

Uddeholm
Vanadis[®]4 Extra
SuperClean

© 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: 4, 03.2016



PROPIEDADES CRÍTICAS DEL ACERO PARA OBTENER

UN BUEN RENDIMIENTO DEL UTILLAJE

- Dureza correcta para la aplicación concreta
- Alta resistencia al desgaste
- Alta ductilidad

La alta resistencia al desgaste se asocia habitualmente con la baja tenacidad y ductilidad y vice-versa. En muchos casos la alta resistencia al desgaste y la resistencia a las melladuras o roturas es esencial para obtener un rendimiento óptimo del utillaje.

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean es un acero pulvimetalúrgico para trabajo en frío que ofrece una combinación extremadamente buena de resistencia al desgaste y ductilidad para utillajes de alto rendimiento.

FABRICACIÓN DEL UTILLAJE

- Buena aptitud de mecanizado
- Tratamiento térmico
- Estabilidad dimensional durante el tratamiento térmico

La fabricación de utillajes con aceros de alta aleación ha creado tradicionalmente problemas con el mecanizado y el tratamiento térmico, comparado con las calidades de baja aleación, habitualmente ello conlleva un incremento de los costos de fabricación del utillaje.

Gracias al cuidadoso equilibrio en su aleación y el proceso de producción pulvimetalúrgico empleado, Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean cuenta con una mejor capacidad de mecanizado que la calidad de acero 1.2379 (AISI D2).

Una gran ventaja con Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean es que la estabilidad dimensional después del temple y revenido, es mucho mejor que la de todos los aceros conocidos de alto rendimiento para trabajo en frío. Ello significa por ejemplo, que Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean es un acero muy apropiado para recubrimientos superficiales.

INFORMACIÓN GENERAL

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean es un acero aleado al cromo-molibdeno-vanadio que se caracteriza por:

- muy buena ductilidad
- alta resistencia al desgaste abrasivo-adhesivo
- alta resistencia a la compresión
- buena estabilidad dimensional durante el tratamiento térmico y en servicio
- buenas propiedades de temple
- muy buena resistencia contra la pérdida de dureza durante el trabajo
- buena aptitud de mecanizado y rectificado

Análisis típico %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	1,4	0,4	0,4	4,7	3,5	3,7
Estado de suministro	Recocido blando a aprox. 230 HB					
Código de color	Verde/Blanco con línea negro transversal					

APLICACIONES

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean es un acero especialmente adecuado en aplicaciones en las que el desgaste adhesivo y/o melladuras son los mecanismos de fallo dominantes, es decir:

- Con materiales blandos/adherentes como el acero inoxidable martensítico, acero dulce, cobre, aluminio, etc , como material de trabajo
- Con material de trabajo grueso
- Materiales de trabajo de alta resistencia

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean es también un acero adecuado para corte y conformado de chapa de acero de alta resistencia, UHSS, éstos materiales exigen grandes requisitos al acero para utillajes, tanto en resistencia al desgaste abrasivo como en ductilidad.

Algunos ejemplos

- Corte y conformado
- Corte fino
- Utillajes para extrusión en frío
- Compactación de polvo
- Embutición profunda
- Cuchillas
- Substrato para recubrimiento de superficie

PROPIEDADES

PROPIEDAD FÍSICAS

Material templado y revenido a 60 HRC.

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densidad kg/m ³	7 700	-	-
Módulo de elasticidad N/mm ²	206 000	200 000	185 000
Conductividad térmica W/m • °C	-	30	30
Calor específico J/kg °C	460	-	-

COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA

Temperatura °C	Coefficiente °C from 20
20-100	11,0 x 10 ⁻⁶
20-200	11,3 x 10 ⁻⁶
20-300	11,7 x 10 ⁻⁶
20-400	12,1 x 10 ⁻⁶
20-500	12,4 x 10 ⁻⁶

RESISTENCIA AL IMPACTO

Resistencia al impacto aproximada a temperatura ambiente a distintas temperaturas de revenido.

Dimensión original de la barra: 105 mm Ø, las probetas son tomadas del centro de la barra y probadas en dirección transversal.

Tamaño de la probeta: 7 x 10 x 55 mm sin muesca.

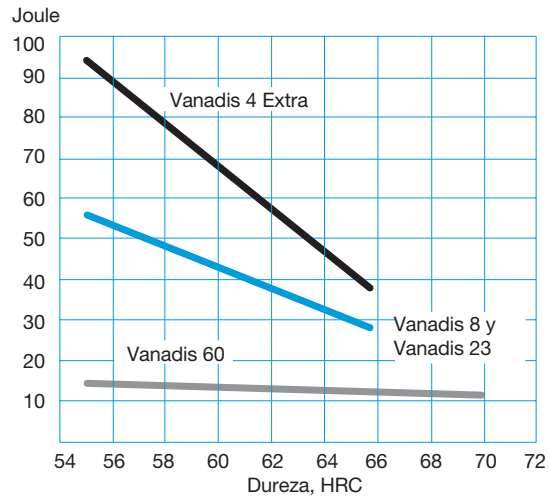
Templado a una temperatura entre 940°C y 1150°C. Tiempo de mantenimiento 30 minutos a temperaturas hasta 1100°C, y para temperaturas por encima de ésta, 15 minutos.

Enfriamiento al aire. Revenido 2 x 2h entre 525°C y 570°C

DUCTILIDAD

Test de impacto, sin entalla, CR2 (dirección de fibra).

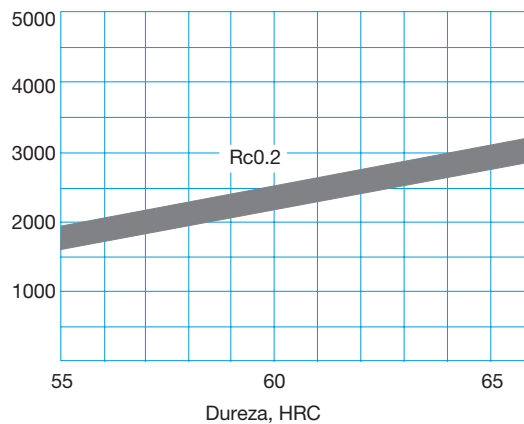
La resistencia al impacto mostrada, son valores promedio. Uddeholm Vanadis 8 SuperClean y Uddeholm Vanadis 23 SuperClean tienen una resistencia al impacto similar.



LÍMITE ELÁSTICO A COMPRESIÓN

Límite elástico a compresión aproximado en relación a la dureza a temperatura ambiente.

Límite elástico a compresión, MPa



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y DEFLEXION

Prueba de resistencia a la flexión en cuatro puntos.

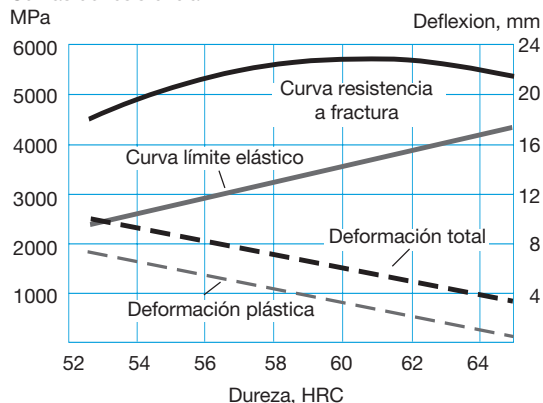
Dimensiones de la probeta: 5 mm Ø

Ratio de carga 5 mm/min.

Temperatura de austenización: 990-1180°C

Revenido: 3 x 1 h a 560°C

Curvas de resistencia



TRATAMIENTO TÉRMICO

RECOCIDO BLANDO

Proteger el acero y calentar en toda su masa hasta alcanzar los 900°C. Luego enfriar en el horno a 10°C por hora hasta alcanzar los 750°C, después dejar enfriar libremente al aire.

LIBERACIÓN DE TENSIONES – ESTABILIZADO

Una vez realizado el mecanizado de desbaste el utillaje deberá calentarse en toda su masa a 650°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta alcanzar los 500°C, luego libremente al aire.

TEMPLE

Temperatura de precalentamiento: Primer precalentamiento a 600–650°C y segundo a 850–900°C.

Temperatura de austenización: 940–1180°C, normalmente 1020°C.

- Para grandes secciones >70mm utilizar 1060°C.
- Para mejor resistencia al desgaste usar 1100–1180°C

Tiempo de mantenimiento: 30 minutos para temperaturas de temple de hasta 1100°C, 15 minutos para temperaturas superiores a 1100°C.

Tiempo de mantenimiento = tiempo a temperatura de temple una vez el utillaje ha sido calentado en toda su masa. Un tiempo de mantenimiento inferior al recomendado anteriormente puede resultar en una pérdida de dureza.

Se protegerá la pieza contra la decarburación y la oxidación durante el proceso de temple.

Encontrará más información en el folleto de Uddeholm «Heat treatment of tool steels» (Tratamiento térmico de aceros para utillajes).

MEDIOS DE ENFRIAMIENTO

- Vacío (gas a alta velocidad con suficiente presión positiva).
- Baño de martemple, o lecho fluidizado a 200–550°C.
- Aire/gas forzado

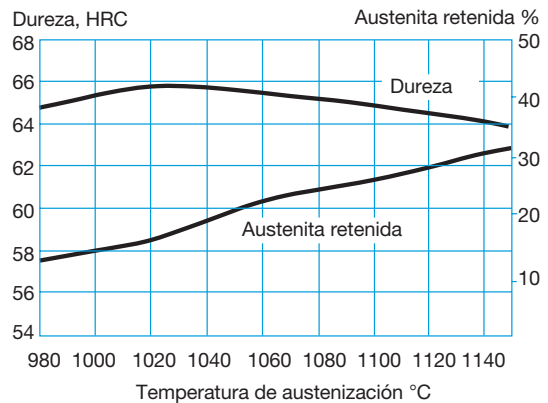
Nota: Revenir el utillaje tan pronto como su temperatura alcance los 50–70°C.

Para obtener las propiedades óptimas para el utillaje, la velocidad de enfriamiento debe ser lo más alta posible dentro de los límites de distorsión aceptables.

Una velocidad de enfriamiento lenta producirá la pérdida de dureza en comparación con las curvas de revenido facilitadas.

El martemple debe ir seguido de enfriamiento por aire forzado si el espesor de la pared supera los 50 mm.

DUREZA Y AUSTENITA RETENIDA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE AUSTENIZACIÓN



Parachoques para turismos, troqueles hechos con Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean. Resistencia de la chapa 1000 mPa, con espesor de 2 mm. Cortesía de Essa Palau, Barcelona, España.

REVENIDO

La temperatura de revenido puede seleccionarse de acuerdo con la dureza requerida empleando como guía el gráfico de revenido. Realice el proceso de revenido al menos dos veces con un enfriamiento intermedio hasta alcanzar la temperatura ambiente.

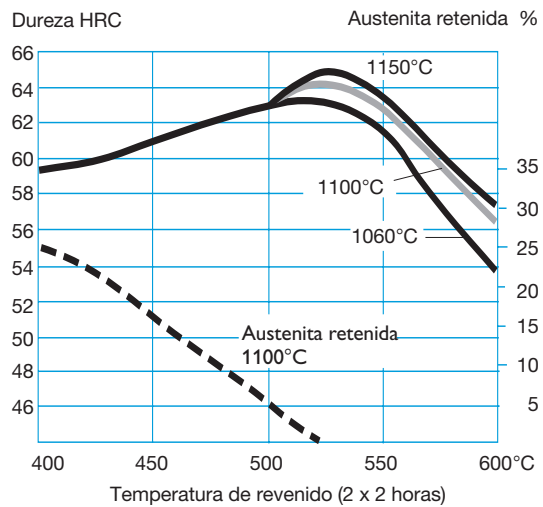
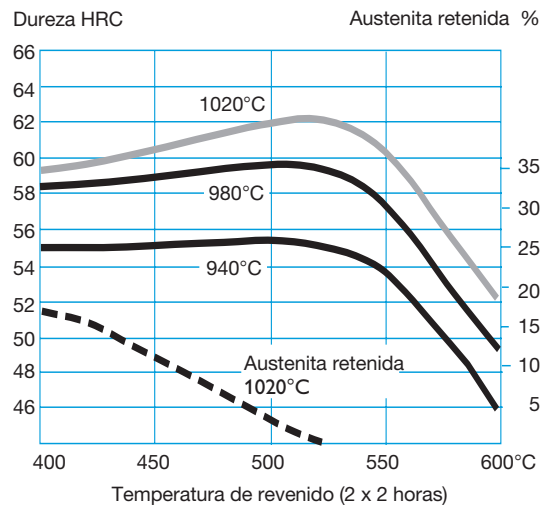
Para conseguir la máxima ductilidad y estabilidad dimensional, se recomienda encarecidamente una temperatura mínima de 540°C y tres revenidos.

El revenido a una temperatura inferior a 540°C puede aumentar la dureza y la resistencia hasta cierto punto, pero también afectará a la resistencia a las grietas y a la estabilidad dimensional. Sin embargo, si se baja la temperatura de revenido, no se debe revenir por debajo de 520°C.

Si se realizan dos revenidos, el tiempo de mantenimiento mínimo a temperatura es de 2 horas. Si se realizan tres revenidos, el tiempo de mantenimiento mínimo es de 1 hora.

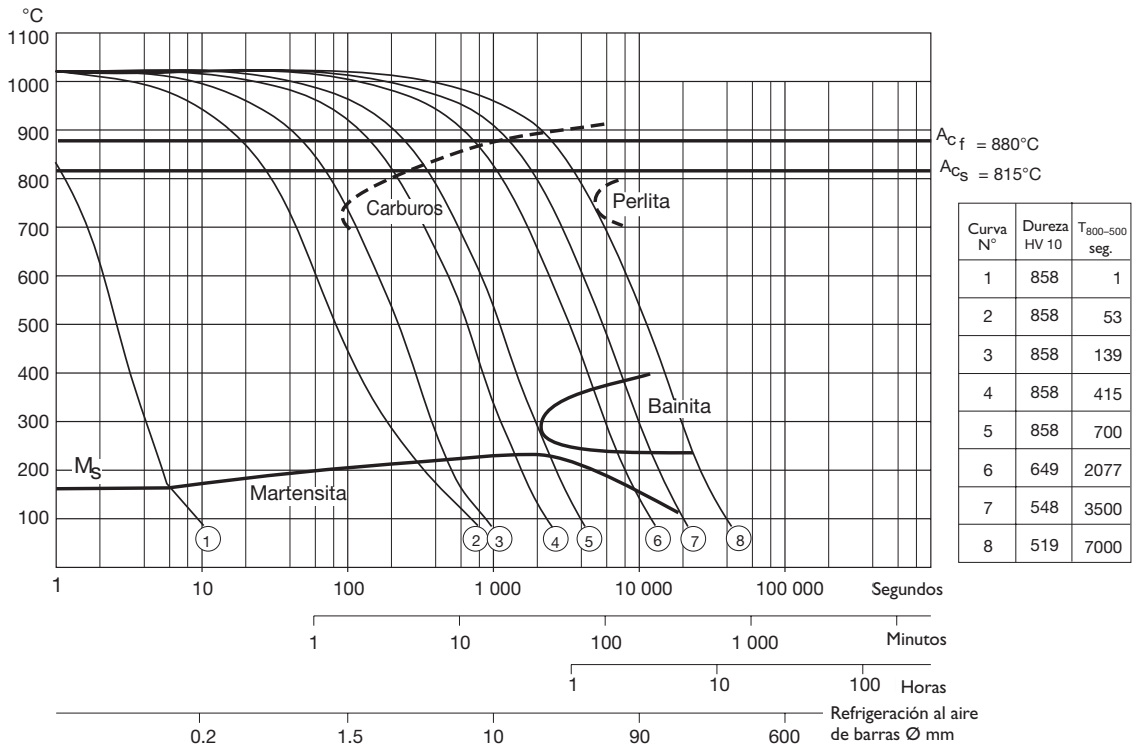
Acerca de las curvas de revenido están obtenidas tras el tratamiento térmico de probetas de tamaño de 15 x 15 x 40 m.m. enfriadas mediante aire forzado. Bajas durezas pueden ser encontradas tras el tratamiento térmico de moldes y matrices debido a dos factores como el tamaño de la herramienta y/o los parámetros del tratamiento térmico.

GRÁFICOS DE REVENIDO



GRAFÍCO CCT

Temperatura de austenización 1020°C. Tiempo de mantenimiento 30 minutos.



CAMBIOS DIMENSIONALES DURANTE EL TEMPLE Y REVENIDO

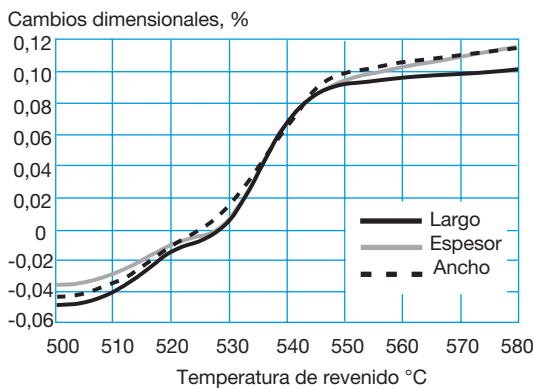
Los cambios dimensionales han sido medidos después de la austenización y revenido.

Austenización: 1020°C/30 min, enfriamiento en horno de vacío a 1,1°C/s entre 800°C y 500°C.

Revenido: 2 x 2 h a varias temperaturas.

Tamaño de la probeta: 80 x 80 x 80 mm

CAMBIOS DIMENSIONALES EN LARGO, ANCHO Y ESPESOR DURANTE DE TEMPLE Y REVENIDO, EN LARGO, ANCHO Y ESPESOR



TRATAMIENTO SUB-CERO

Las piezas que requieran la máxima estabilidad dimensional pueden ser tratadas mediante el método sub-cero en la forma siguiente:

Inmediatamente después del enfriamiento la pieza debe ser tratada sub-cero de -70 a -80°C, tiempo de inmersión de 3-4 horas, seguido de un revenido. La temperatura de revenido debe reducirse 25°C a fin de obtener la dureza deseada cuando se realiza un revenido a alta temperatura. Evitar las formas complicadas puesto que implica riesgo de roturas.

TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE

A algunos aceros para trabajo en frío se les aplica un tratamiento de superficie a fin de reducir la fricción e incrementar la resistencia al desgaste. Los tratamientos de superficie más comunes son la nitruración y los tratamientos de superficie con recubrimientos resistentes al desgaste producidos mediante PVD o CVD.

La alta dureza y tenacidad juntamente con una buena estabilidad dimensional hacen que Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean sea un acero sub-strato ideal para distintos tipos de recubrimientos de superficie.

NITRURACIÓN

La nitruración aporta en una capa dura en la superficie que es muy resistente al desgaste y a la erosión.

Normalmente Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean se reviene a alta temperatura, a 540°C. Ello significa que la temperatura de nitruración utilizada no debería exceder los 525°C. La nitruración iónica a una temperatura inferior a la temperatura de revenido utilizada es la más recomendable.

La dureza de la superficie después de realizada la nitruración es de aproximadamente de 1150 HV_{0,2kg}. El espesor de la capa deberá seleccionarse según la aplicación en cuestión.

Para corte y punzonado la profundidad recomendada es 10–20 µm y para herramientas de conformado puede ser de hasta un máximo de 30 µm.

PVD

La deposición física de vapor, PVD, es el método que consiste en aplicar un recubrimiento resistente al desgaste a temperaturas entre 200–500°C.

CVD

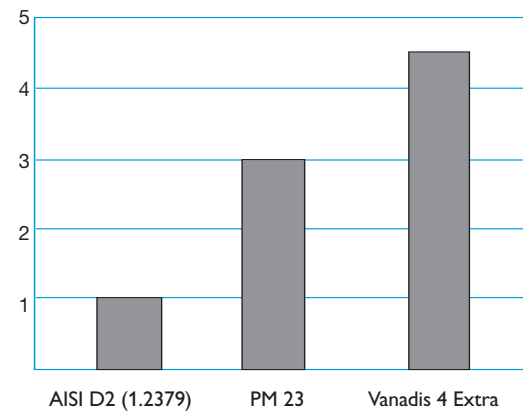
La deposición química de vapor (CVD) se utiliza para aplicar un recubrimiento resistente al desgaste a una temperatura aproximada de 1000°C.

Es recomendable que los utillajes se templen por separado en un horno de vacío una vez realizado el tratamiento de superficie.

CAPACIDAD DE MECANIZADO

Capacidad relativa de mecanizado y rectificado para AISI D2 (1.2379), PM 23 y Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean. Un alto valor indica buena capacidad de mecanizado y rectificado.

Capacidad relativa de mecanizado/rectificado, (1=peor 5=mejor)



RECOMENDACIONES DE MECANIZADO

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

Estado de suministro: recocido blando a ~230 HB

TORNEADO

Parámetros de corte	Torneado con herramientas de metal duro		Torneado con acero
	Torneado de desbaste	Torneado de acabado	Torneado de acabado
Velocidad de corte (v _c) m/min.	120–170	170–220	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	0,5–3
Designación broca ISO	K20*, P20* o cementado	K15*, P15* o cementado	–

* Utilizar metal duro resistente al desgaste con recubrimiento CVD

FRESADO

FRESADO FRONTAL Y AXIAL

Parámetros de corte	Fresado con herramientas de metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado fino
Velocidad de corte (v_c) m/min.	110–150	150–200
Avance (f_z) mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte (a_p) mm	2–4	– 2
Designación ISO	K20, P20 Carburo revestido* o cementado	K15, P15 Carburo revestido* o cementado

* Utilizar metal duro resistente al desgaste con recubrimiento CVD

FRESADO DE ACABADO

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro	Metal duro insertado	Acero rápido ¹⁾
Velocidad de corte (v_c) m/min.	60–80	110–160	8–12
Avance (f_z) mm/diente	0,03–0,20 ²⁾	0,08–0,20 ²⁾	0,05–0,35 ²⁾
Designación ISO	–	K15 ³⁾ Carburo revestido o cementado	–

¹⁾ Para fresas de acero rápido con recubrimiento $v_c = 18–24$ m/min.

²⁾ Dependiendo de la profundidad radial y diámetro de corte

³⁾ Utilizar metal duro resistente al desgaste con recubrimiento CVD

TALADRADO

TALADRADO CON BROCAS ESPIRALES DE ACERO RÁPIDO

Diámetro de la broca mm	Velocidad de corte (v_c) m/min	Avance (f) mm/r
– 5	12–14*	0,05–0,15
5–10	12–14*	0,15–0,25
10–15	12–14*	0,25–0,30
15–20	12–14*	0,30–0,35

* 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 ¹⁾
Velocidad de corte (v_c) m/min.	140–160	80–100	50–60
Avance (f) mm/r	0,05–0,15 ²⁾	0,08–0,20 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

RECTIFICADO

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

Tipo de rectificado	Estado recocido blando	Condición templada
Rectificado frontal muela plana	A 46 HV	B151 R50 B3 ¹⁾ A 46 HV ²⁾
Rectificado frontal por segmentos	A 24 GV	A46 FV ²⁾
Rectificado cilíndrico	A 60 KV	B151 R75 B3 ¹⁾ A 60 KV ²⁾
Rectificado interno	A 60 JV	B151 R75 B3 ¹⁾ A 60 KV ²⁾
Rectificado de perfil	A 100 LV	B126 R100 B6 ¹⁾ A 80 JV ²⁾

¹⁾ Si es posible utilizar muelas CBN para ésta aplicación

²⁾ Se recomienda utilizar muelas de rectificado que contengan abrasivo del tipo sinterizado

MECANIZADO POR ELECTROEROSIÓN – EDM

Si se realiza el mecanizado por electroerosión en condición templado y revenido, acabar con una «electroerosión fina», es decir a baja corriente y alta frecuencia.

Para obtener un rendimiento óptimo, la superficie electroerosionada deberá rectificarse / pulirse, y el utillaje revenirse de nuevo aproximadamente 25°C por debajo de la temperatura original de revenido. Al electroerosionar piezas grandes o formas complicadas, Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean deberá revenirse a altas temperaturas, por encima de los 540°C.

COMPARACIÓN RELATIVA DE LOS ACEROS DE UDDEHOLM PARA APLICACIONES DE TRABAJO EN FRÍO

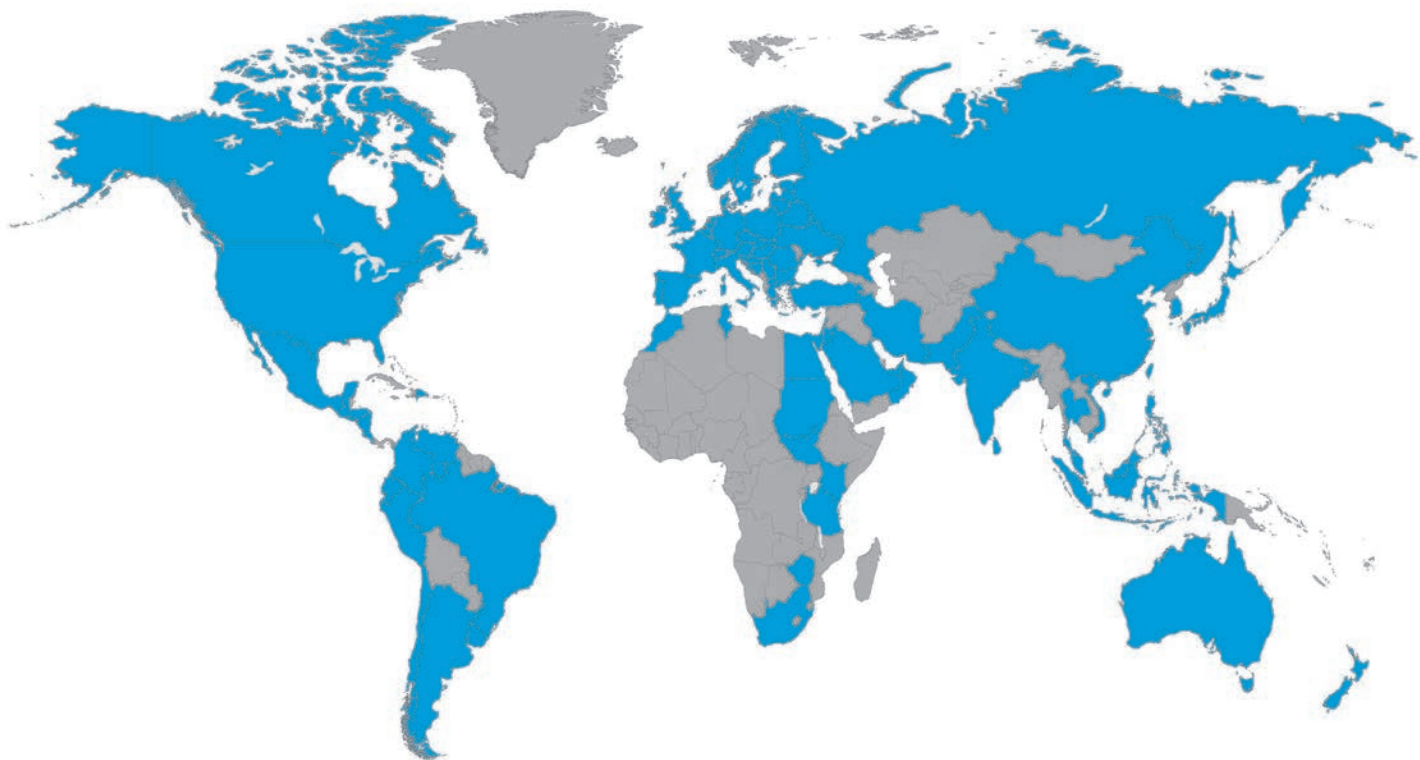
PROPIEDADES DEL MATERIAL Y RESISTENCIA A LOS MECANISMOS DE FALLO

Calidad Uddeholm	Dureza/ Resistencia a la deformación plástica	Mecanibilidad	Rectificabilidad	Estabilidad dimensional	Resistencia al desgaste		Resistencia a la fatiga-rotura	
					abrasivo	adhesivo	Ductilidad/ Resistencia a las melladuras	Tenacidad / grandes rotura
Acero convencional para trabajo en frío								
Arne	■	■	■	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■	■	■	■
Caldie (ESR)	■	■	■	■	■	■	■	■
Rigor	■	■	■	■	■	■	■	■
Sleipner	■	■	■	■	■	■	■	■
Sverker 21	■	■	■	■	■	■	■	■
Sverker 3	■	■	■	■	■	■	■	■
Acero pulvimetalúrgico								
Vanadis 4 Extra*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 8*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vancron 40*	■	■	■	■	■	■	■	■
Acero rápido pulvimetalúrgico								
Vanadis 23*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 30*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 60*	■	■	■	■	■	■	■	■
Acero rápido convencional								
AISI M2	■	■	■	■	■	■	■	■

*Acero Uddeholm SuperClean

INFORMACIÓN ADICIONAL

Contacte por favor con su oficina local de Uddeholm para ampliar información sobre la selección, tratamiento térmico, aplicaciones y disponibilidad de los aceros para utillajes de Uddeholm.



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. De esta manera, hemos afianzado nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes.

Uddeholm es líder mundial en el suministro de material para utillajes. Hemos logrado esta posición al mejorar el negocio diario de nuestros clientes. Una larga tradición combinada con una investigación y un desarrollo de producto, dotan a Uddeholm de capacidad para hacer frente a cualquier tipo de problema que pueda surgir con el utillaje. Esta labor presenta grandes retos, pero nuestro objetivo es claro: ser su primer colaborador y suministrador de acero para utillajes.

Nuestra presencia en todos los continentes le garantiza la misma alta calidad allí donde se encuentre. Afianzamos nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes. 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, por favor visite www.acerosuddeholm.com