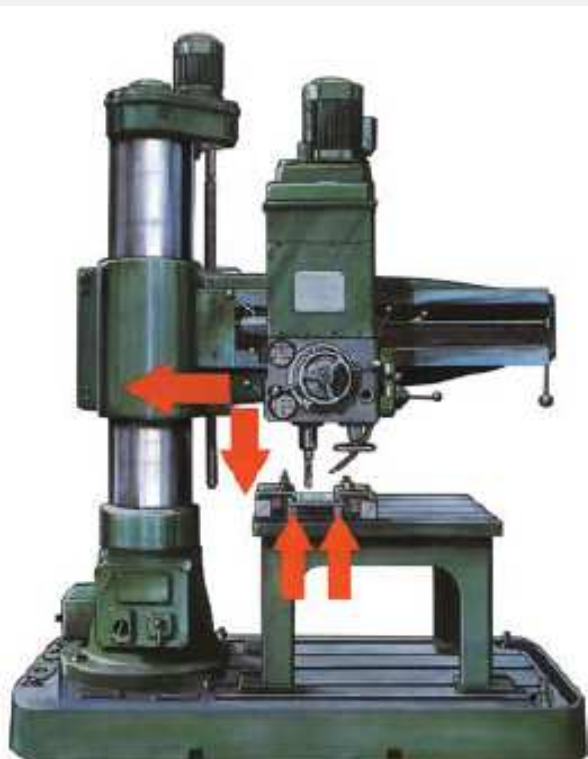
**Además de la dureza se puede fresar / taladrar / roscar todos los grados de Armox:**

- Requiere que la máquina sea robusta / utilizando las herramientas apropiadas
- Armox 550 y Armox 600 solamente utilizando herramientas de carburo (máquinas CNC)
- Recomendaciones para el mecanizado pueden obtenerse en [www.ssab.com](http://www.ssab.com)



# FURACIÓN

Para perforar se recomienda usar brocas de acero de alta velocidad o brocas de carburo cementado. Para perforar Armox con brocas HSS empleando taladros de columna/radiales se recomienda usar brocas de acero aleado con cobalto (HSS-Co 8%) con un ángulo de espiral pequeño. Para practicar agujeros individuales se puede usar una broca HSS estándar



HSS  
HSS-E  
HSS-Co



Individual holes can be drilled with an ordinary HSS drill. For rational production, either a micro-alloyed (HSS-E) drill or a cobalt-alloyed (HSS-Co) drill is recommended.

HSS-Co



Use an HSS-Co drill (8% Co) with a small helix angle and a robust core that can withstand high torques.

|               | WELDOX 700                             | WELDOX 900/960 | WELDOX 1030 | WELDOX 1100 | HARDOX HiTuf | HARDOX 400 | HARDOX 450 | HARDOX 500 |
|---------------|----------------------------------------|----------------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|------------|
| $v_c$ [m/min] | -18                                    | -15            | -9          | -7          | -12          | -9         | -7         | -5         |
| D [mm]        | Feed rate, f [mm/rev] / Speed, n [rpm] |                |             |             |              |            |            |            |
| 5             | 0,10/1150                              | 0,10/950       | 0,05/570    | 0,05/445    | 0,07/760     | 0,05/570   | 0,05/445   | 0,05/320   |
| 10            | 0,10/575                               | 0,10/475       | 0,10/290    | 0,09/220    | 0,10/380     | 0,10/290   | 0,09/220   | 0,08/130   |
| 15            | 0,16/400                               | 0,16/325       | 0,16/190    | 0,15/150    | 0,16/250     | 0,16/190   | 0,15/150   | 0,13/85    |
| 20            | 0,23/300                               | 0,23/235       | 0,23/150    | 0,20/110    | 0,23/190     | 0,23/150   | 0,20/110   | 0,18/65    |
| 25            | 0,30/240                               | 0,30/195       | 0,30/110    | 0,25/90     | 0,30/150     | 0,30/110   | 0,25/90    | 0,22/50    |
| 30            | 0,35/200                               | 0,35/165       | 0,35/90     | 0,30/75     | 0,35/130     | 0,35/90    | 0,30/75    | 0,25/45    |

# FURACIÓN



Cabezales de perforación intercambiables

|                                     | Armox 370T CL1 & CL2 | Armox 440T | Armox 500T | Armox 600T |
|-------------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Velocidad de corte, $V_c$ [m/min]   | 35–45                | 30–40      | 20–30      | 20–30      |
| Velocidad de avance, $f_n$ [mm/rev] | 0.10–0.15            | 0.1–0.15   | 0.08–0.12  | 0.07–0.12  |

Tabla 7



Broca con elemento indexable

|                                     | Armox 370T CL1 & CL2 | Armox 440T | Armox 500T | Armox 600T |
|-------------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Velocidad de corte, $V_c$ [m/min]   | 60–80                | 50–70      | 40–60      | 30–40      |
| Velocidad de avance, $f_n$ [mm/rev] | 0.06–0.14            | 0.06–0.14  | 0.06–0.12  | 0.05–0.1   |

Tabla 8



## RECOMENDACIONES PARA PERFORACIÓN CUANDO EL ESTADO DE LA MÁQUINA ES ÓPTIMO

Broca de carburo cementado

|                                     | Armox 370T CL1 & CL2 | Armox 440T | Armox 500T | Armox 600T | Armox Advance |
|-------------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|---------------|
| Velocidad de corte $V_c$ [m/min]    | 35–45                | 30–40      | 25–35      | 20–30      | 18–25         |
| Velocidad de avance, $f_n$ [mm/rev] | 0.1–0.15             | 0.1–0.15   | 0.08–0.12  | 0.06–0.1   | 0.08–0.10     |

# Avellanado Cónico y Cilíndrico

## AVELLANADO CÓNICO Y CILÍNDRICO

La mejor forma de llevar a cabo el avellanado cónico/cilíndrico es utilizar herramientas con elementos intercambiables. Utilice siempre una guía de piloto giratoria y refrigerante.

|                              | Armox 370T CL1 & CL2 | Armox 440T | Armox 500T | Armox 600T |
|------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|
| $V_c$ [m/min]                | 25–70                | 20–50      | 17–50      | 12–40      |
| Velocidad de avance [mm/rev] | 0.10–0.20            | 0.10–0.20  | 0.10–0.20  | 0.10–0.20  |
| $D_c$ [mm]                   | Velocidad [RPM]      |            |            |            |
| 19                           | 420–1175             | 335–840    | 285–840    | 201–670    |
| 24                           | 330–930              | 265–665    | 225–665    | 151–531    |
| 34                           | 235–655              | 185–470    | 160–470    | 112–375    |
| 42                           | 190–530              | 150–380    | 130–380    | 91–303     |
| 57                           | 140–390              | 110–280    | 95–280     | 67–223     |

**Tabla 9** \*Reduzca los datos de corte alrededor del 30% en el avellanado cónico



**SSAB**  
**SSAB**

# Pretaladrado y Fresado de Roscas

## PRETALADRADO/FRESADO DE ROSCAS

El uso de herramientas adecuadas permite realizar cualquier operación de pretaladrado/fresado de roscas en placas Armox de cualquier calidad. Se recomienda usar brocas de pretaladrado de 4 labios de corte que soporten los elevados pares de torsión que se generan durante el pretaladrado de los materiales duros. Si la resistencia no es un factor crítico, el agujero perforado puede ser un 3% mayor de lo normal, lo que prolongará la vida útil de la broca.

|               | Armox 370T CL1 & CL2                           | Armox 440T | Armox 500T |
|---------------|------------------------------------------------|------------|------------|
| $V_c$ [m/min] | ~ 5                                            | ~ 3        | ~ 2.5      |
| $D_c$ [mm]    | Velocidad de avance [mm/rev] y velocidad [RPM] |            |            |
| M 5           | 320                                            | -          | -          |
| M10           | 160                                            | 95         | 80         |
| M16           | 100                                            | 60         | 50         |
| M20           | 80                                             | 50         | 40         |
| M24           | 65                                             | 40         | 30         |
| M30           | 55                                             | 30         | 25         |

**Tabla 10** – El pretaladrado no es adecuado, por lo que recomendamos el fresado de la rosca.



## FRESADO DE METAL DURO CEMENTADO

|       | Armox 370T CL1 & CL2                                            | Armox 440T | Armox 500T | Armox 600T | Armox Advance |
|-------|-----------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|---------------|
|       | Velocidad de corte $V_c$ [m/min] y velocidad de avance [mm/rev] |            |            |            |               |
| $V_c$ | 60–80                                                           | 50–70      | 40–60      | 30–40      | 25–35         |
| $f_n$ | 0.02–0.05                                                       | 0.02–0.05  | 0.02–0.05  | 0.01–0.03  | 0.01–0.03     |

**Table 11\*** Para gestionar el fresado de roscas, es necesaria una máquina de control numérico por computadora (CNC) y la rosca debe hacerse en 2 pasadas.





