

# ACERO PARA EXTRUSIÓN UDDEHOLM

APLICACIÓN DE UTILLAJE | TRABAJOS EN CALIENTE



© 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: 2, 09.2013



**SS-EN ISO 9001**  
**SS-EN ISO 14001**

La elección de un proveedor de acero para moldes y matrices es una decisión fundamental para todos los interesados, desde el fabricante y el usuario de los moldes hasta el consumidor final. Gracias a las magníficas propiedades de los materiales, los clientes de Uddeholm obtienen moldes y componentes de confianza.

Nuestros productos están siempre a la vanguardia. Por ello nos hemos labrado fama como el productor mundial de acero para herramientas más innovador.

Uddeholm produce y suministra acero sueco para herramientas de alta calidad a más de 100.000 clientes en más de 100 países. ASSAB es nuestro canal de ventas exclusivo, que representa a Uddeholm en la zona Asia Pacífico. Juntos hemos consolidado nuestra posición como primer proveedor mundial de acero para herramientas.

Si desea fabricar el utillaje óptimo y obtener economía de producción en cualquier punto de la cadena de fabricación confíe en Uddeholm como proveedor de acero para herramientas.

Simplemente, compensa elegir un acero mejor.

## CONTENIDO

---

Introducción	4
Acero para herramientas de trabajo en caliente de Uddeholm para matrices y utillaje de extrusión	5
Propiedades del acero de herramientas para utillaje y matrices de extrusión	6
Selección de materiales para matrices y componentes de utillaje de extrusión	8
Fabricación de matrices y utillaje	12
Programa de aceros para herramientas	
– descripción general	14
– composición química	15
Selección de acero y dureza	16

## Introducción

La base de producción de la empresa Uddeholm es el acero para herramientas. Sin embargo, nuestro objetivo empresarial es vender y comercializar materiales de utillaje y servicios a fabricantes de herramientas, usuarios de herramientas, fabricantes de maquinaria y sus clientes, ofreciendo los mejores precios a nivel global.

El acero para herramientas industriales debe ser de muy alta calidad. Ésta es la principal garantía de que los componentes que se vayan a producir en última instancia con la herramienta cumplan los requisitos especificados. En este contexto, mantenemos que no todo el acero es igual; la mayoría de nuestras calidades de acero son únicas en el mercado - por este motivo utilizamos nuestros propios nombres de marca- y han sido desarrolladas durante años por nuestros experimentados ingenieros y metalúrgicos.

No obstante, un acero para herramientas de primera clase es sólo una de las claves a la hora de ofrecer una solución óptima para el usuario de una herramienta. Por este motivo, Uddeholm se encuentra a día de hoy a kilómetros de distancia de los proveedores de acero tradicionales y ofrece una amplia gama de servicios complementarios destinados a garantizar que los usuarios de las herramien-

tas obtengan realmente lo mejor de nuestros materiales para herramientas. En colaboración con fabricantes de herramientas, con usuarios de herramientas y, en algunos casos, incluso con usuarios finales (es decir, con aquéllos que utilizan los componentes fabricados con las herramientas), pretendemos desarrollar soluciones completas para una oferta óptima, de la cual el suministro de material para herramientas no es más que una de sus muchas facetas. En términos prácticos, esto quiere decir que, además del material para utillaje y el saber hacer asociado, en muchos casos podemos ofrecer servicios como el mecanizado o el tratamiento térmico o incluso la posibilidad de prestar ayuda para el mantenimiento y la reparación de herramientas, por ejemplo, servicios de soldadura. Estamos convencidos de que nuestra política de prestar servicios sin limitarnos al material de utillaje es necesaria si nuestros clientes – en particular los usuarios de herramientas y los usuarios finales – han de disfrutar de la mejor oferta en cuanto a utillaje en su producción. En una época en la que la subida vertiginosa de los costes de producción no siempre se puede compensar con el aumento de los precios, sacar el máximo partido al utillaje suele ser un ingrediente vital a la hora de lograr unas condiciones de producción viables.



# Acero para herramientas de trabajo en caliente de Uddeholm para matrices y utillaje de extrusión

Acero para herramientas de trabajo en caliente de Uddeholm para la fabricación de herramientas y componentes de prensas de extrusión:

- Uddeholm Impax Supreme
- Uddeholm Alvar 14/Alvar
- Uddeholm Orvar 2 Microdized
- Uddeholm Vidar 1
- Uddeholm QRO 90 Supreme
- Uddeholm Hotvar
- Uddeholm Dievar
- Uddeholm Unimax

Estas calidades de acero presentan distintas características aptas para:

- mandriles
  - portamandriles
  - vástagos
  - discos empujadores
  - camisas
  - camisas intermedias
  - mantos
  - matrices
  - contramatrices
  - soportes
  - bloques de anclaje
- } contenedores

Uddeholm cuenta con muchos años de experiencia en la fabricación de acero para herramientas de trabajo en caliente para matrices y componentes de utillaje de extrusión. Los requisitos que debe cumplir el acero para herramientas dependen de la temperatura de trabajo general, es decir, del metal que se va a extruir, y de la ubicación del componente en cuestión con respecto a la palanquilla caliente y el perfil extruido resultante. El componente que está expuesto a la influencia térmica más severa y que está sometido a la mayor tensión es, naturalmente, la matriz. Otros componentes que alcanzan temperaturas altas son la camisa, el disco empujador y, en los casos en los que se utilice, el mandril.

Las gamas de temperatura típicas a las que se someten estos componentes durante la extrusión son las siguientes:

- Aluminio y sus aleaciones: 400–600°C
- Cobre y aleaciones de cobre: 600–1.000°C
- Acero: 1.100–1.250°C

Es esencial elegir un acero para herramientas óptimo y un tratamiento térmico adecuado a fin de prolongar la vida útil de matrices de extrusión y componentes del utillaje de extrusión que se ven sometidos a condiciones térmicas tan severas.



## Propiedades del acero de herramientas para utillaje y matrices de extrusión

El perfil de propiedades que debe presentar el acero para herramientas en diversos componentes de una prensa de extrusión es bastante similar. Sin embargo, y debido a la variabilidad del entorno térmico, las propiedades termorresistentes deseables del acero para herramientas de trabajo en caliente son mayores o menores en diferentes partes de la prensa. Básicamente, el perfil de propiedades necesario es el siguiente:

- Resistencia adecuada al desgaste a temperaturas elevadas (p. ej., matrices, camisas o mandriles)
- Mayor límite elástico en caliente y dureza en caliente
- Alto grado de resistencia al revenido y resistencia al ablandamiento a temperaturas elevadas
- Resistencia adecuada a la compresión (p. ej., discos empujadores y vástagos) y a la flexión (p. ej., matrices y mandriles) a temperaturas elevadas
- Gran resistencia a la fluencia
- Resistencia aceptable al agrietamiento por fatiga térmica

Al final de este folleto se incluye el programa de aceros para herramientas para matrices de extrusión y componentes de utillaje de extrusión de Uddeholm.

Para matrices y componentes de prensas sometidos a las máximas temperaturas recomendamos los siguientes productos:

- Uddeholm Orvar 2 Microdized
- Uddeholm Vidar 1
- Uddeholm QRO 90 Supreme
- Uddeholm Hotvar
- Uddeholm Dievar
- Uddeholm Unimax

En general, los aceros Uddeholm Orvar 2 Microdized y Uddeholm Vidar 1 se utilizan en aplicaciones normales en las que las tensiones y las temperaturas son moderadas, p. ej., matrices y otros componentes de utillaje para la producción de perfiles de aluminio estándar.

Para condiciones más extremas se recomiendan los aceros Uddeholm QRO 90 Supreme, Uddeholm Hotvar, Uddeholm Dievar y Uddeholm Unimax; estas calidades especiales de acero se caracterizan por una combinación extrema de tenacidad, ductilidad y resistencia a temperaturas elevadas.

## Resistencia al revenido

La resistencia al revenido se puede evaluar con la curva de revenido de un acero para herramientas templado. En esta curva se compara la dureza a temperatura ambiente con la temperatura de revenido durante un tiempo de revenido determinado. Otro método de presentación de los datos de resistencia al revenido consiste en determinar la dureza a temperatura ambiente durante un periodo de tiempo a una temperatura de revenido determinada. Cuanto mejor retenga el acero su dureza a medida que aumenten la temperatura o el tiempo, mejor será su resistencia al revenido.

## Resistencia y dureza en caliente

A diferencia de la resistencia al revenido, que se define en términos de dureza a temperatura ambiente, la resistencia y la dureza en caliente se refieren a las propiedades a temperaturas elevadas. Por lo general, una mayor resistencia al revenido se asocia a una mayor resistencia y dureza en caliente. Se puede decir que una buena resistencia y dureza en caliente son requisitos importantes para mejorar la resistencia al desgaste a temperaturas elevadas. Un alto nivel de resistencia y dureza en caliente también es importante para alcanzar una resistencia adecuada al agrietamiento por fatiga térmica.

## Resistencia a la compresión y a la flexión a altas temperaturas

Cuanto mayor sea el nivel de resistencia o dureza en caliente de un acero para herramientas, mayor será su resistencia a la compresión y a la flexión a altas temperaturas.

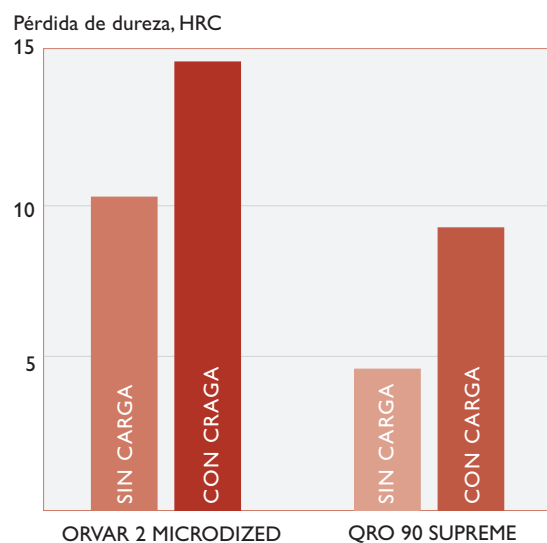


Fig. 1. Pérdida de dureza al cabo de 24 horas a 600°C durante la compresión

La resistencia mejorada a la compresión en caliente se ilustra en la figura 1, donde se muestra la pérdida de dureza a partir de una dureza inicial dada a lo largo de un periodo de 24 horas para las calidades de acero Uddeholm Orvar 2 Microdized y Uddeholm QRO 90 Supreme con carga en compresión a 600°C. Si comparamos estos valores con la pérdida de dureza en estado sin carga, resulta evidente que la tensión mecánica acelera el ablandamiento del acero. La calidad Uddeholm QRO 90 Supreme conserva el mismo grado de superioridad frente a Uddeholm Orvar 2 Microdized independientemente de que el acero esté sometido o no a cargas mecánicas durante el mantenimiento a altas temperaturas.

La resistencia a la flexión a altas temperaturas no sólo está determinada por la dureza en caliente, sino también por la tenacidad y ductilidad del acero.

### Ductilidad y tenacidad

La ductilidad de un material de utillaje cuantifica su capacidad de resistir la deformación plástica sin romperse y está determinada en gran medida por la pureza y la homogeneidad del material.

La tenacidad de un material de utillaje es su capacidad de resistir las cargas sin romperse en entallas agudas o en otras zonas en las que se generan altas tensiones. La tenacidad depende del material del utillaje y de su tratamiento térmico.

Los aceros para herramientas de Uddeholm se fabrican con un grado de pureza muy elevado por lo que respecta a la ausencia de inclusiones no metálicas. Esto garantiza un grado de tenacidad y dureza adecuado incluso para las aplicaciones de extrusión más rigurosas, como aquellas en las que las matrices y otros componentes de utillaje se ven sometidos a severas tensiones de flexión a temperaturas elevadas.

### Resistencia a la fluencia

La fluencia es la deformación lenta y condicionada por el tiempo de un metal sometido a cargas de un nivel inferior al que suele requerirse para deformar plásticamente el metal a la temperatura en cuestión. Una buena resistencia a la fluencia mejora la resistencia a la fractura a temperaturas elevadas y cargas a largo plazo.

En la figura 2 se ilustra la comparación cualitativa de las propiedades críticas del acero. En la figura 3 se muestra la resistencia a distintos fallos.

CALIDAD UDDEHOLM	RESISTENCIA AL REVENIDO	RESISTENCIA EN CALIENTE DUREZA EN CALIENTE	RESISTENCIA A LA FLUENCIA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	DUCTILIDAD Y TENACIDAD
ORVAR 2 M	██████	██████	██████	██████
VIDAR 1	██████	██████	██████	██████
QRO 90 SUP	████████	████████	████████	██████
HOTVAR	██████████	██████████	██████████	████
DIEVAR	██████	██████	██████	██████████
UNIMAX	██████	██████	██████	██████

Fig. 2. Comparación cualitativa de las propiedades críticas del acero (a mayor longitud de la barra, mejor aptitud o resistencia).

CALIDAD UDDEHOLM	DESGASTE EN CALIENTE	DEFORMACIÓN PLÁSTICA	GRIETAS PREMATURAS	FATIGA TÉRMICA
ORVAR 2 M	██████	██████	██████	██████
VIDAR 1	██████	██████	████████	██████
QRO 90 SUP	████████	████████	██████	████████
HOTVAR	██████	██████	██████	████████
DIEVAR	██████	██████	██████████	████████
UNIMAX	████████	████████	████████	████████

Fig. 3. Comparación cualitativa de la resistencia a distintos fallos (a mayor longitud de la barra, mejor aptitud o resistencia).

# Selección de materiales para matrices y componentes de utillaje de extrusión

## Matrices de extrusión

Las matrices de extrusión están expuestas a altas temperaturas que no sólo se deben al calentamiento de la palanquilla, sino también al calor generado por la deformación y fricción. Además, las matrices están sometidas a una alta presión y, en la zona de apoyo de la matriz, a fuerzas de fricción considerables. En extrusiones de aluminio, la capa de óxido duro que se forma instantáneamente en la superficie del metal extruido provoca una abrasión extensiva de la matriz durante el servicio.

### DISEÑO DE LAS MATRICES

El diseño y la fabricación de matrices de extrusión es un procedimiento altamente especializado para el que se requieren matriceros cualificados. Durante la fase de diseño es preciso prever márgenes de tolerancia adecuados que tengan en cuenta la contracción, la deformación elástica, la naturaleza de la sección del perfil y la distribución altamente desigual de la velocidad durante la extrusión de perfiles complicados (para que el perfil permanezca más o menos recto durante la extrusión).

Durante el diseño y la fabricación deben cumplirse los siguientes criterios:

- tolerancias muy ajustadas para que el perfil extruido no tenga un peso excesivo por longitud de unidad (rendimiento de material)
- geometría adecuada de la matriz desde el principio para evitar rectificadores costosos
- superficie de apoyo cuidadosamente acabada para que la superficie del perfil sea aceptable
- diseño adecuado y buena elección del acero para utillaje, el tratamiento térmico, etc. a fin de prolongar al máximo la vida útil de la matriz
- producción racionalizada para que los costes de fabricación sean bajos

### FACTORES QUE DETERMINAN LA VIDA ÚTIL DE LAS MATRICES

Las tensiones a las que está sometida una matriz de extrusión durante su funcionamiento son de origen térmico y mecánico. No obstante, las tensiones térmicas que surgen a raíz de las diferencias de temperatura suelen ser bastante moderadas durante la extrusión, ya que los cambios de temperatura sólo se dan con relativa lentitud. De ahí que las grietas por fatiga térmica se desarrollen de forma menos gradual durante la extrusión en comparación

con otros procesos de prensado en los que se utiliza acero para trabajo en caliente y en los que los ciclos de temperatura son mucho más severos, p. ej., la fundición inyectada. Por otro lado, el desgaste es muy pronunciado durante la extrusión, ya que este proceso implica un contacto deslizante entre el acero para utillaje y el metal extruido. Por lo tanto, la vida útil de las matrices es limitada y depende de los siguientes factores (por orden de importancia):

- desgaste
- deformación plástica o grietas
- indentación
- estabilidad del utillaje de apoyo
- formación de grietas por fatiga térmica

El segundo punto de la enumeración requiere una aclaración. La deformación plástica o incluso el agrietamiento de la matriz pueden darse sobre todo al extruir perfiles muy complicados mediante matrices con un índice elevado de lengüetas. En este caso, la enorme tensión a la que está sometida la lengua, combinada con la elevada temperatura a escala local, puede provocar flexión; en algunas ocasiones, la lengua puede llegar a romperse si la tenacidad transversal del acero no es adecuada.

Para matrices con altos índices de lengua es imperativo utilizar un acero para herramientas con una resistencia en caliente apropiada y una tenacidad transversal suficiente.

### MEJORA DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE

El acero para herramientas de trabajo en caliente se puede someter a nitruración, un tratamiento que endurece la capa superficial mejorando su resistencia al desgaste. La nitruración suele llevarse a cabo mediante un tratamiento de baño de sales – por ejemplo, el Tufftriding – y una matriz de extrusión concreta se puede tratar varias veces antes de desgastarse. La nitruración de las matrices de extrusión no sólo mejora la resistencia al desgaste, sino que también reduce la fricción.

En el contexto de la resistencia al desgaste son muy importantes la resistencia al revenido, la resistencia en caliente y la dureza en caliente del acero. En la zona de contacto entre la matriz y el metal extruido se desarrolla una cantidad considerable de calor de deformación y de fricción, y se alcanzan temperaturas muy altas. Así pues, se producirá un desgaste apreciable si la temperatura aumenta hasta el punto de ablandarse buena parte de la superficie del acero para herramientas en la zona de apoyo. En las matrices nitruradas, el acero subyacente no puede dar en estas circunstancias un apoyo adecuado a la capa nitrurada, que se desgastará con mayor rapidez de la habitual.



## SELECCIÓN DEL ACERO PARA MATRICES

Las matrices estándar para la extrusión de aluminio se fabrican con Uddeholm Orvar 2 Microdized y Uddeholm Vidar 1, se tratan térmicamente hasta alcanzar una dureza de 45–50 HRC y a continuación se nitruran/nitrocarburan, normalmente mediante nitruración gaseosa u otro tratamiento similar. La capa nitrurada tiene un espesor de hasta 0,1 mm y una dureza superficial de más de 1.000 HV.

Para la extrusión de aleaciones aeronáuticas de alta resistencia es fundamental que el material de la matriz presente una tenacidad transversal adecuada debido a las altísimas presiones necesarias para la extrusión que, de lo contrario, podrían llegar a fracturar la matriz.

Para matrices con altos índices de flexión y para la producción de perfiles complicados, el uso de Uddeholm QRO 90 Supreme suele dar como resultado una vida útil considerablemente mayor que la del acero W.-Nr. 1.2344 (tipo AISI H13), incluso para la extrusión de aluminio. Este tipo de matrices se caracteriza por una concentración térmica excesiva en la zona de apoyo, y la dureza/resistencia en caliente de Uddeholm QRO 90 Supreme da pie, al ser superior, a una mayor resistencia al desgaste y a la flexión/rotura. La experiencia práctica demuestra que el acero Uddeholm QRO 90 Supreme se puede utilizar para índices de proporción longitud-espesor de hasta 6:1, mientras que el acero W.-Nr. 1.2344 (tipo AISI H13) está limitado a aprox. 3:1 como máximo. Además, la superior resistencia al desgaste del acero Uddeholm QRO 90 Supreme hace que éste sea idóneo para matrices de aluminio de largas series.

El acero Uddeholm QRO 90 Supreme también se recomienda para matrices menos complicadas para la extrusión de aleaciones de cobre y otros metales y aleaciones, las cuales se extruden a temperaturas más altas que el aluminio.

Uddeholm Hotvar es una versión mejorada de Uddeholm QRO 90 Supreme y se puede temprar hasta 58 HRC, lo que le confiere una muy buena resistencia al desgaste en caliente.

Uddeholm Dievar es un acero para herramientas de trabajo en caliente idóneo en casos en los que las grietas prematuras y la fatiga térmica son los mecanismos de fallo predominantes. Además, en combinación con otros mecanismos de fallo, como el desgaste en caliente y la deformación plástica, Uddeholm Dievar ofrece soluciones potenciales para una mejor oferta de utillaje.

Uddeholm Unimax es una versión actualizada de la calidad Dievar y se puede temprar hasta 57–58 HRC, lo que le confiere una buena combinación de tenacidad y resistencia al desgaste en caliente.

## Vástagos

Los vástagos están sometidos a una elevada presión durante la extrusión, pero su temperatura de trabajo es relativamente baja (no entran en contacto con el tocho). Los vástagos no deben flexionarse ni deformarse en ningún sentido a la temperatura de servicio.

El acero para herramientas Uddeholm Orvar 2 Microdized es adecuado para vástagos (46–50 HRC), independientemente del material extruido.



## Discos empujadores

El disco empujador separa físicamente el vástago del tocho y, de este modo, desempeña dos funciones básicas:

- proteger el vástago
- evitar el retroceso del metal extruido

Los discos empujadores intercambiables llevan utilizándose muchos años en todo tipo de aplicaciones de extrusión.

En algunas prensas de latón, el disco empujador se cambia después de cada palanquilla, y se mantiene en circulación una serie de discos.

Para la extrusión de cobre, aleaciones de cobre y acero se utiliza siempre un disco empujador intercambiable (debido a las altas temperaturas es preciso que el disco empujador se enfríe entre las palanquillas). Sin embargo, para la extrusión de aluminio se ha generalizado el uso del disco empujador fijo. Éste está formado por dos componentes, un disco empujador (cabeza) y un «perno de doble rosca» (útil para cambio rápido). El macho va acoplado a la hembra que, a su vez, está fijada al vástago. Los discos empujadores fijos no se cambian entre las palanquillas.

Los discos empujadores de formato fijo presentan las siguientes ventajas:

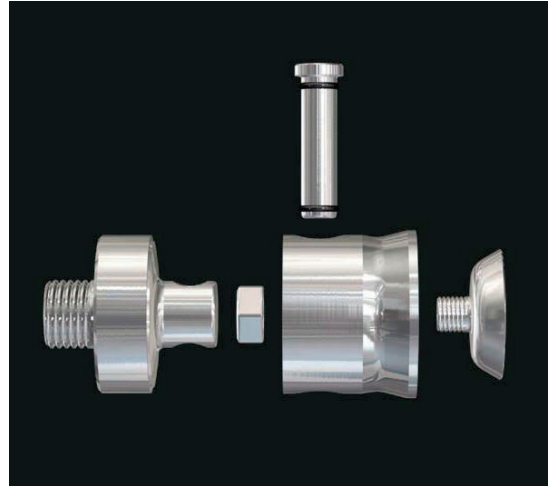
- mayor productividad
- mayor elasticidad
- acabado superficial superior del perfil extruido

Como ambos tipos de discos empujadores se ven sometidos simultáneamente a una presión y temperatura elevada, el acero de herramientas utilizado para estos componentes debe presentar las siguientes cualidades:

- alto nivel de resistencia/dureza en caliente
- buena resistencia al revenido
- buena resistencia a la deformación plástica por fluencia

Se recomienda el acero Uddeholm Orvar 2 Microdized, tanto para los discos empujadores intercambiables como los fijos, en todas las aplicaciones de extrusión. Los aceros Uddeholm Dievar y Uddeholm QRO 90 Supreme también se pueden utilizar para discos empujadores.

Una función importante de los discos empujadores consiste en expandirse más o menos elásticamente durante la primera parte del ciclo a fin de apretarse contra la camisa y evitar el retroceso del metal. Es fundamental que no se exceda el límite elástico del acero durante la fase de expansión y provoque deformación plástica. Serían necesarias enormes fuerzas para liberar el disco empujador durante la fase de retorno, con lo que aumentaría el



riesgo de movimiento en la camisa. La curva relevante de esfuerzos/tensiones es la que se da a la temperatura de trabajo real del disco empujador. De ahí que, cuanto mejor sea el límite elástico en caliente del acero para herramientas, mayor será la probabilidad de no superar el límite elástico durante el servicio y menor será el riesgo de deformación permanente del disco empujador. De manera similar, el disco empujador no debe ceder en exceso durante el servicio, es decir, debe presentar una deformación lenta y permanente lo más pequeña posible con cargas inferiores al límite elástico.



## Mandriles

Los mandriles suelen utilizarse para extruir acero y tubo de cobre.

Los mandriles se ven sometidos a unas condiciones de funcionamiento muy severas, por lo que el acero para herramientas utilizado en su fabricación debe poseer las siguientes cualidades:

- alta resistencia a temperaturas elevadas
- buena resistencia al revenido

Es decir, se requiere el mismo perfil de propiedades que para los discos empujadores. Para mandriles finos, la resistencia a la flexión a temperaturas elevadas es un factor decisivo. Así pues, el acero Uddeholm QRO 90 Supreme garantiza una vida útil superior para los mandriles en la mayoría de las aplicaciones. Si se utiliza refrigeración interna, se recomienda el uso del acero Uddeholm Dievar debido a su buena ductilidad y tenacidad.

## Contenedores

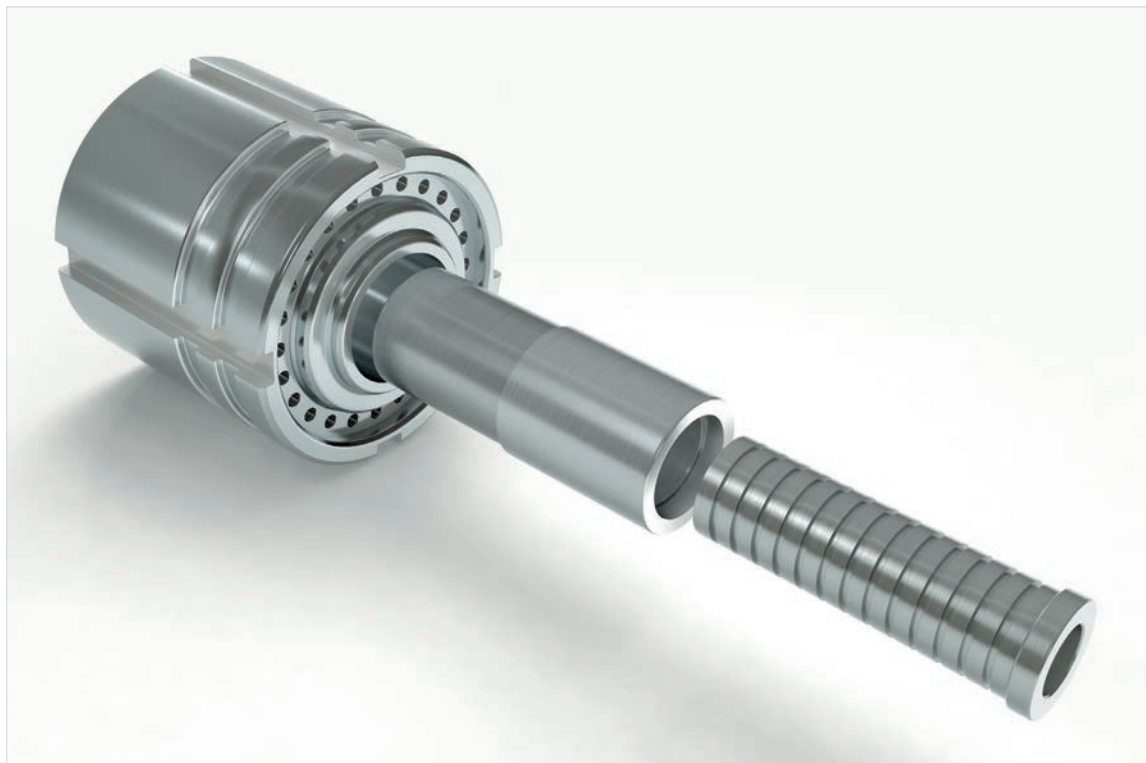
Los contenedores pueden ser de dos o de tres piezas. Un contenedor de dos piezas consta de un manto y de una camisa, mientras que un contenedor de tres piezas consta de un manto, una camisa intermedia y una camisa. La función del contenedor consiste en absorber las tensiones tangenciales e

hidrostáticas derivadas de la fuerza de extrusión. Estas tensiones no deben sobrepasar el límite elástico en ninguna zona del contenedor, es decir, el rango de tensiones de trabajo es similar al de un disco empujador, con la salvedad de que la camisa y el manto se encuentran a temperaturas distintas y, por tanto, se caracterizan por curvas de esfuerzos/tensiones diferentes.

Si se supera el límite elástico del acero del manto, todo el contenedor se deformará plásticamente hasta el punto de que podría sobrepasarse la tolerancia. En situaciones de carga extrema puede ocurrir que llegue a agrietarse el contenedor entero. Por ello, los contenedores sometidos a cargas muy elevadas suelen ser de tres piezas. Aunque, evidentemente, esta opción es más costosa, ofrece la ventaja de que los niveles de tensión en cada pieza individual se reducen de manera apreciable a una presión de extrusión dada frente a los contenedores de dos piezas.

## Manto

Para los mantos de contenedores sometidos a pocas tensiones se puede utilizar un acero para herramientas pretemplado, como por ejemplo el acero Uddeholm Impax Supreme (dureza aprox.: 310 HB).



Para contenedores sometidos a tensiones muy elevadas es preferible utilizar Uddeholm Orvar 2 Microdized con 37–43 HRC. En comparación con el acero pretemplado, enfriado y revenido, el acero Uddeholm Orvar 2 Microdized presenta una resistencia en caliente y una resistencia al revenido superiores. Si se utiliza acero Uddeholm Orvar 2 Microdized como material para el manto, prácticamente no existe ninguna posibilidad de que el manto se ablande durante el servicio hasta el punto de que el contenedor entero pueda sufrir una deformación permanente.

### Camisa intermedia

La camisa intermedia, en los casos en los que se utiliza, suele estar fabricada con Uddeholm Orvar 2 Microdized, 37–43 HRC.

### Camisa

En la extrusión de aluminio, el material que suele utilizarse para las camisas es el acero de calidad Uddeholm Orvar 2 Microdized o Uddeholm Vidar 1 templado y revenido hasta 44–48 HRC. Para aleaciones de aluminio más difíciles se recomienda el acero Uddeholm QRO 90 Supreme.

### Utillaje de apoyo

La matriz se apoya sobre una contramatriz que, a su vez, está fijada a una o más piezas de apoyo que sirven para sujetarla: contramatrices, soportes, portamatrices etc. Normalmente no surgen problemas con estos componentes durante la extrusión de perfiles simples; sin embargo, con formas más complejas puede resultar difícil disponer un apoyo adecuado para la matriz. Si existe algún riesgo de sobrecarga del utillaje de apoyo, es esencial seleccionar un acero para herramientas con una dureza adecuada para la temperatura de trabajo. En general se utiliza Uddeholm Orvar 2 Microdized para las contramatrices y Uddeholm Alvar 14 o Uddeholm Alvar para los soportes. Otros componentes de apoyo, como los bloques de anclaje o los cabezales, se pueden fabricar con acero pretemplado Uddeholm Impax Supreme, siempre que la temperatura de servicio sea baja.

## Fabricación de matrices y utillaje

La mecanizabilidad y las características del tratamiento térmico del acero para herramientas son parámetros importantes que influyen en la economía de fabricación de las matrices de extrusión y los componentes de utillaje de extrusión.

### Mecanizabilidad

Los aceros para herramientas de trabajo en caliente Orvar 2 Microdized, Vidar 1, QRO 90 Supreme y Hotvar de Uddeholm se caracterizan por un alto grado de ausencia de imperfecciones por inclusiones y una microestructura recocida que consta de una distribución muy uniforme de pequeños carburos. La dureza en estado recocido es baja (180–210 HB). Estas características son coincidentes con una buena mecanizabilidad en estado recocido. Mediante un control de proceso avanzado se garantiza que la variación de las características de mecanizabilidad sea mínima entre colada y colada.

La microlimpieza extrema y la composición química especial de los aceros Uddeholm Dievar y Uddeholm Unimax hacen que la mecanizabilidad sea menos competitiva que la de los aceros mencionados anteriormente.

Nuestros folletos informativos sobre los aceros Uddeholm Orvar 2 Microdized, Uddeholm QRO 90 Supreme, Uddeholm Hotvar y Uddeholm Dievar incluyen información detallada acerca del mecanizado de estos productos. Otros catálogos de Uddeholm que merece la pena consultar en el contexto de la fabricación de matrices/utillaje son: «Rectificado de acero para utillajes», «Mecanizado por electroerosión (EDM) de acero para herramientas» y «Soldadura de acero para utillajes».

### Tratamiento térmico

El acero para herramientas de trabajo en caliente utilizado para utillaje y matrices de extrusión se suele suministrar en estado recocido. Tras el mecanizado, la herramienta/matriz debe recibir un tratamiento térmico a fin de que el acero adquiera su combinación óptima de dureza, tenacidad y resistencia térmica. Estas propiedades se controlan mediante la elección adecuada de la temperatura de austenización, las condiciones de enfriamiento durante el temple y el tiempo/temperatura de revenido.

Encontrará más información en los folletos de los productos y en el folleto específico «Tratamiento térmico del acero para herramientas».



*Fabricación de matrices*

# Programa de aceros de herramientas para el sector de la extrusión

## DESCRIPCIÓN GENERAL

<b>CALIDAD UDDEHOLM</b> ORVAR 2 MICRODIZED W.-Nr. 1.2344 (AISI H13)	Acero aleado al Cr-Mo-V para trabajo en caliente con buena resistencia a altas temperaturas y buena resistencia a la abrasión. Recomendado en la mayoría de los casos para componentes de utillaje y matrices de extrusión de aluminio que entran en contacto directo con el tocho caliente.
VIDAR 1 W.-Nr. 1.2343 (AISI H11)	Acero aleado al Cr-Mo-V para trabajo en caliente con una buena combinación de resistencia a altas temperaturas, tenacidad y resistencia a la abrasión.
QRO 90 SUPREME	Acero Premium para trabajo en caliente con una muy buena resistencia y dureza en caliente a temperaturas elevadas. Recomendado para matrices y todo tipo de utillaje de extrusión sometido a temperaturas de trabajo altas.
HOTVAR	Acero Premium de trabajo en caliente con propiedades muy buenas a temperaturas elevadas. Se puede templar y revenir hasta 58 HRC, con lo que se logra una excelente resistencia al desgaste en caliente. Recomendado para matrices que no se vayan a nitrurar.
DIEVAR	Acero Premium aleado al Cr-Mo-V para trabajo en caliente con buena resistencia a altas temperaturas y excelentes tenacidad y ductilidad en todas direcciones. Recomendado para matrices y componentes de extrusión que deban satisfacer los requisitos más exigentes en cuanto a tenacidad y ductilidad.
UNIMAX	Acero Premium aleado al Cr-Mo-V con buena tenacidad y ductilidad hasta durezas de 58 HRC.
ALVAR 14 / ALVAR W.-Nr. 1.2714 / 1.2329	Acero aleado al Cr-Ni-Mo para trabajo en caliente. Recomendado para utillaje de apoyo en extrusión, p. ej., portamatrices y bloques de anclaje.
IMPAX SUPREME W.-Nr. 1.2738 (AISI P20)	Acero aleado al Ni-Cr-Mo pretemplado suministrado con aprox. 310 HB, con buena mecanibilidad. Apto para bloques de anclaje y otros componentes de apoyo, mantos y camisas intermedias a baja temperatura.

## COMPOSICIÓN QUÉMICA

CALIDAD UDDEHOLM	AISI (W.-Nr.)	ANÁLISIS %							DUREZA DE SUMINISTRO Brinell
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	
ORVAR 2 MICRODIZED	H13 (1.2344)	0.39	1.0	0.4	5.3	1.3	0.9	–	Recocido ~180
VIDAR 1	H11 (1.2343)	0.38	1.0	0.4	5.0	1.3	0.4	–	Recocido ~180
QRO 90 SUPREME	–	0.38	0.3	0.8	2.6	2.3	0.9	–	Recocido ~180
HOTVAR	–	0.55	1.0	0.8	2.6	2.3	0.9	–	Recocido ~210
DIEVAR	–	0.35	0.2	0.5	5.0	2.3	0.6	–	Recocido ~160
UNIMAX	–	0.50	0.2	0.5	5.0	2.3	0.5	–	Recocido <185
ALVAR 14	(1.2714)	0.55	0.3	0.7	1.1	0.5	0.1	1.7	Recocido ≤250
ALVAR	(1.2329)	0.45	0.7	0.8	1.8	0.3	0.2	0.6	Recocido <250
IMPAX SUPREME	P20 (1.2738)	0.37	0.3	1.4	2.0	0.2	–	1.0	Pretemplado ~310

## Selección de acero y dureza para diversas aplicaciones de extrusión

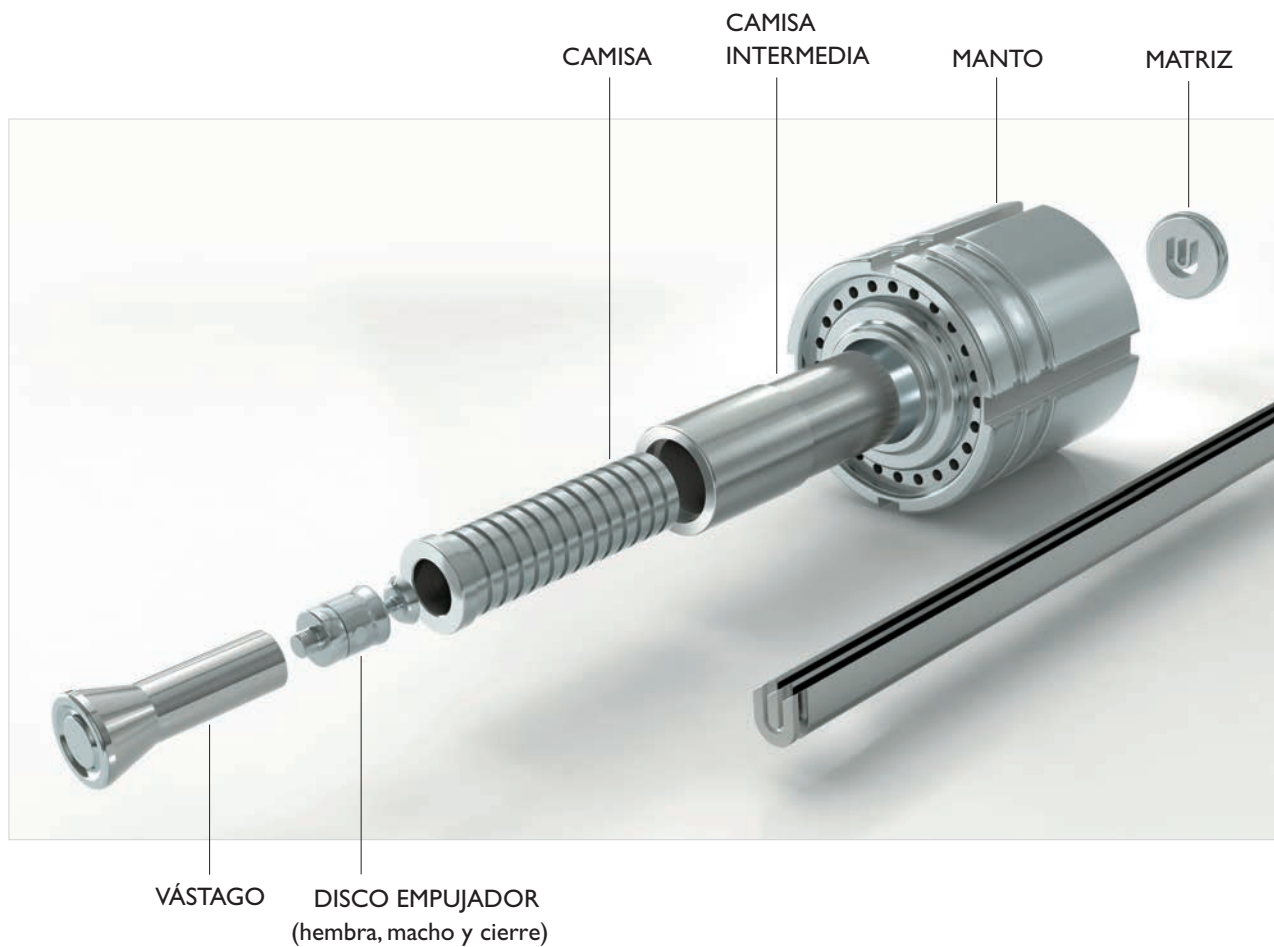
COMPONENTE DE UTILLAJE	MATERIAL EXTRUIDO		
	ALUMINIO/MAGNESIO	ALEACIONES DE COBRE	ACERO
UTILLAJE DE APOYO (a baja temp.)	IMPAX SUPREME ~310 HB	IMPAX SUPREME ~310 HB	IMPAX SUPREME ~310 HB
BLOQUE DE ANCLAJE	IMPAX SUPREME ~310 HB ALVAR 14 / ALVAR 300–400 HB	IMPAX SUPREME ~310 HB ALVAR 14 / ALVAR 300–400 HB	IMPAX SUPREME ~310 HB ALVAR 14 / ALVAR 300–400 HB
SOPORTE	ALVAR 14 / ALVAR ~45 HRC	ALVAR 14 / ALVAR ~45 HRC	ALVAR 14 / ALVAR ~45 HRC
CONTRAMATRIZ	ORVAR 2 MICRODIZED 40–44 HRC	QRO 90 SUPREME 40–44 HRC	QRO 90 SUPREME 40–44 HRC
MATRIZ	VIDAR 1 ORVAR 2 MICRODIZED QRO 90 SUPREME 45–50 HRC DIEVAR 46–52 HRC HOTVAR 54–58 HRC UNIMAX 52–58 HRC	QRO 90 SUPREME 45–49 HRC	QRO 90 SUPREME 44–46 HRC
MANTO CAMISA INTERMEDIA	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR 2 MICRODIZED 37–43 HRC VIDAR 1 37–43 HRC	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR 2 MICRODIZED 37–43 HRC	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR 2 MICRODIZED 37–43 HRC
CAMISA	ORVAR 2 MICRODIZED QRO 90 SUPREME VIDAR 1 44–48 HRC DIEVAR 44–50 HRC	QRO 90 SUPREME 44–48 HRC	ORVAR 2 MICRODIZED 44–48 HRC
DISCO EMPUJADOR	QRO 90 SUPREME 44–48 HRC DIEVAR 46–52 HRC ORVAR 2 MICRODIZED 46–50 HRC	QRO 90 SUPREME 44–48 HRC	QRO 90 SUPREME 44–48 HRC

M = MICRODIZED



COMPONENTE DE UTILLAJE	MATERIAL EXTRUIDO		
	ALUMINIO/MAGNESIO	ALEACIONES DE COBRE	ACERO
ANCLAJES PARA DISCOS EMPUJADORES FIJOS	IMPAX SUPREME ~310 HB		
VÁSTAGO	ORVAR 2 MICRODIZED 46-50 HRC	ORVAR 2 MICRODIZED 46-50 HRC	ORVAR 2 MICRODIZED 46-50 HRC
MANDRIL	ORVAR 2 MICRODIZED 46-50 HRC QRO 90 SUPREME 46-49 HRC	QRO 90 SUPREME 45-49 HRC DIEVAR 46-52 HRC	QRO 90 SUPREME 45-49 HRC

M = MICRODIZED





## 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.

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. ASSAB es nuestro canal de ventas exclusivo, que representa a Uddeholm en la zona Asia Pacífico. 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, por favor visite [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com) / [www.assab.com](http://www.assab.com) o nuestra página web local.