



Mirrax® es una marca registrada en la Unión Europea y U.S.A. Reg. No. 3,481,025.

Esta información se basa en nuestro presente estado de conocimientos y está dirigida a proporcionar información general sobre nuestros productos y su utilización. No deberá por tanto ser tomada como garantía de unas propiedades específicas de los productos descritos o una garantía para un propósito concreto.

Clasificado de acuerdo con la Directiva 1999/45/EC.

Para más información, consultar nuestras «Hojas informativas de Seguridad del Material».

Edición: 1, 05.2008

La última edición revisada de éste catálogo es de la versión inglesa, la cual siempre está publicada en nuestra web [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com)



SS-EN ISO 9001  
SS-EN ISO 14001

---

## UDDEHOLM MIRRAX ESR

Uddeholm Mirrax ESR ha sido especialmente desarrollado y adaptado para su uso en moldes grandes que requieran resistencia a la corrosión y/o un alto acabado superficial.

Se caracteriza por:

- Alta templabilidad que permite obtener unas propiedades constantes en todas las secciones
- Buena ductilidad y tenacidad para una producción segura
- Alta resistencia a la corrosión para reducir los costes de mantenimiento
- Excelente pulibilidad para cumplir requerimientos de tipo estético
- Buena resistencia al desgaste para una mayor duración

Uddeholm Mirrax ESR es también la elección idónea para herramientas de grandes dimensiones cuando se requiera una producción exenta de contaminaciones: por ejemplo, en la industria médica, la industria óptica y también en fabricaciones de otros artículos transparentes de alta calidad.

Uddeholm Mirrax ESR es parte del «Uddeholm Stainless Concept» (Concepto Inoxidable).

## Información general

Los rendimientos y requisitos solicitados a los utillajes para moldes de plástico son cada día más exigentes. Estas condiciones demandan un acero para utillajes que posea una combinación única de tenacidad, resistencia a la corrosión y la capacidad de alcanzar unos niveles de dureza uniforme en todas las secciones. Uddeholm Mirrax ESR ha demostrado ser la elección correcta para estas aplicaciones. Uddeholm Mirrax ESR es una calidad inoxidable «premium» que cuenta con las propiedades siguientes:

- Excelentes propiedades de temple
- Excelente pulibilidad
- Alta resistencia a la corrosión
- Buena ductilidad y tenacidad
- Buena resistencia al desgaste

Estas propiedades se combinan para que el acero aporte un excelente rendimiento en producción. Los beneficios prácticos de una **buena resistencia a la corrosión** en un molde de plástico pueden resumirse de la siguiente forma:

- **Menores costes de mantenimiento del molde**

La superficie de las cavidades conserva su acabado original durante todo el proceso de producción. Los moldes almacenados o bien utilizados en condiciones húmedas no requieren una protección especial.

- **Menores costes de producción**

Puesto que los canales de refrigeración por agua no se ven tan afectados por la corrosión, (al contrario que los aceros convencionales), las condiciones de transferencia de calor, y por tanto la eficacia de enfriamiento, son constantes durante la vida del molde, asegurando unos ciclos de producción consistentes.

Estos beneficios, junto con la gran resistencia al desgaste de Uddeholm Mirrax ESR, ofrecen al inyector un menor mantenimiento y una mayor vida del molde, para obtener finalmente la mejor economía total del utillaje.

*Nota!* Uddeholm Mirrax ESR se fabrica utilizando el proceso ESR (Electroafinado de escoria). El resultado es un acero para moldes con un nivel muy bajo de inclusiones, proporcionando así unas características excelentes para el pulido.

Composición	Aleación al Cr-Ni-Mo-V
Especificación standard	AISI 420 modificado
Estado de suministro	Recocido a 250 HB aprox.
Código de color	Negro /Naranja con una línea blanca transversal

## Aplicaciones

Si bien Uddeholm Mirrax ESR se recomienda para cualquier tipo de moldes, sus propiedades especiales lo hacen particularmente adecuado para moldes con los siguientes requisitos:

- Resistencia a la corrosión, por ejemplo para el moldeado de materiales corrosivos, como PVC, acetatos y /o moldes sujetos a condiciones de trabajo / almacenaje húmedos
- Alto nivel de acabado en la superficie, por ejemplo en la producción de piezas para óptica, como cámaras, cristales para gafas de sol y componentes para la industria médica, como jeringas, viales para analítica, etc.
- Tenacidad / ductilidad, por ejemplo para moldes complicados
- Características excepcionales de temple, como alta templabilidad, muy importante en moldes de grandes dimensiones

## Propiedades

### Características físicas

Templado y revenido a 50 HRC. Valores a temperatura ambiente y a temperaturas elevadas

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densidad, kg/m <sup>3</sup>	7 740	–	–
Módulo de elasticidad MPa kp/mm <sup>2</sup>	210 000 21 420	200 000 20 400	180 000 18 360s
Coefficiente de expansión térmica por °C a partir de 20°C	–	11,1 × 10 <sup>-6</sup>	11,7 × 10 <sup>-6</sup>
Conductividad térmica* W/m°C	–	20	24
Capacidad de calor específica J/kg°C	460	–	–

\* La conductividad térmica es difícil de medir. La dispersión puede alcanzar ±15%

### Resistencia a la tensión a temperatura ambiente

Los valores de resistencia a la tensión tan sólo deberán considerarse como aproximados. Las probetas han sido templadas al aire a 1020°C y revenidas dos veces a la dureza de prueba.

Las probetas fueron tomadas de una barra de 407 x 203 mm.

Dureza	50 HRC	45 HRC
Resistencia a la tensión, R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup> kp/mm <sup>2</sup>	1 780 182	1 500 153
Límite de elasticidad, R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup> kp/mm <sup>2</sup>	1 290 132	1 200 122

### Tenacidad al impacto

Uddeholm Mirrax ESR cuenta con una mayor tenacidad /ductilidad comparando con otros aceros para utillajes inoxidables del tipo W.-Nr.1. 2083 / AISI 420.

A fin de obtener la máxima tenacidad y ductilidad debe utilizarse una baja temperatura de revenido, y para contar con una máxima resistencia al desgaste abrasivo utilizar una alta temperatura de revenido.

Unos valores aproximados de resistencia al impacto a temperatura ambiente y en sentido transversal corto tomados en probetas del centro de un bloque forjado, pueden observarse en el gráfico inferior.

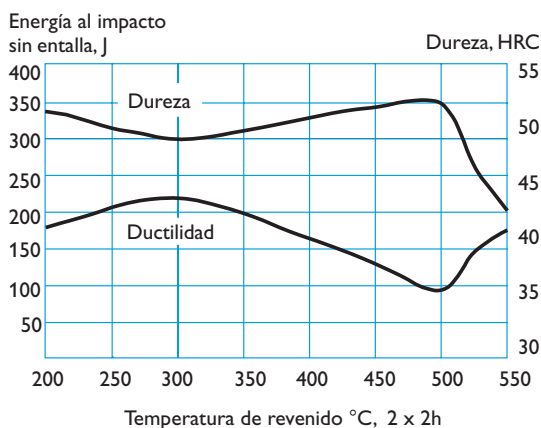
Dimensión original de la barra: 508 x 306 mm.

Dimensión de la probeta: 7 x 10 x 55 mm sin entalla.

Templado a 1020°C durante 30 minutos.

Enfriamiento al aire. Revenido 2 x 2 h.

### INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE REVENIDO SOBRE LA TENACIDAD AL IMPACTO SIN ENTALLA A TEMPERATURA AMBIENTE



### Resistencia a la corrosión

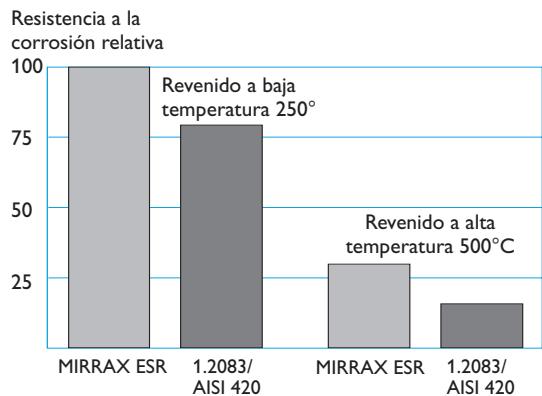
Los utillajes realizados con Uddeholm Mirrax ESR contarán con una muy buena resistencia a la corrosión y resistirán ambientes corrosivos mejor que otros aceros inoxidables del tipo W.-Nr 1.2083 / AISI 420.

Uddeholm Mirrax ESR muestra la mejor resistencia a la corrosión cuando está revenido a baja temperatura y pulido hasta acabado espejo.

En el gráfico siguiente los valores de las curvas de polarización potenciodinámica han sido evaluados para mostrar la diferencia de resistencia a la corrosión en general entre Uddeholm Mirrax ESR y W.-Nr. 1.2083 / AISI 420.

Dimensiones de la probeta: 20 x 15 x 3 mm. Templado a 1020°C durante 30 min. Enfriamiento al aire. Revenido 2 x 2 h.

### INFLUENCIA DEL ACERO DEL MOLDE Y DE LA TEMPERATURA DE REVENIDO EN LA RESISTENCIA A LA CORROSION



## Tratamiento térmico

### Recocido blando

Proteger el acero y calentarlo en toda su masa hasta alcanzar los 740°C. Enfriar 15°C por hora en horno hasta alcanzar los 550°C, después libremente al aire.

### Liberación de tensiones — estabilizado

Una vez realizado el mecanizado de desbaste se recomienda realizar una liberación de tensiones, calentar hasta alcanzar los 650°C, mantener la temperatura durante 2 horas. Enfriar lentamente hasta alcanzar los 500°C y luego libremente al aire.

### Temple

*Temperatura de precalentamiento:* 600–920°C. Normalmente con un mínimo de dos etapas de precalentamiento.

*Temperatura de austenización:* 1000–1025°C, pero habitualmente 1020°C. Para moldes muy grandes se recomienda 1000°C.

Temperatura °C	Tiempo de* mantenimiento minutos	Dureza antes de revenido
1020	30	55±2 HRC
1000	30	54±2 HRC

\* Tiempo de mantenimiento = tiempo a temperatura de temple una vez el utillaje ha sido calentado en toda su masa

*Proteger el utillaje contra la decarburación y oxidación durante el proceso de temple.*

### Medios de enfriamiento y templabilidad

- Vacío, enfriamiento en gas con suficiente sobrepresión
- Lecho fluidizado o baño de sales a 350–500°C, seguido por enfriamiento al aire
- Gas a alta velocidad / atmósfera circulante

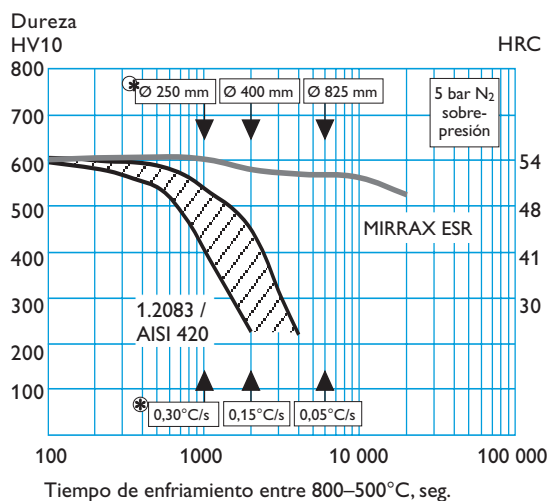
A fin de obtener las propiedades óptimas, la velocidad de enfriamiento deberá ser tan rápida como sea posible, teniendo en cuenta un nivel de distorsión aceptable. Al enfriar en un horno de vacío, se recomienda un mínimo de 4–5 bar de sobrepresión.

*Nota:* Revenir el utillaje tan pronto su temperatura alcance los 50–70°C.

Al temple dimensiones grandes de material tipo W.-Nr 1.2083 / AISI 420, la relativa pobre templabilidad proporcionará una baja dureza y una microestructura poco deseable. En algunas zonas del molde, la resistencia a la corrosión y la tenacidad se verán disminuidas.

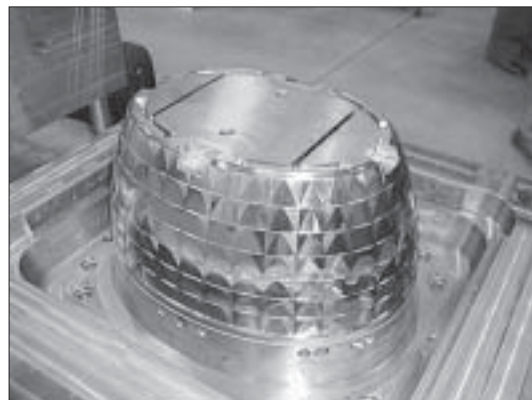
Uddeholm Mirrax ESR cuenta con una templabilidad muy superior a los materiales del tipo W.-Nr 1.2083 / AISI 420, por lo que la alta dureza se mantendrá incluso en el centro de las grandes dimensiones. Su gran templabilidad tendrá también un efecto decisivo sobre otras propiedades como la tenacidad y la resistencia a la corrosión.

### DUREZA EN FUNCION DEL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO DURANTE EL TEMPLE



Tiempo de enfriamiento entre 800–500°C, seg.

⊗ Se indica ratio de enfriamiento en el centro de las tres dimensiones



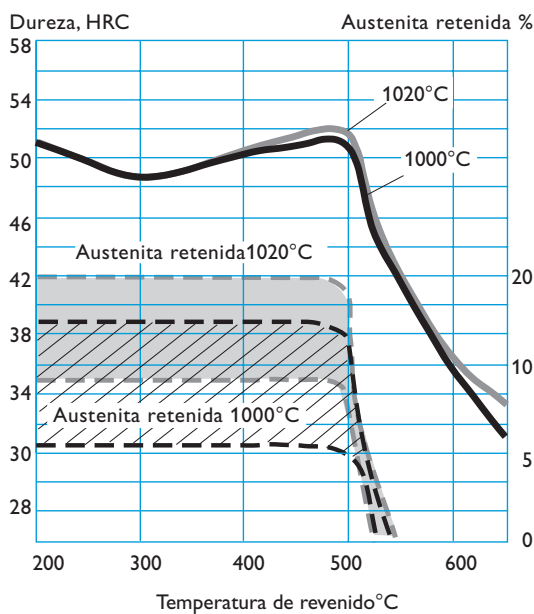
Molde para la producción de una tapa para alumbrado urbano

## Revenido

Seleccionar la temperatura de revenido de acuerdo con la dureza requerida, empleando como guía el gráfico de revenido que se muestra a continuación. Revenir mínimo dos veces con un enfriamiento intermedio a temperatura ambiente. La temperatura mínima de revenido es de 250°C El tiempo mínimo de mantenimiento a temperatura de revenido deberá ser al menos de 2 horas.

### GRAFICO DE REVENIDO

Las curvas de revenido son aproximadas.



*Nota:* Un revenido a 250–300°C resulta la mejor combinación de tenacidad, dureza y resistencia a la corrosión. Si bien, para moldes muy grandes y / o diseños complicados, se recomienda utilizar una alta temperatura de revenido a fin de reducir a un mínimo las tensiones residuales.

Pueden obtener información adicional en el catálogo «Recomendaciones sobre Tratamiento Térmico para Uddeholm Mirrax ESR».

## Cambios dimensionales

Los cambios dimensionales durante el temple y revenido varían dependiendo de las temperaturas, tipo de equipo y medios de enfriamiento utilizados durante el tratamiento térmico.

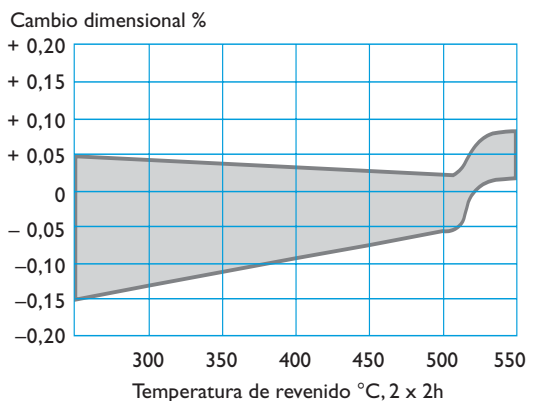
El tamaño y la geometría del utillaje también afectará la distorsión y el cambio dimensional.

En consecuencia el utillaje deberá siempre realizarse con tolerancia suficiente de mecanizado para compensar los cambios dimensionales. Utilizar 0,20 % como guía para Uddeholm Mirrax ESR siempre que se realice un estabilizado entre el mecanizado de desbaste y el mecanizado de semiacabado tal y como se recomienda.

Se obtendrá encogimiento más que crecimiento al revenir a baja temperatura (véase el gráfico más abajo).

Los cambios dimensionales fueron medidos en una probeta de Uddeholm Mirrax ESR de 100 x 100 x 100 mm.

Cambios dimensionales esperados después de temple a 1000–1020°C y revenido a varias temperaturas. El gráfico muestra el resultado de los diferentes cambios dimensionales en diferentes direcciones.



Revenir a temperaturas  $\geq 520^\circ\text{C}$  cuando se requiera un crecimiento en todas direcciones.

## Recomendaciones de mecanizado

Los parámetros de corte de los cuales informamos a continuación han de considerarse como valores guía, que deberán adaptarse a las condiciones locales existentes.

Pueden obtener más información en la publicación de Uddeholm «Recomendaciones sobre parámetros de corte».

Condición: Dureza de suministro aprox 250 HB

### Torneado

Parámetros de corte	Torneado con herramientas de metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min.	160–210	210–260	18–23
Avance (f) mm/r	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Profundidad de corte ( $a_p$ ) mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Calidad de la herramienta ISO	P20–P30 Carburo revestido	P10 Carburo revestido ó cementado	–

### Taladrado

#### TALADRADO CON BROCAS HELICOIDALES DE ACERO RÁPIDO

Diámetro de la broca, Ø mm	Velocidad de corte ( $v_c$ ), m/min.	Avance (f) mm/r
–5	14–16*	0,05–0,15
5–10	14–16*	0,15–0,20
10–15	14–16*	0,20–0,25
15–20	14–16*	0,25–0,30

\* Para brocas de acero rápido con recubrimiento  
 $v_c = 22–24$  m/min.

#### TALADRADO CON BROCAS DE METAL DURO

Parámetros de corte	Tipo de broca		
	Metal duro insertado	Metal duro-sólido	Broca con refrigeración <sup>1)</sup>
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min.	210–230	80–100	70–80
Avance (f) mm/r	0,03–0,10 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <sup>2)</sup>	0,15–0,25 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Broca con canales de refrigeración interna y plaqueta de metal duro

<sup>2)</sup> Dependiendo del diámetro de la broca

### Fresado

#### FRESADO FRONTAL Y AXIAL

Parámetros de corte	Fresado con herramientas de metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado de acabado
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min.	160–240	240–280
Avance ( $f_z$ ) mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte ( $a_p$ ) mm	2–4	0,5–2
Calidad de la herramienta ISO	P20–P40 Carburo revestido	P10–P20 Carburo revestido ó cementado

#### FRESADO DE ACABADO

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro	Metal duro insertado	Acero rápido
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min.	120–150	160–220	25–30 <sup>1)</sup>
Avance ( $f_z$ ) mm/diente	0,01–0,20 <sup>2)</sup>	0,06–0,20 <sup>2)</sup>	0,01–0,3 <sup>2)</sup>
Calidad de la herramienta ISO	–	P20–P30	–

<sup>1)</sup> Para fresas de acero rápido con recubrimiento  
 $v_c = 45–50$  m/min.

<sup>2)</sup> Dependiendo de la profundidad radial y diámetro de corte

### Rectificado

Pueden encontrar a continuación unas recomendaciones generales sobre muelas de rectificado. Pueden encontrar información adicional en la publicación de Uddeholm «Rectificado de Acero para Utilajes».

Tipo de rectificado	Muela recomendada	
	En estado de suministro	En condición templada
Rectificado frontal	A 46 HV	A 46 HV
Rectificado frontal por segmentos	A 24 GV	A 36 GV
Rectificado cilíndrico	A 46 LV	A 60 KV
Rectificado Interno	A 46 JV	A 60 JV
Rectificado de perfil	A 100 KV	A 120 JV



## Soldadura

Puede realizarse soldadura con buenos resultados, siempre y cuando se tomen las precauciones adecuadas. En el precalentamiento, tratamiento térmico, tratamiento térmico después de aplicar la soldadura, preparación de la junta, selección de consumibles, etc.

Para obtener los mejores resultados después de la operación de pulido y fotograbado, deberán utilizarse consumibles de soldadura que aporten la misma composición química que el acero del molde.

Método de soldadura	TIG
Temperatura de trabajo	200–250°C
Material de aportación (consumibles)	STAVAX TIG-WELD
Dureza después de soldadura	54–56 HRC
<i>Tratamiento térmico después de soldadura:</i>	
Condición templada	Revenir a 10–20°C por debajo de la temperatura original del revenido.
Estado de suministro	Tratar a 700°C durante 5 horas. Luego enfriar libremente al aire.

Para obtener información más detallada consulte el catálogo de Uddeholm «Soldadura de acero para utillajes», o en la oficina de ventas más cercana.

## Pulido

Uddeholm Mirrax ESR tiene una gran capacidad de pulido en condición de templado y revenido.

Deberá utilizarse una técnica ligeramente distinta en comparación con otros aceros de Uddeholm para moldes de plástico. La forma óptima es realizarlo en pequeñas etapas durante el proceso de rectificado fino y pulido, y no comenzar a pulir sobre una superficie demasiado basta. Es también importante detener la operación de pulido inmediatamente después de que se haya eliminado la última marca del grano anterior.

Existe información más detallada sobre técnicas de pulido en la publicación técnica de Uddeholm «Pulido de aceros para utillajes».

## Fotograbado

Uddeholm Mirrax ESR cuenta con una baja cantidad de inclusiones y una microestructura homogénea. El alto nivel de pureza proporciona unas características muy buenas para la aplicación de fotograbado / texturizado. Un proceso especial de fotograbado podría ser necesario como consecuencia de la buena resistencia a la corrosión de Uddeholm Mirrax ESR. Ése es conocido y utilizado con regularidad por las empresas punteras de fotograbado.

Puede obtener más información en la publicación de Uddeholm «Fotograbado de aceros de herramientas».

## Información adicional

Rogamos contacte con su oficina local de Uddeholm para información más detallada sobre selección, tratamiento térmico, aplicación y disponibilidad de los aceros de Uddeholm.

---

## El Proceso de Fabricación del Acero para Utilajes

El material base o de inicio para fabricar nuestro acero para utilaje es seleccionado cuidadosamente a partir de acero reciclable de alta calidad. Juntamente con ferro-aleaciones y aceleradores de escoria, el acero reciclable es fundido en un horno de arco eléctrico. El acero fundido es entonces vertido en un crisol.

A continuación, la unidad de desescoriado elimina los elementos impuros ricos en oxígeno y, después de la desoxidación, son llevados a cabo el ajuste de la aleación y el calentamiento del baño del acero en el horno de crisol. La desgasificación al vacío elimina elementos como el hidrógeno, nitrógeno y el azufre.

### PLANTA ESR

En la fundición por colada ascendente las lingoteras ya preparadas se rellenan desde el crisol con un flujo controlado de acero fundido.

Desde aquí, el acero puede ir directamente a nuestra planta de laminación o a la forja, pero puede dirigirse también hacia el horno ESR, donde nuestras calidades de acero más sofisticadas son refundidas de nuevo en un proceso de electroafinado de escoria. Esta operación se realiza refundiendo un lingote (electrodo) inmerso en un baño de escoria sobrecalentado. La solidificación controlada en el baño de acero resulta en un nuevo lingote muy homogéneo siendo, por tanto, eliminadas las macro-segregaciones. La fundición bajo una atmósfera protectora aporta todavía una mayor pureza en el acero.

### TRABAJO EN CALIENTE

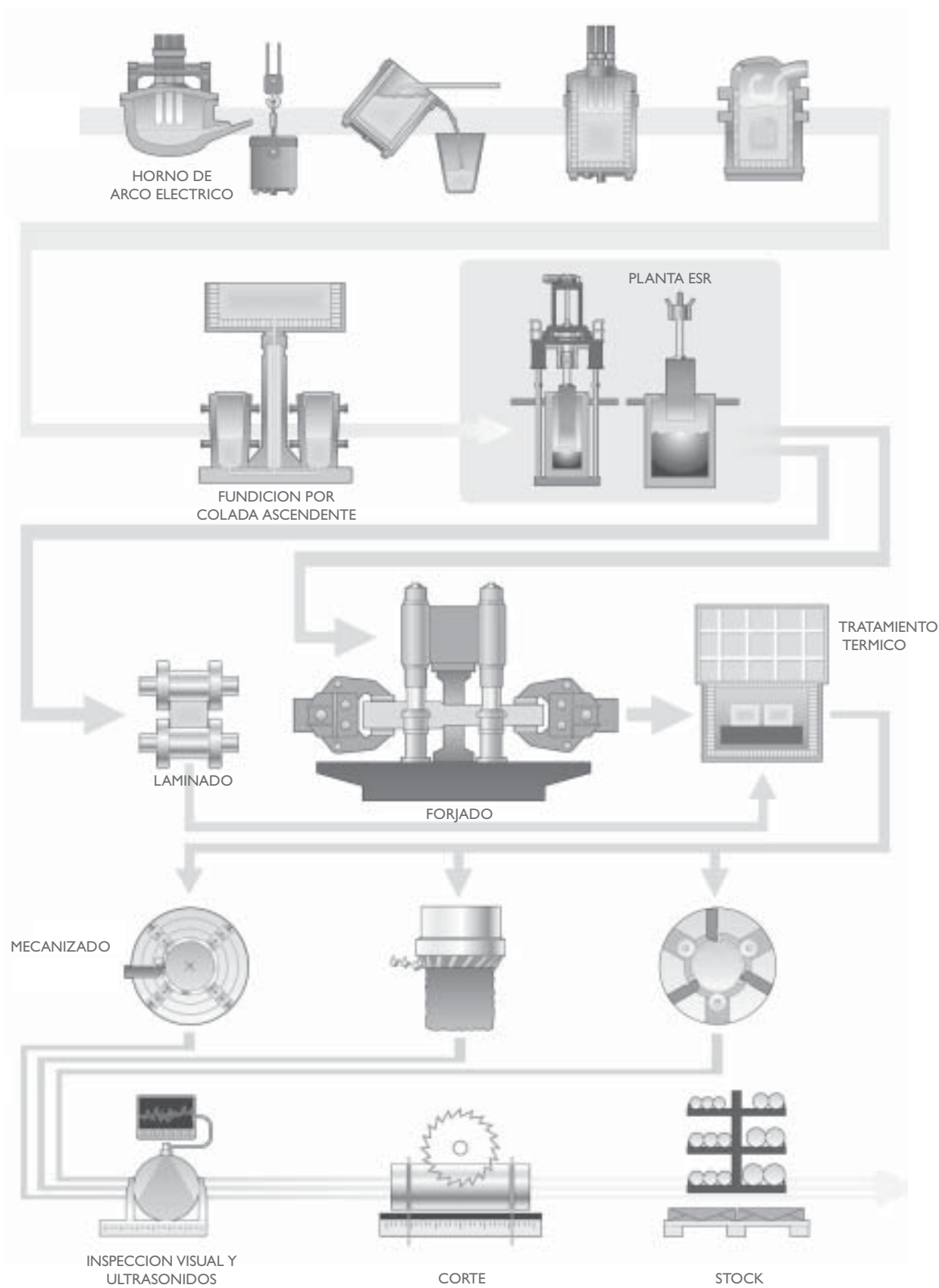
Desde la planta de ESR el acero se dirige hacia la planta de laminación o hacia la forja, para convertirse en dimensiones redondas o barras planas.

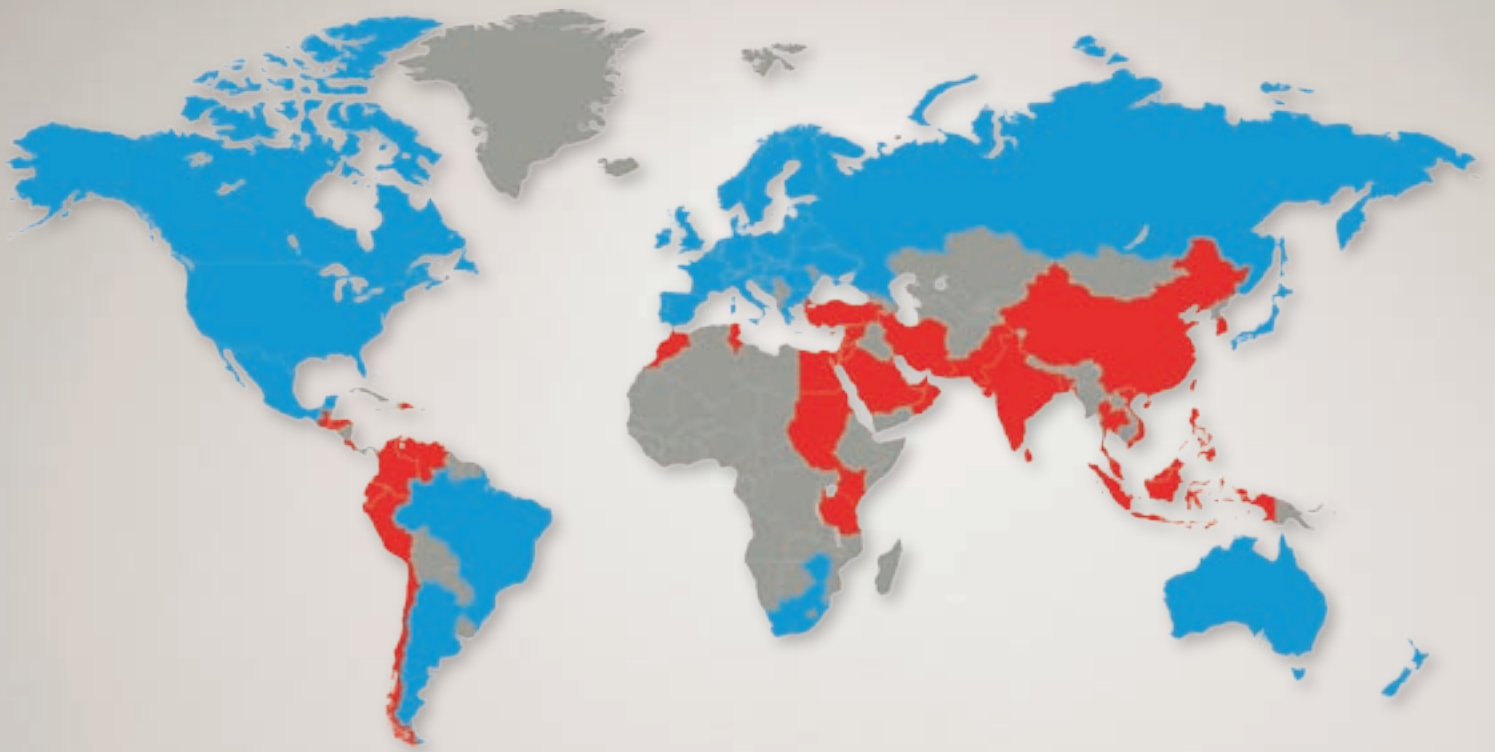
Antes de realizar el suministro del acero, todas las barras están sujetas a una operación de tratamiento térmico, tanto de recocido como de temple y revenido. Estos procesos aportan al acero el equilibrio adecuado entre dureza y tenacidad.

### MECANIZADO

Antes de que el material esté finalizado y colocado en el stock, también desbastamos los perfiles de las barras hasta su exacta dimensión y tolerancia requerida.

A fin de salvaguardar nuestra calidad y garantizar la integridad del acero para utilajes, realizamos tanto una inspección en la superficie como una inspección ultrasónica en todas las barras. Eliminamos después las puntas de las barras y cualquier defecto que se haya podido encontrar durante la inspección.





## Una red mundial de alta calidad

Uddeholm está presente en los cinco continentes. Por éste motivo, podrá encontrar nuestro acero para utillajes y un servicio de asistencia local allí dónde se encuentre. Assab es nuestra propia subsidiaria y también nuestro canal de ventas exclusivo, que representa a Uddeholm en diversos lugares del mundo. Juntos hemos afianzado nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes.

Uddeholm es el primer proveedor mundial de material para utillajes. Hemos logrado esta posición con el trabajo diario para nuestros clientes. Gracias a nuestra larga tradición, en la investigación y en desarrollo de productos, Uddeholm es una compañía equipada para hacer frente a cualquier problema que se presente relacionado con el utillaje. Esta labor presenta grandes retos, pero nuestro objetivo es claro: ser su primer colaborador y suministrador de acero para utillajes.

Estamos presentes en todos los continentes, lo que garantiza un mismo nivel de alta calidad a todos nuestros usuarios allí donde se encuentren. Contamos también con nuestra propia subsidiaria Assab, y que representa a Uddeholm en varios lugares del mundo. Juntos afianzamos nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes. Operamos en todo el mundo, por ésta razón siempre tendrá cerca a un representante de Uddeholm o Assab en caso de que necesite asesoramiento o ayuda. Para nosotros es una cuestión de confianza, tanto en nuestras relaciones a largo plazo como en el desarrollo de nuevos productos. La confianza es algo que se gana día a día.

Para más información visite nuestra página [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com), o [www.assab.com](http://www.assab.com)

TRUST IS SOMETHING YOU EARN,  
PROBLEMS AUTOMOTIVE  
WOR  
RUST IS SOMETHING YOU EARN,  
TRUST IS SOMETHING YOU EARN,  
AUTOMOTIVE  
TOOLING MATERIALS  
TOUGHNESS STRENGTH  
MATERIALS  
EDGING WATER  
STANDING  
RESULTS  
CUSTOMER  
BILITY TRUST IS  
AUTOMOTIVE  
LEADING BUS  
INNOVATION  
STRENGTH INNOVATION  
WORLDWIDE PRE  
SOMETHING YOU  
PROBLEMS  
THE WORLD  
NOMY THE  
DUCTILITY TO  
COMMITMENT PART  
KNOWLEDGE UN  
KNOWLEDGE  
RELIABILITY  
OF EXCEL  
AUTOMOTIVE A  
ECONOMY THE  
TOTAL ECONOMY  
DUCTILITY TOUGHNESS  
HARDNESS WORLDW  
TRUST IS SOMETHING  
UNDERSTANDING MACHIN  
RESULTS SOLVING PROB  
ECONOMY THE WORL  
STRENGTH IN  
TOUGHNESS STRENGTH  
MATERIALS PART  
UNDERSTANDING MACHIN  
BILITY RELIABILITY RESU  
LASTING TOOLS TOTAL  
YOU EARN, EVERY DAY. LE  
OF THINKING HIGH PE  
OFTOOLING MATERIALS  
INNOVATION KNOWLEDGE  
STRENGTH INNOVATION KNOW  
RELIABILITY LONG DURABILITY  
TRUST IS SOMETHING YOU EARN,  
PROBLEMS AUTOMOTIVE