# Fresado

## FRESADO

Para garantizar la producción en serie, se recomienda usar fresas con elementos de carburo cementado.



| FRESADO PLANO                     |             |                 |
|-----------------------------------|-------------|-----------------|
|                                   |             |                 |
| Calidad                           | P30 / C6    | P20-P30 / C6-C7 |
| Condiciones                       | average     | stable          |
| Velocidad de avance [fz]          | 0.1-0.2-0.3 | 0.1-0.2         |
| Velocidad de corte, $V_c$ [m/min] |             |                 |
| Armox 370T CL1 & CL2              | 150-120-110 | 150-120         |
| Armox 440T                        | 150-120-110 | 150-120         |
| Armox 500T                        | 120-100     | 120-100         |
| Armox 500T                        | 120-100     | 120-100         |
| Armox 600T                        | -           | * 70-50         |
| Armox Advance                     | -           | * 50-35         |

**Tabla 12** \* Velocidad de avance [fz] recomendada de 0,07-0,12.

# PLEGAMIENTO



# Conformación

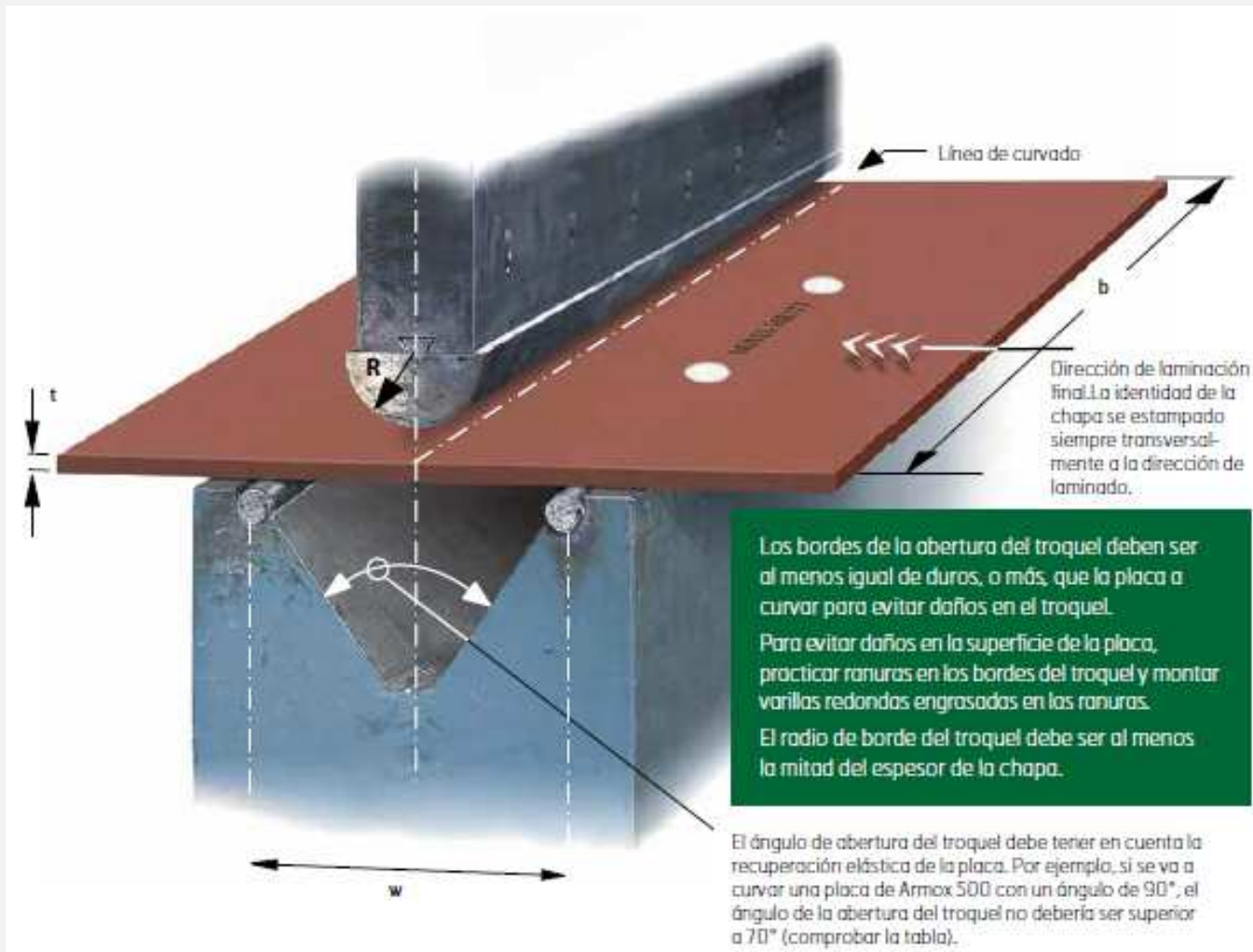
**Además de la alta dureza se puede plegar / cilindrar en frío hasta el Armox 500**

- Es necesario que la máquina tenga fuerza suficiente
- Observación de los radios mínimos del punzón y la abertura mínima del troquel.
- Recomendaciones sobre conformación pueden obtenerse en [www.ssab.com](http://www.ssab.com)



**SSAB**  
**SSAB**

# Conformación - Plegamiento

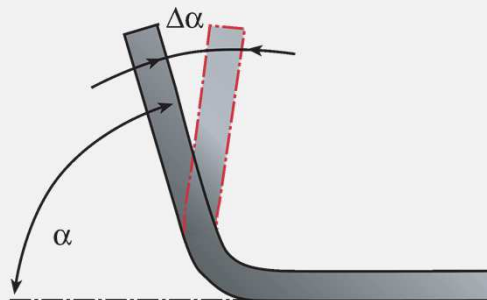
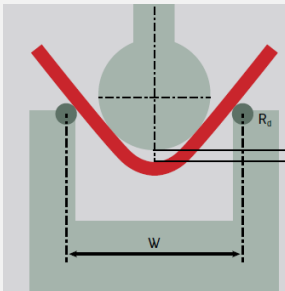




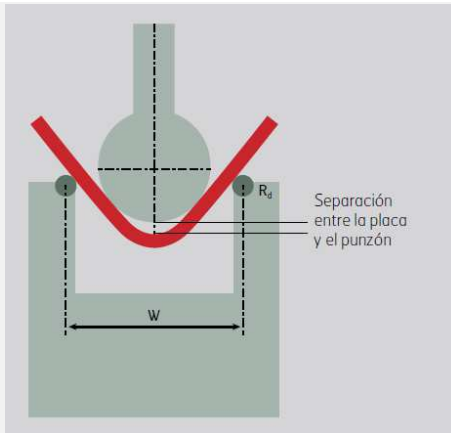
# Conformación - Plegamiento

|                      | Espesor [mm]             | En ángulos rectos R/t | A lo largo R/t | En ángulos rectos W/t | A lo largo W/t | Recuperación elástica [°] |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|---------------------------|
| Armox 370T CL1 & CL2 | t<8                      | 3.0                   | 3.5            | 9                     | 10.5           | 9–13                      |
|                      | 8–15                     | 4.0                   | 5.0            | 10                    | 11             |                           |
|                      | >15                      | 5.0                   | 6.0            | 12                    | 13             |                           |
| Armox 440            | t<8                      | 4.0                   | 4.0            | 10                    | 10             | 11–18                     |
|                      | 8–15                     | 4.0                   | 4.0            | 10                    | 12             |                           |
|                      | >15                      | 4.5                   | 5.0            | 12                    | 14             |                           |
| Armox 500T           | t<8                      | 4.0                   | 4.0            | 10                    | 12             | 12–20                     |
|                      | 8–15                     | 4.0                   | 4.0            | 12                    | 14             |                           |
|                      | >15                      | 5.5                   | 6.0            | 16                    | 18             |                           |
| Armox 600T           | Póngase en contacto SSAB |                       |                |                       |                |                           |
| Advance              | Póngase en contacto SSAB |                       |                |                       |                |                           |

**Tabla 15** Radio mínimo de punzonado recomendado (R) y abertura del troquel (W) para espesor de placa (t) cuando la placa se dobla 90° en la dirección de laminado y en los ángulos adecuados en relación con la dirección de laminado, así como la recuperación elástica correspondiente.



# Conformación - Plegamiento



$$P = \frac{b \cdot t^2 \cdot R_m}{(W - R_d - R_p) \cdot 9\,800}$$

P = Bend force, tons (metric)  
 t = Plate thickness, mm  
 W = Die width, mm (figure 1)  
 b = Bend length, mm

R<sub>m</sub> = Tensile strength, MPa  
 R<sub>d</sub> = Die entry radius, mm  
 R<sub>p</sub> = Punch radius, mm

|                                 | Dureza<br>[HBW] | Tensión de rotura R <sub>m</sub><br>[MPa] | Elongación A <sub>5</sub><br>[%] |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| S 355 acc to EN10025            | 180             | 550                                       | 28                               |
| <b>Armox 370T CL1 &amp; CL2</b> | 380–430         | 1200                                      | 11                               |
| <b>Armox 440</b>                | 420–480         | 1400                                      | 10                               |
| <b>Armox 500T</b>               | 480–540         | 1600                                      | 8                                |
| <b>Armox 600T</b>               | 570–640         | 2000                                      | 7                                |
| <b>Armox Advance</b>            | 58–63 HRC       | >2000                                     | >7                               |

# PREGUNTAS ?

The SSAB logo is displayed in a bold, white, sans-serif font. The background of the entire slide is a blurred landscape of mountains and water at sunset or sunrise, with a bright sun low on the horizon. A semi-transparent, rounded rectangular frame is positioned in the center, containing a clearer image of the same landscape scene.

# SSAB

*A stronger,  
lighter and more  
sustainable world*

**Ronaldo Cardoso Junior PhD.**  
**Wear Service Manager**  
+55 31 9996432231  
[ronaldo.cardoso@ssab.com](mailto:ronaldo.cardoso@ssab.com)

Mas informaciones: [www.ssab.com](http://www.ssab.com)