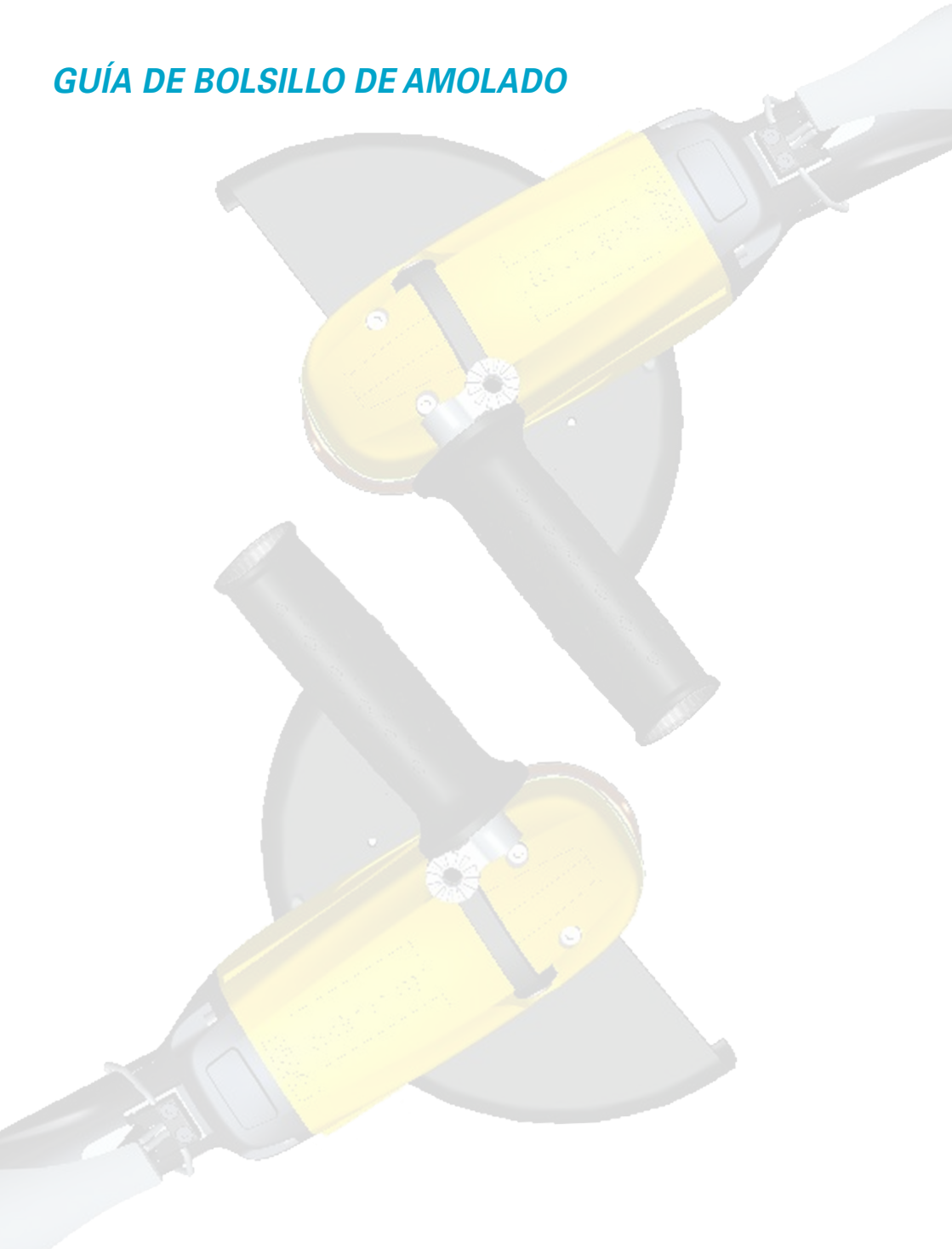
GUÍA DE BOLSILLO DE AMOLADO

Atlas Copco

GUÍA DE BOLSILLO DE AMOLADO



CONTENIDO

Capítulo ..... **Página**

Introducción **4**

Fundamentos técnicos **6**
Fuerza de empuje 6
Potencia – Par – Velocidad de rotación 6
Velocidad periférica 8
Agentes abrasivos 9
Clasificación 10

Tres aplicaciones **11**
Amolado de precisión (amoladoras de troqueles) 12
Desbaste agresivo y corte 14
Desbaste superficial (lijadoras y pulidoras) 21

Tabla de referencia
Herramientas y abrasivos para aplicaciones de amolado ... 30

Productividad y economía en amolado. **31**

La importancia de una correcta instalación de aire **34**

El entorno de trabajo **36**
Peso de la herramienta y dimensiones 36
Agarre y postura de trabajo 36
Rotaciones de trabajo 37
Vibración 38
Polvo 40
Ruido 41
Seguridad 42

Amoladoras Atlas Copco de un vistazo **44**
Amoladoras para todas las aplicaciones 43
Guía de selección: Aplicaciones y modelos 45

INTRODUCCIÓN

Esta es una guía para el amolado manual. La información es principalmente de naturaleza práctica, destinada a los operarios y otras personas involucradas profesionalmente con estas herramientas. El énfasis se hace en aplicaciones de amolado.

La guía cubre estas áreas principales:
- Conceptos básicos técnicos
- Tres aplicaciones
- El entorno de trabajo

Comenzamos por explicar algunos términos técnicos y los conceptos que subyacen a ellos. Tres aplicaciones forman el corazón de la guía. Nos enfocamos en:

- Amolado de precisión o amolado de troqueles
- Desbaste agresivo y corte
- Desbaste superficial (lijado y pulido)

Esta división es, creemos, la forma más simple de presentar un tema complejo.

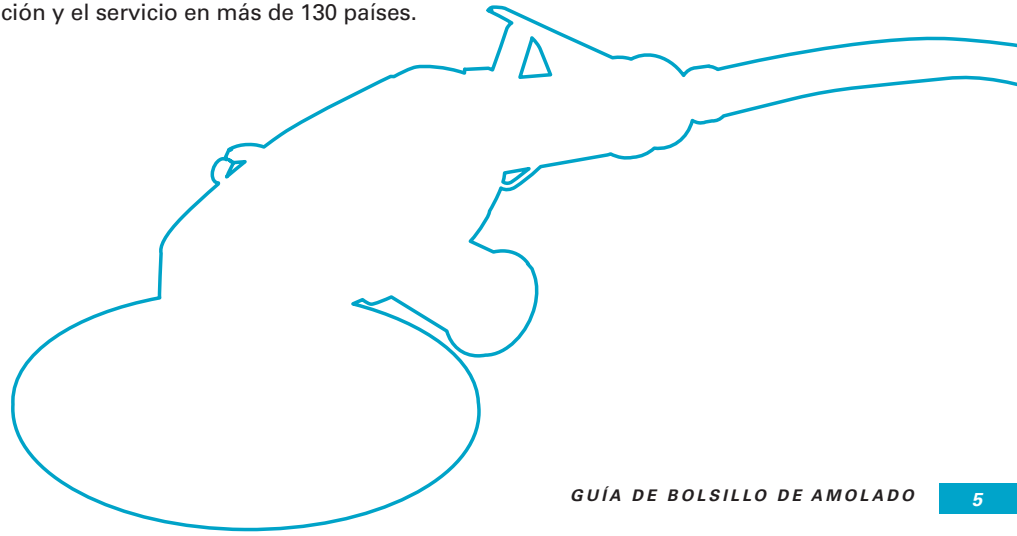
Para cada aplicación, describimos por qué se elimina material, el trabajo realizado y el equipo utilizado. Mencionamos tipos de herramientas, abrasivos y accesorios. También discutimos brevemente aspectos como la configuración y la técnica de amolado. Una tabla de referencia resume los puntos principales.

Luego miramos a la productividad. Hacemos hincapié en que una buena economía de amolado es esencial para la productividad general, señalando cómo dominan los costos de mano de obra directos e indirectos.

Continuamos con una breve reseña acerca del entorno de trabajo. Esto resalta el valor de un buen diseño y un equipo de calidad para el amolado y, por lo tanto, para la productividad. Nos enfocamos en mejorar la eficiencia de la herramienta, la comodidad y la seguridad del operario. Los aspectos cubiertos son el peso y las dimensiones de la herramienta, el agarre y la postura de trabajo, las cargas de trabajo, la vibración, el polvo, el ruido y la seguridad.

La guía es relevante para las herramientas de amolado en general. Luego se complementa con información específica sobre la amplia gama de amoladoras de Atlas Copco y con referencia a nuestra tradición de diseño de herramientas ergonómicas. Esta sección incluye una guía de selección y una ilustración de las herramientas en un entorno de trabajo típico.

Como conclusión, observamos al Grupo Atlas Copco. Mencionamos cómo nuestro conocimiento y nuestro compromiso en todo el mundo son una garantía continua de los mejores beneficios en el amolado: rendimiento y calidad del producto, respaldados por los conocimientos, la capacitación, la distribución y el servicio en más de 130 países.



FUNDAMENTOS TÉCNICOS

Fuerza de empuje

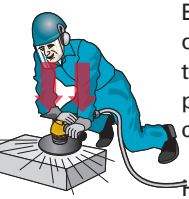


Figura1

El proceso de amolado se ve de diferentes maneras. Los operarios generalmente quieren terminar el trabajo de amolado de manera rápida ya que puede ser un trabajo desagradable a largo plazo. Por lo tanto, el operario tiende a apoyarse pesadamente sobre la herramienta, presionándola contra la superficie de trabajo con la creencia de que el proceso de amolado será más efectivo.

Hasta cierto punto, esto es cierto. Hasta el límite de la potencia dimensionada de la herramienta. Más allá de eso, la carga excesiva o la fuerza de empuje (como se llama la acción de presionar) es ineficiente y dañino tanto para la herramienta como para el operario. Sin embargo, la potencia necesaria para desbastar se puede generar de otras formas, y de manera más eficiente.

Potencia – Par – Velocidad de rotación

Fuerza se mide en Newton (N).

La energía es la capacidad para hacer un trabajo y se refiere a la energía generada o entregada; se mide en Julios (J) o Nm (Newton metros). La potencia es la tasa de trabajo. También llamado salida o efecto, la potencia se define como energía en el tiempo, generalmente por segundo; se mide en J/s, Nm/s o W.

La potencia también se puede describir como el producto de la fuerza y la velocidad. Cuando la velocidad se aplica en una dirección de rotación, la potencia se ve como el producto del par y la velocidad de rotación[1]. El par se puede definir simplemente como la fuerza aplicada al final de una palanca (literalmente: la fuerza aplicada en una dirección de giro).

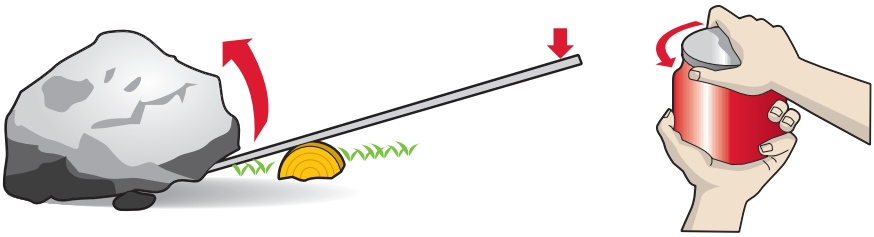


Figura 2

[1] Potencia (P) es igual al producto de par (T) y velocidad de rotación (n): P = T x n. El par se expresa oficialmente en Newton x metros (Nm). La unidad SI oficial para la velocidad de rotación es radianes por segundo (rad/s). En el amolado, el término aceptado es, sin embargo, revoluciones por minuto (rpm).

Cuando el abrasivo se aplica a la pieza de trabajo, la velocidad de rotación disminuye a medida que el abrasivo se retiene por el par provocado por la acción de amolado y la fuerza de empuje. Una gran parte de la energía se pierde a través del calor. Cuanta más fuerza de empuje aplica el operario a la herramienta, menor es la velocidad de rotación.

Para los tipos de herramientas neumáticas más simples, sin regulación de velocidad, la velocidad de rotación es directa e inversamente proporcional al par.

Sin embargo, las herramientas neumáticas pueden hacerse más pequeñas y ligeras al equipar al motor neumático con un regulador. El regulador limita el flujo de aire a través del motor cuando no se aplica par. Tan pronto como se aplica par, la velocidad de rotación disminuye y el regulador permite que circule más aire a través del motor neumático. Con este diseño, se puede mantener un alto rendimiento a alta velocidad.

La correlación entre el par y la velocidad de rotación en un motor regulado se muestra en la Fig. 5.

Si una herramienta se va a utilizar de manera óptima, el operario obviamente necesita saber qué velocidad de rotación ofrece la máxima potencia.

Una herramienta no regulada genera la potencia máxima al 50% de la velocidad de rotación máxima (rpm). En una herramienta regulada, este punto óptimo puede variar entre el 75-90% de las revoluciones máximas (también se muestra en la Fig. 5).

Sin embargo, no necesariamente significa que la eliminación óptima del material siempre tiene lugar a la máxima potencia generada. La operación de amolado transforma la potencia de la herramienta neumática en material eliminado sumando el calor. El punto óptimo es, de hecho, el punto donde la fuerza de empuje aplicada proporciona la mayor eliminación de material y el menor calor. En este punto, la energía generada se usa de manera más eficiente. