

FORMVAR® es una marca registrada en la Unión Europea

© UDDEHOLMS AB

Queda prohibida la reproducción total o parcial, así como la transferencia de esta publicación con fines comerciales sin el permiso del titular del copyright.

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, 07.2015



SS-EN ISO 9001
SS-EN ISO 14001

Información general

Uddeholm Formvar es un acero de alto rendimiento para aplicaciones de trabajo en caliente que confiere una muy buena resistencia al desgaste en caliente y a la deformación plástica.

Uddeholm Formvar se caracteriza por:

- Buena resistencia al revenido
- Buena resistencia a altas temperaturas
- Excelente templabilidad
- Buena estabilidad dimensional en todas las operaciones de tratamiento térmico y recubrimiento

Análisis típico %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,35	0,2	0,5	5,0	2,3	0,6
Estado de suministro	Recocido blando < 229 HB					
Código de colores	Violeta/amarillo/verde					

Aplicaciones de trabajo en caliente

Herramientas para extrusión

Pieza	Cobre, aleaciones de cobre HRC	Aluminio, aleaciones de magnesio HRC
Matrices	–	46–52
Camisas, discos de empuje, vástagos	46–52	44–52

Herramientas para forja en caliente

Pieza	Acero, Aluminio, HRC
Insertos	44–52

Propiedades

Propiedades físicas

Los valores se registran a temperatura ambiente y a temperaturas elevadas.

Temperatura	20°C	400°C	600°C
Conductividad térmica W/m °C	–	31	32

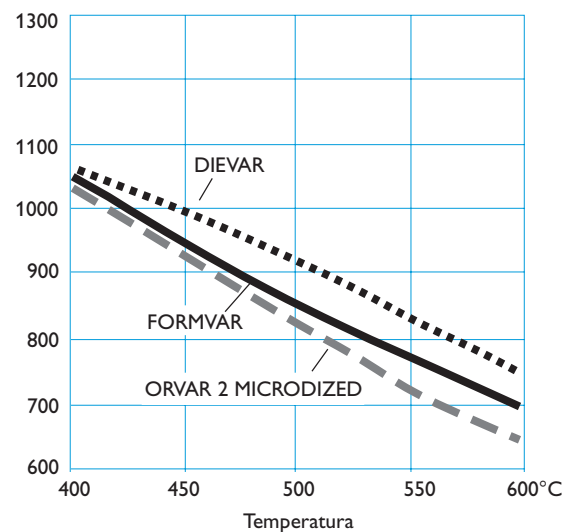
Propiedades mecánicas

Resistencia a la tracción a temperatura ambiente, sentido transversal corto.

Dureza	44 HRC	48 HRC	52 HRC
Resistencia a la tracción R_m	1480 MPa	1640 MPa	1900 MPa
Límite elástico $R_{p0,2}$	1210 MPa	1380 MPa	1560 MPa

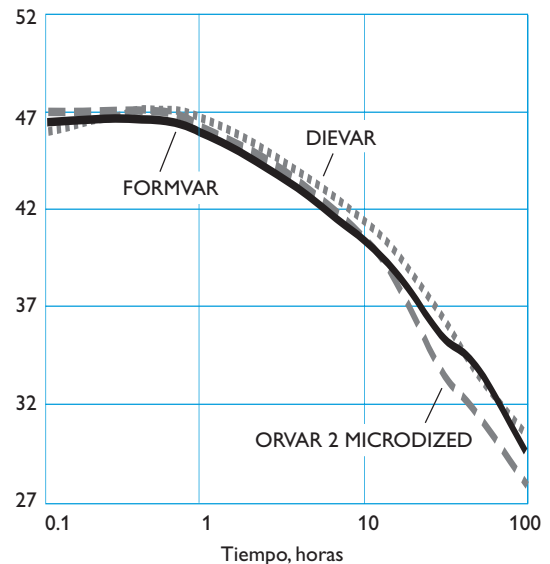
RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA A TEMPERATURA ELEVADA

Límite elástico en caliente, $R_{p0,2}$ (MPa)



RESISTENCIA AL REVENIDO A 600°C

Dureza, HRC



Tratamiento térmico – recomendaciones generales

Recocido blando

Proteja el acero y caliente la pieza hasta 850°C. A continuación, enfríala en el horno a 10°C por hora hasta alcanzar los 600°C y, posteriormente, déjela enfriar al aire.

Eliminación de tensiones internas

Una vez realizado el mecanizado de desbaste, se debe calentar la herramienta entera hasta que alcance los 650°C como máximo, mante-

ner la temperatura 2 horas. Enfríala lentamente hasta una temperatura de 500°C y, a continuación, déjela enfriar al aire.

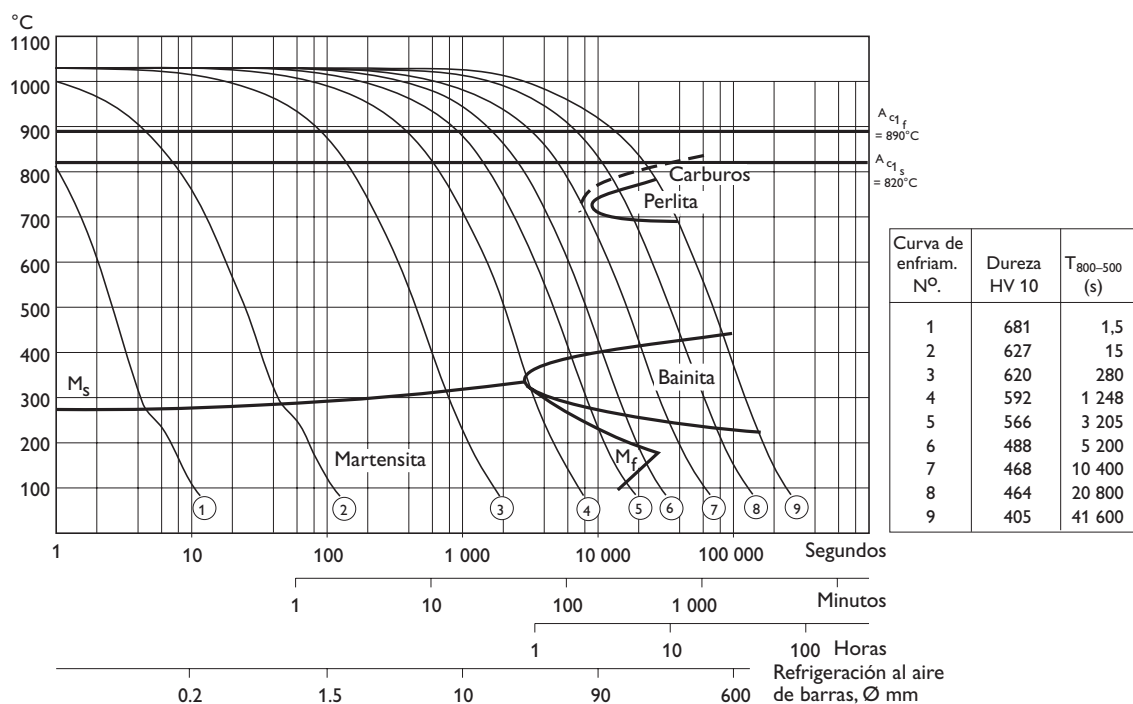
Temple

Temperatura de precalentamiento: 600–900°C. Normalmente deberá efectuarse un mínimo de dos precalentamientos, el primero entre 600–650°C y el segundo entre 820–850°C. Cuando se efectúen tres precalentamientos, el segundo deberá realizarse a 820°C y el tercero a 900°C.

Temperatura de austenización: 1000–1030°C.

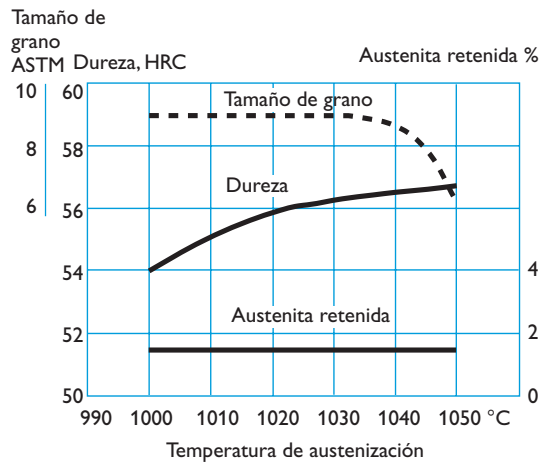
GRÁFICO CCT

Temperatura de austenización 1025°C. Tiempo de mantenimiento 30 minutos.



Cigüeñal y bielas.
Ilustración: GRAPHICS, Suecia.

DUREZA, TAMAÑO DE GRANO Y AUSTENITA RETENIDA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE AUSTENIZACIÓN



Enfriamiento

MEDIOS DE ENFRIAMIENTO RECOMENDADOS

- Gas a alta velocidad/atmósfera circulante
- Vacío (gas a alta velocidad con suficiente presión positiva). Se recomienda un enfriamiento interrumpido a 320–450 °C donde el control de la distorsión y roturas de enfriamiento están involucradas
- Baño de martemple, baño de sales o lecho fluidizado a 450–550 °C
- Baño de martemple, baño de sales o lecho fluidizado a 180–200 °C
- Aceite caliente, a unos 80 °C

Nota: Revenga la herramienta tan pronto como su temperatura alcance los 50–70 °C.



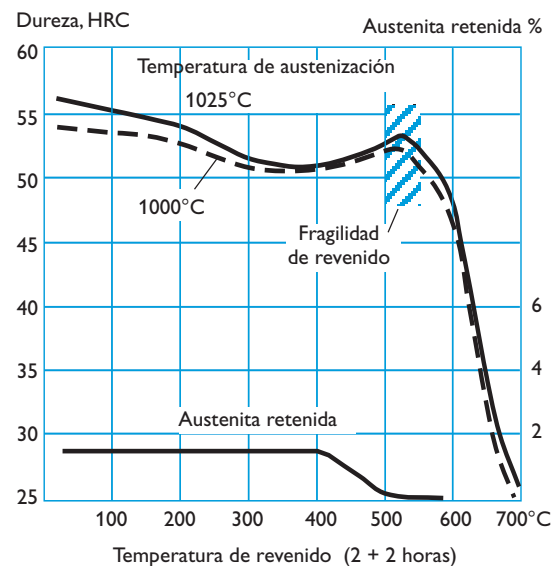
Revenido

Elija la temperatura de revenido de acuerdo con la dureza solicitada empleando como guía el gráfico de revenido que se muestra a continuación. Debe revenir como mínimo dos veces para aplicaciones de forja y extrusión, con un enfriamiento intermedio a temperatura ambiente.

El tiempo mínimo de mantenimiento de la temperatura es de 2 horas.

Revenir en el rango de temperaturas de entre 500–550 °C para conseguir la dureza final deseada producirá una tenacidad más baja.

GRÁFICO DE REVENIDO



Respecto a las curvas de revenido están obtenidas tras el tratamiento térmico de probetas de tamaño de 15x15x40 m.m. enfriadas mediante aire forzado. Pueden presentarse durezas bajas tras el tratamiento térmico de moldes y matrices debido a dos factores como el tamaño de la herramienta y/o los parámetros del tratamiento térmico.

Nitruración y nitrocarburoación

La nitruración y la nitrocarburoación producen una capa dura en la superficie que tiene el potencial de mejorar la resistencia al desgaste y a los problemas de adherencia, así como a la fatiga térmica prematura.

Uddeholm Formvar puede nitrurarse o nitrocarburoarse mediante plasma, gas, lecho fluidizado o proceso de sales. La temperatura para el proceso de difusión debe estar, como mínimo, 25–50°C por debajo de la temperatura más alta alcanzada en el revenido previo, en función del tiempo de proceso y temperatura. Si no fuera así, podría comenzar a experimentarse una pérdida constante de dureza en el acero, pérdida de resistencia o tolerancias dimensionales.

Durante el proceso de nitruración y nitrocarburoación, puede generarse una capa frágil, conocida como capa blanca. Esta capa blanca es muy frágil y puede producir roturas o descascararse expuesta a fuertes cargas mecánicas o térmicas. Como norma general, deber siempre evitarse la formación de la capa blanca.

La nitruración en gas amoníaco a 510°C o por plasma a 480°C producen una dureza aproximada de 1100 HV_{0,2}.

En general, el método más recomendable es la nitruración por plasma puesto que se tiene un mejor control sobre el potencial de nitrógeno. No obstante, una nitruración gaseosa realizada de forma apropiada puede aportar los mismos resultados.

La dureza de la superficie después de realizada la nitrocarburoación tanto en gas como en baño de sales a 580°C es aproximadamente de 1100 HV_{0,2}.

Profundidad de nitrurado

Proceso	Tiempo	Profundidad*	Dureza HV _{0,2}
Nitruración gaseosa a 510°C	10 h	0,16 mm	1100
	30 h	0,22 mm	1100
Nitruración por plasma a 480°C	10 h	0,15 mm	1100
Nitrocarburoación – en gas a 580°C – en baño sales a 580°C	2 h	0,13 mm	1100
	1 h	0,08 mm	1100

* Profundidad = distancia desde la superficie donde la dureza es de 50 HV_{0,2} sobre la dureza base



Herramienta para producción de bielas.

Recomendaciones de mecanizado

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

Las recomendaciones, en las tablas siguientes, son válidas para Uddeholm Formvar en condición de recocido blando.

Torneado

Parámetros de corte	Torneado con herramientas de metal duro		Torneado con acero rápido Torneado de acabado
	Torneado de desbaste	Torneado de acabado	
Velocidad de corte (v_c) m/min.	150–200	200–250	15–20
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	0,5–2
Designación broca ISO	P20–P30 Carburo revestido	P10 Carburo revestido o cementado	–

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.	130–180	180–220
Avance (f_z) mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte (a_p) mm	2–4	–2
Designación broca ISO	P20–P40 Carburo revestido	P10 Carburo revestido o cementado

FRESADO DE ACABADO

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro	Metal duro insertado	Acero rápido
Velocidad de corte (v_c) m/min.	130–170	120–160	25–30 ¹⁾
Avance (f_z) mm/diente	0,03–0,20 ²⁾	0,08–0,20 ²⁾	0,05–0,35 ²⁾
Designación broca ISO	–	P20–P30	–

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

²⁾ Dependiendo de la profundidad radial y diámetro de corte

Taladrado

TALADRADO CON BROCAS ESPIRALES DE ACERO RAPIDO

Diámetro de la broca mm	Velocidad de corte (v_c) m/min	Avance (f) mm/r
– 5	15–20*	0,05–0,15
5–10	15–20*	0,15–0,20
10–15	15–20*	0,20–0,25
15–20	15–20*	0,25–0,35

*Para brocas de acero rápido con recubrimiento $v_c \sim 35–40$ m/min.

TALADRADO CON BROCAS DE METAL DURO

Parámetros de corte	Tipo de broca		
	Metal duro insertado	Metalduro sólido	Broca con refrigeración ¹⁾
Velocidad de corte (v_c) m/min.	180–220	120–150	60–90
Avance (f) mm/r	0,05–0,25 ²⁾	0,10–0,25 ³⁾	0,15–0,25 ⁴⁾

¹⁾ Broca con punta reemplazable o de carburo soldada

²⁾ Avance diámetro de la broca 20–40 mm

³⁾ Avance diámetro de la broca 5–20 mm

⁴⁾ Avance diámetro de la broca 10–20 mm

Recomendaciones de mecanizado

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

Las recomendaciones, en las tablas siguientes, son válidas para Uddeholm Formvar en condición de templado y revenido a 44–46 HRC.

Torneado

Parámetros de corte	Torneado con herramientas de metal duro	
	Torneado de desbaste	Torneado de acabado
Velocidad de corte (v_c) m/min.	40–60	70–90
Avance (f) mm/r	0,2–0,4	0,05–0,2
Profundidad de corte (a_p) mm	1–2	0,5–1
Designación broca ISO	P20–P30 Carburo revestido	P10 Carburo revestido o mixto cerámica

Taladrado

TALADRADO CON BROCAS ESPIRALES DE ACERO RAPIDO (CON RECUBRIMIENTO TICN)

Diámetro de la broca mm	Velocidad de corte (v_c) m/min.	Avance(f) mm/r
– 5	4–6	0,05–0,10
5–10	4–6	0,10–0,15
10–15	4–6	0,15–0,20
15–20	4–6	0,20–0,30

TALADRADO CON BROCAS DE METAL DURO

Parámetros de corte	Tipo de broca		
	Metal duro insertado	Metal duro sólido	Broca con refrigeración ¹⁾
Velocidad de corte (v_c) m/min.	60–80	60–80	40–50
Avance (f) mm/r	0,05–0,25 ²⁾	0,10–0,25 ³⁾	0,15–0,25 ⁴⁾

¹⁾ Broca con punta reemplazable o de carburo soldada

²⁾ Avance diámetro de la broca 20–40 mm

³⁾ Avance diámetro de la broca 5–20 mm

⁴⁾ Avance diámetro de la broca 10–20 mm

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	50–90	90–130
Avance (f_z) mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte (a_p) mm	2–4	–2
Designación broca ISO	P20–P40 Carburo revestido	P10 Carburo revestido o cementado

FRESADO DE ACABADO

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro	Metal duro insertado	Acero rápido con recubrimiento TICN
Velocidad de corte (v_c) m/min.	60–80	70–90	5–10
Avance (f_z) mm/diente	0,03–0,20 ¹⁾	0,08–0,20 ¹⁾	0,05–0,35 ¹⁾
Designación broca ISO	–	P10–P20	–

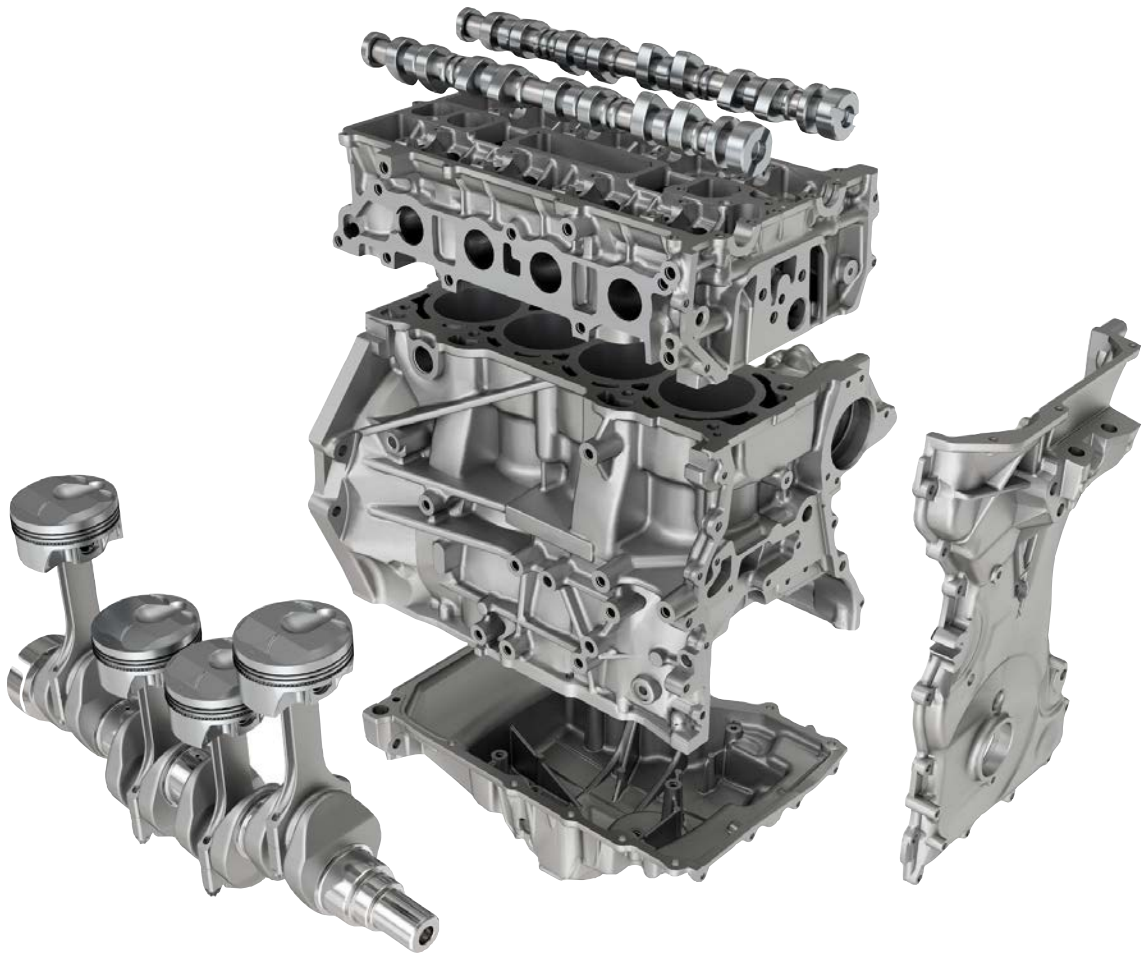
¹⁾ Dependiendo de la profundidad radial y diámetro de corte

Rectificado

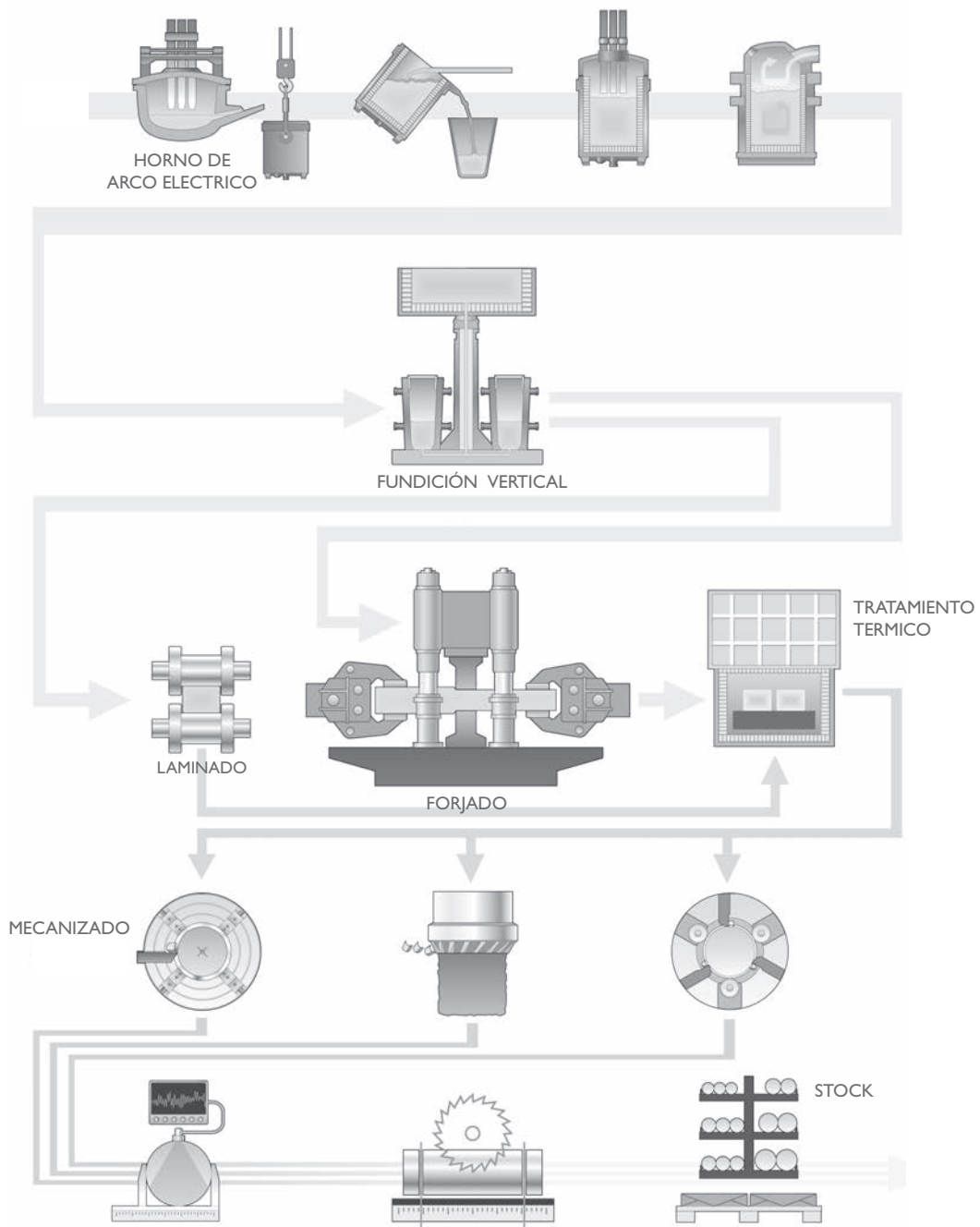
A continuación ofrecemos unas recomendaciones generales de rectificado. Pueden obtener más información en la publicación de Uddeholm «Rectificado de Acero para Utilajes».

RECOMENDACIONES SOBRE EL TIPO DE MUELA

Tipo de rectificado	Estado de recocido blando	Condición templada
Rectificado frontal muela plana	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 IV
Rectificado de perfil	A 100 LV	A 120 JV



Piezas del motor.
Ilustración: GRAPHICS, Suecia.



El Proceso Convencional de Fabricación del Acero para Utillajes

El material base o de inicio para fabricar nuestro acero para utillaje es seleccionado cuidadosamente a partir de acero reciclable de alta calidad. Juntamente con ferro-aleaciones y creadores 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 calentamiento del baño del acero en el horno de crisol. La desgasificación al vacío elimina elementos como el hidrógeno, nitrógeno y el azufre.

En la fundición vertical, los moldes ya preparados 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, para convertirse en dimensiones redondas o barras planas.

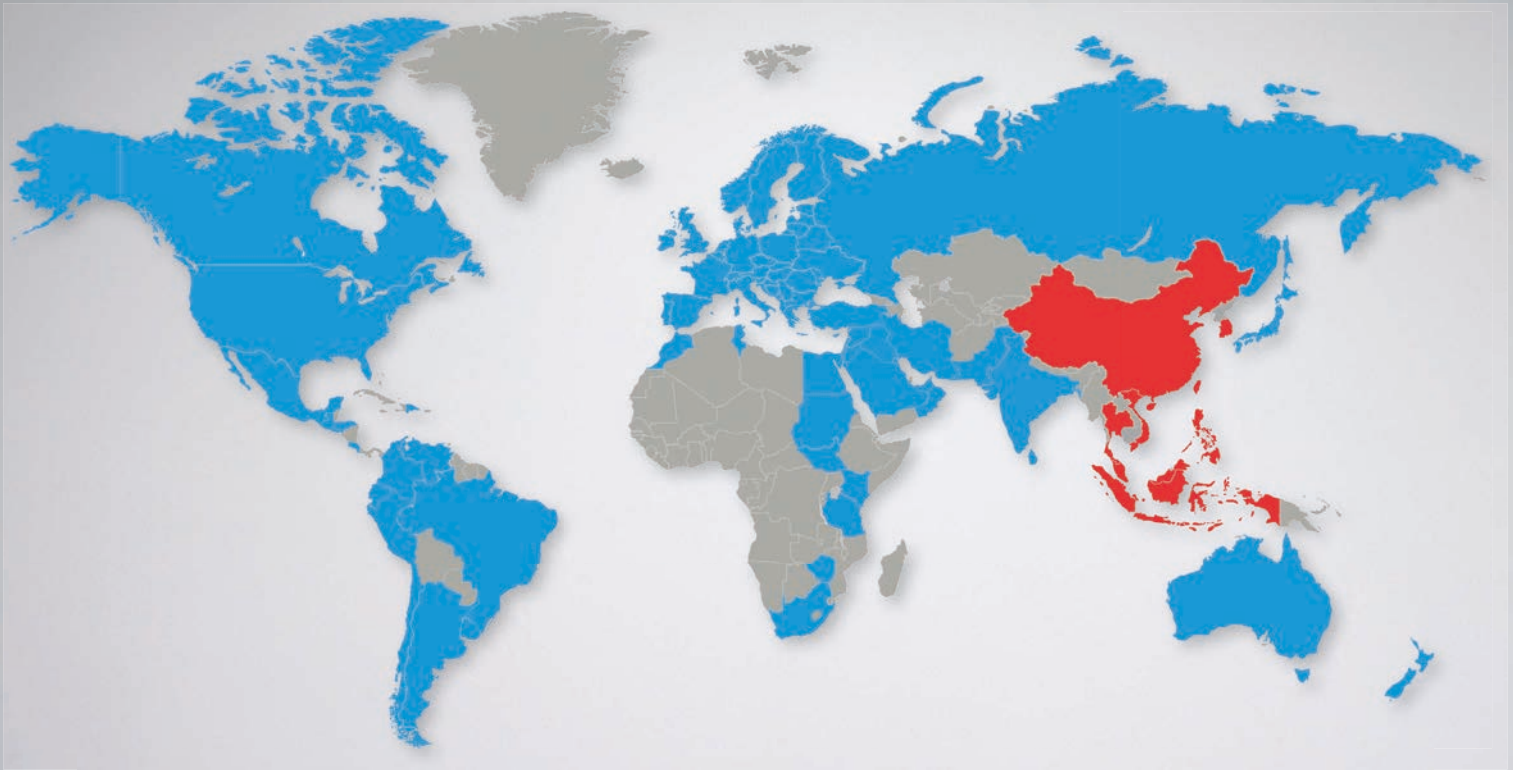
TRATAMIENTO TÉRMICO

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. En el último mecanizado en grandes dimensiones, la barra de acero gira contra un utillaje de corte fijo. En el descortezado de pequeñas dimensiones el utillaje de corte gira alrededor de la barra.

A fin de salvaguardar nuestra calidad y garantizar la integridad del acero para utillajes, 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 nuestro canal de ventas exclusivo, que representa a Uddeholm en la zona Asia Pacifico. Juntos hemos afianzado nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes.

