

STAVAX ESR

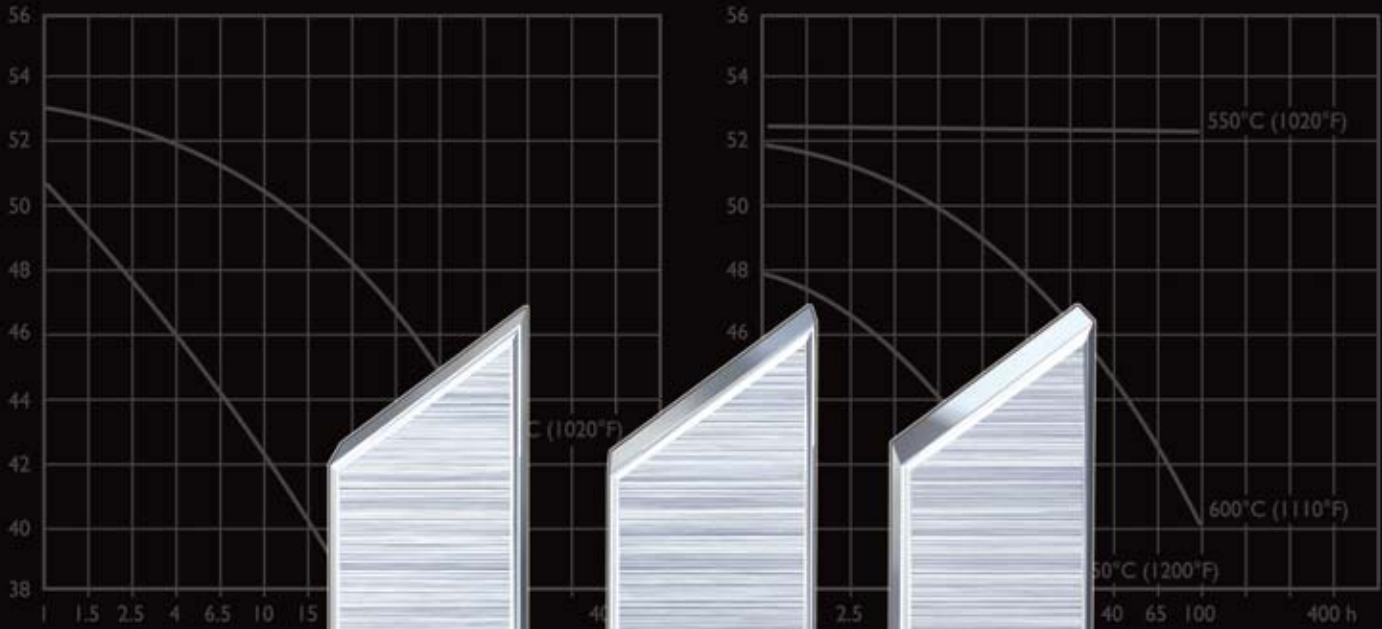
Acero inoxidable para moldes

COLD WORK

PLASTIC MOULDING

HOT WORK

HIGH PERFORMANCE STEEL



Typical analysis %	C 2,05	Mn 0,8	Cr 12,0	W 0,2
Standard specification	AISI D6, (1.4845)	EN 1.4845 (X2CrNi12-02)		
Delivery condition	Soft annealed	to approx. 200 HB		
Colour code	Red	Colour code		

Temperature	20°C (68°F)	200°C (390°F)	400°C (750°F)
Density kg/m ³ lbs/m ³	7 770 0,281	7 670 0,277	7 650 0,275
Modulus of elasticity N/mm ² psi	194 000 28,1 × 10 ⁶	188 000 27,3 × 10 ⁶	173 000 25,1 × 10 ⁶
Coefficient of thermal expansion per °C from 20°C per °F from 68°F	to 100°C 11,7 × 10 ⁻⁶ to 212°F 6,5 × 10 ⁻⁶	to 200°C 12 × 10 ⁻⁶ to 400°F 6,7 × 10 ⁻⁶	to 400°C 13,0 × 10 ⁻⁶ to 750°F 7,3 × 10 ⁻⁶
Thermal conductivity W/m °C Btu in (ft ² h°F)	- -	27 187	32 221
Specific heat K/kg °C Btu/lbs °F	455 0,109	525 0,126	608 0,145

Los datos en este impreso están basados en nuestros conocimientos actuales, y tienen por objeto de dar una información general sobre nuestros productos y sus campos de aplicación. Por lo que no se debe considerar que sean una garantía de que los productos descritos tienen ciertas características o que sirven para objetivos especiales.

Información general

STAVAX ESR es un acero inoxidable para utillajes, aleado al cromo, dotado de las siguientes propiedades:

- buena resistencia a la corrosión
- buena pulibilidad
- buena resistencia al desgaste
- buena mecanibilidad
- buena estabilidad en el temple.

Combinadas, estas propiedades reportan al acero unas excepcionales prestaciones en la producción. Los beneficios prácticos de una **buena resistencia a la corrosión** en un molde para plástico pueden resumirse como sigue:

- **Menor costo de mantenimiento del molde.**
Las superficies de las impresiones con cavidades mantienen su acabado original durante largos periodos de producción.
Los moldes conservados o empleados en lugares húmedos no requieren protección especial.
- **Menor costo de producción.**
Debido a que los canales para el agua de refrigeración no pueden oxidarse (a diferencia de los aceros convencionales para moldes), las características de transferencia térmica y, por tanto, de eficacia en la refrigeración son constantes durante toda la vida de servicio del molde, lo cual garantiza unos ciclos de fabricación estables.

Estas cualidades, unidas a la alta resistencia al desgaste de STAVAX ESR ofrecen al usuario del molde unos utillajes de larga duración y bajo costo de mantenimiento que reportando una máxima rentabilidad.

Nota: STAVAX ESR se fabrica empleando la técnica de Electro afinado de escoria (ESR), que proporciona una microestructura extremadamente fina y uniforme.

Análisis típico %	C 0,38	Si 0,9	Mn 0,5	Cr 13,6	V 0,3
Normas equivalentes	(AISI 420) (W.-Nr. 1.2083)				
Estado de suministro	Recocido blando hasta aprox. 200 Brinell				
Código de color	Negro/Naranja				

Aplicaciones

STAVAX ESR se recomienda para todo tipo de utillajes de moldeo, aunque sus propiedades especiales lo hacen particularmente adecuado para moldes que deban reunir los siguientes requisitos:

- **Resistencia a la corrosión/manchas**, es decir, para el moldeo de materiales corrosivos, por ejemplo PVC, acetatos, y para moldes expuestos a condiciones de trabajo/almacenamiento húmedas.
- **Resistencia al desgaste**, es decir, para el moldeo de materiales abrasivos/con cargas, incluyendo materiales termoendurecibles moldeados por inyección. Asimismo, para moldes con series de producción excepcionalmente largas, por ejemplo, componente eléctricos/electrónicos; cubertería y envases de un solo uso.
- **Acabado superficial de gran calidad**, es decir, para la producción de piezas ópticas, tales como lentes de cámaras fotográficas y cristales de gafas de sol, y para artículos médicos, por ejemplo, jeringas y frascos de análisis.

Tipo de molde	Dureza recomendada HRC
Moldes de inyección para: materiales termoplásticos materiales termoendurecibles	45-54 45-54
Moldes de compresión/transferencia	50-54
Moldes de soplado para PVC, PET, etc.	45-54
Moldes de extrusión, extrusión horizontal para varillas y perfiles	45-54



Núcleo de STAVAX ESR para fabricar vasos de poliestireno. Se han efectuado millones de ciclos con demanda de tolerancia y acabado superficial muy exigente.

Propiedades

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Templado y revenido a 50 HRC. Características a temperatura ambiental y temperaturas elevadas.

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densidad kg/m ³	7 800	7 750	7 700
Módulo de elasticidad N/mm ² kp/mm ²	200 000 20 400	190 000 19 400	180 000 18 300
Coefficiente de dilatación térmica por °C a partir de 20°C	—	11,0 x 10 ⁻⁶	11,4 x 10 ⁻⁶
Conductividad térmica* W/m °C	16	20	24
Calor específico J/kg °C	460	—	—

* Es difícil medir la conductividad térmica. La dispersión puede alcanzar incluso $\pm 15\%$.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A TEMPERATURA AMBIENTE

Los valores de resistencia a la tracción deben considerarse solamente como aproximados. Todas las muestras se tomaron de una barra (en la dirección de laminación) de 25 mm de diámetro. Templada en aceite $1025 \pm 10^\circ\text{C}$ y revenida dos veces a la dureza indicada

Dureza	50 HRC	45 HRC
Resistencia a la tracción R_m N/mm ² kp/mm ²	1 780 180	1 420 145
Límite aparente de elasticidad $R_{p0,2}$ N/mm ² kp/mm ²	1 460 150	1 280 130

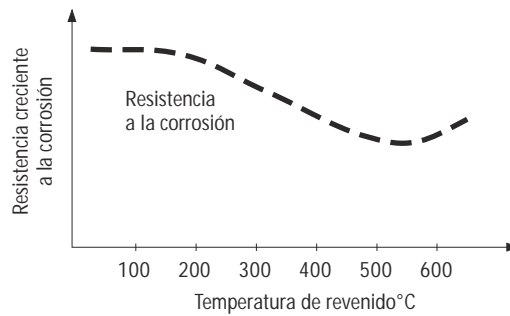
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

STAVAX ESR es resistente a los ataques corrosivos del agua, vapor de agua, ácidos orgánicos débiles, soluciones diluidas de nitratos, carbonatos y otras sales.

Un utillaje fabricado con STAVAX ESR cuenta con una buena resistencia a la corrosión aunque trabaje y esté almacenado en lugares húmedos, y aunque se emplee para moldear plásticos corrosivos en condiciones de producción normales.

STAVAX ESR muestra la máxima resistencia a la corrosión cuando está revenido a baja temperatura y sometido a pulido espejo.

Influencia de la temperatura de revenido en la resistencia a la corrosión



Tratamiento térmico

RECOCIDO BLANDO

Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 890°C . Luego enfriarlo en el horno 20°C por hora hasta 850°C , luego a 10°C por hora hasta 700°C y por último libremente en el aire.

ELIMINACION DE TENSIONES

Después del desbastado en máquina, debe calentarse el utillaje en toda su masa a 650°C , tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y después libremente al aire.

TEMPLE

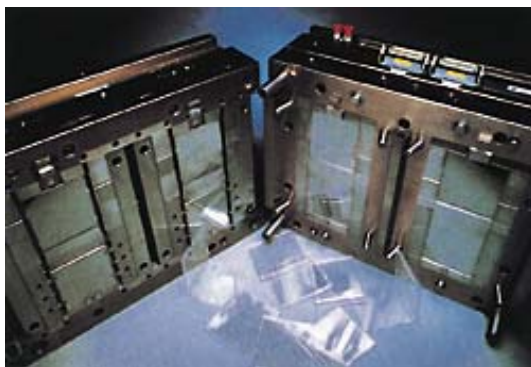
Temperatura de precalentamiento: $600\text{--}850^\circ\text{C}$.

Temperatura de austenización: $1000\text{--}1050^\circ\text{C}$, normalmente $1020\text{--}1030^\circ\text{C}$.

Temperatura °C	Tiempo de mantenimiento*, minutos	Dureza antes del revenido (HRC)
1020	30	56 ± 2
1050	30	57 ± 2

* Tiempo de mantenimiento = tiempo a la temperatura de temple después de que el utillaje está plenamente calentado en toda su masa.

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

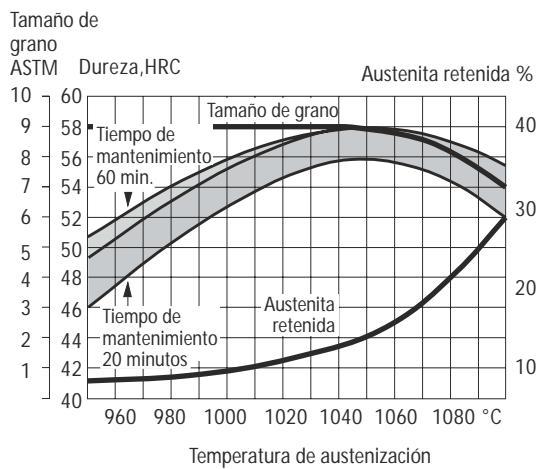


METODOS DE ENFRIAMIENTO

- Aceite
- Lecho fluidizado o baño de sales a 250–550°C, luego enfriar con aire forzado
- Gas a alta velocidad/atmósfera circulante.

A fin de obtener las propiedades óptimas, el enfriamiento debe realizarse lo más rápido posible, teniendo en cuenta una distorsión aceptable. Al tratar en horno de vacío, se recomienda una sobrepresión de 4–5 bars. Revenir el utillaje cuando ésta alcance 50–70°C.

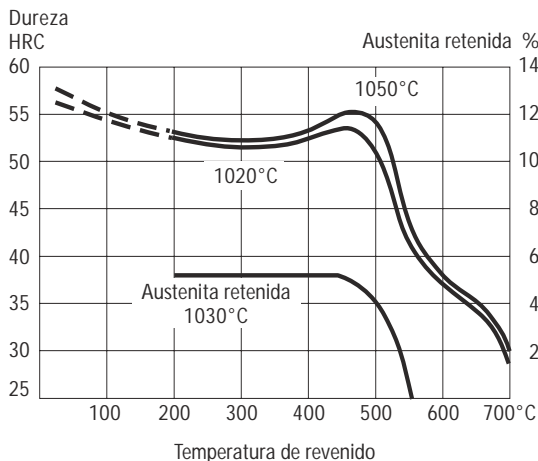
Dureza, tamaño del grano y austenita retenida, en función de la temperatura de austenización



REVENIDO

Elegir la temperatura de revenido de acuerdo con la dureza requerida según el gráfico de revenido. Revenir dos veces con enfriamiento intermedio a la temperatura ambiental. Mínima temperatura de revenido 180°C, pero la mínima temperatura preferida es 250°C. Tiempo mínimo de mantenimiento de temperatura, 2 horas.

Gráfico de revenido



Nota 1: Se recomienda revenir a 250°C a fin de obtener una combinación óptima de tenacidad, dureza y resistencia a la corrosión.

Nota 2: Las curvas del gráfico son válidas para probetas. La dureza obtenida depende del tamaño del molde.

Nota 3: Una combinación de alta temperatura de austenización y baja temperatura de revenido, <250°C debe ser evitada ya que crea un alto nivel de tensiones en el molde.

CAMBIOS DIMENSIONALES

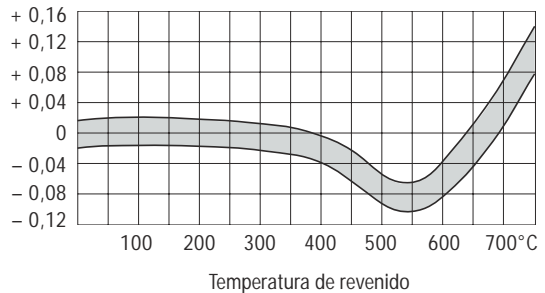
Los cambios dimensionales durante el temple y revenido varían dependiendo de las temperaturas, equipos y métodos de enfriamiento utilizados en el tratamiento térmico.

Es también de vital importancia el tamaño y la forma geométrica del utillaje.

Por tanto, el utillaje deberá siempre fabricarse con tolerancia suficiente a fin de compensar los cambios dimensionales. Para la calidad STAVAX ESR utilizar como guía un 0,15 %.

Durante el revenido

Cambio dimensional %



Durante el temple

Mostramos a continuación un ejemplo de cambios dimensionales ocurridos en una placa de 100 x 100 x 25 mm, revenida bajo las condiciones idóneas.

Temple desde 1020°C	Ancho %	Longitud %	Espesor %
Temple en aceite	min. + 0,02 max. - 0,05	+ 0,02 - 0,03	+ 0,04 -
Temple escalonado martensítico	min. + 0,02 max. - 0,03	± 0 + 0,03	- 0,04 -
Temple al aire	min. - 0,02 max. + 0,02	± 0 - 0,03	± 0 -
Temple al vacío	min. + 0,01 max. - 0,02	± 0 + 0,01	- 0,04 -

Nota: Hay que sumar los cambios dimensionales experimentados durante el temple y revenido.

Recomendaciones de mecanizado

Los datos de corte mostrados a continuación deben ser considerados como guía debiendo ser adaptados a las condiciones específicas existentes.

TORNEADO

Parámetros de corte	Torneado con 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
Mecanizado grupo ISO	P20–P30 Carburo revestido	P10 Carburo revestido ou cermet	–

FRESADO

Fresado frontal y axial

Parámetros de corte	Fresado con metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado en fino
Velocidad de corte (v_c) m/min	180–260	260–330
Avance (f_z) mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte (a_p) mm	2–4	0,5–2
Mecanizado grupo ISO	P20–P40 Carburo revestido	P10–P20 Carburo revestido ou cermet

Fresado de acabado

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro integral	Insertado metal duro	Acero rápido
Velocidad de corte (v_c) m/min	120–150	170–230	25–30 ¹⁾
Avance (f_z) mm/diente	0,01–0,20 ²⁾	0,06–0,20 ²⁾	0,01–0,3 ²⁾
Mecanizado grupo ISO	–	P20–P30	–

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

²⁾ Dependiendo de la profundidad de corte radial y del diámetro de la fresa.

TALADRADO

Taladrado con brocas de acero rápido

Diámetro de la broca mm	Velocidad de corte (v_c)		Avance (f) mm/r
	m/min		
–5	12–14*		0,05–0,10
5–10	12–14*		0,10–0,20
10–15	12–14*		0,20–0,30
15–20	12–14*		0,30–0,35

* Para brocas de acero rápido recubiertos $v_c = 20–22$ m/min.

Taladrado con brocas de metal duro

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

¹⁾ Taladros con canales de refrigeración interna y plaqueta de metal duro.

²⁾ Dependiendo del diámetro del taladro.

RECTIFICADO

A continuación damos unas recomendaciones generales sobre muelas de rectificado, pueden obtener más información en el catálogo de Uddeholm «Rectificado de Acero para Utilajes».

Tipo de rectificado	Muelas recomendadas	
	Estado de recocido blando	Estado templado
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 IV
Rectificado de perfil	A 100 LV	A 120 KV

Soldadura

Se pueden obtener buenos resultados al soldar un acero para utillajes si se toman las precauciones necesarias durante la operación de soldadura (temperatura de trabajo elevada, preparación de la junta, elección de los consumibles y buen procedimiento de soldadura). Si el utillaje debe ser pulido o fotograbado debe utilizarse un electrodo que tenga la misma composición.

Método de soldadura	TIG	MMA
Temperatura de trabajo	200–250°C	200–250°C
Material de soldadura	STAVAX TIG-WELD	STAVAX WELD
Dureza después de soldadura	54–56 HRC	54–56 HRC
Tratamiento térmico después de soldadura:		
Templado	Revenir a 10–20°C por debajo de la temperatura original de revenido.	
Recocido blando	Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 890°C. Luego enfriarlo en el horno 20°C por hora hasta 850°C, luego a 10°C por hora hasta 700°C y por último libremente al aire.	

Puede obtenerse información más detallada en el folleto de Uddeholm «Soldadura de Acero para Utillajes».

Fotograbado

STAVAX ESR cuenta con una estructura muy homogénea, y un contenido muy bajo de inclusiones metálicas, lo cual lo convierte en un material muy adecuado para realizar el fotograbado. El proceso

especial de fotograbado que debe utilizarse con STAVAX ESR debido a su buena resistencia a la corrosión es bien conocido por todas las empresas que aplican ésta técnica.

Para más información pueden consultar el folleto de Uddeholm «Fotograbado de Aceros para Utillajes».

Pulido

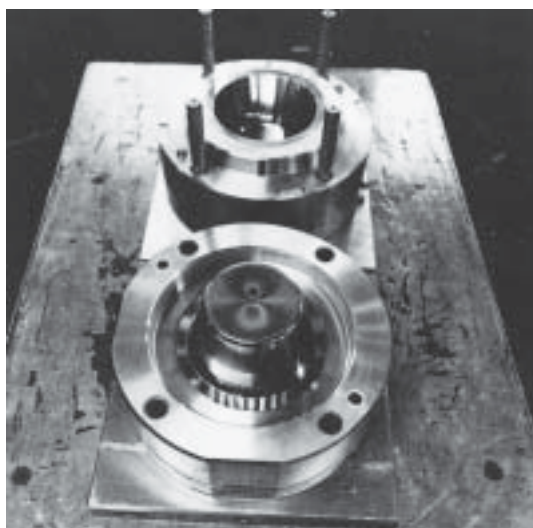
STAVAX ESR cuenta con una gran pulibilidad en condición de templado y revenido.

Una técnica ligeramente distinta, en comparación con la que se aplica a otras calidades de acero para moldes de Uddeholm, debe ser utilizada. La base principal de ésta técnica es utilizar pasos cortos durante el proceso de rectificado fino/pulido, no empezando a pulir sobre una superficie demasiado basta. Es también de vital importancia detener la operación de pulido inmediatamente después de haber suprimido la última marca del tamaño de grano anterior.

Pueden obtener información más detallada en el catálogo de Uddeholm «Pulido de Acero para Utillajes».

Información adicional

Póngase en contacto con la oficina local de Uddeholm para obtener una mayor información sobre la selección, termotratamiento, aplicaciones y disponibilidad de los aceros para utillajes de Uddeholm.



Molde de STAVAX ESR para fabricar envases de plástico transparente.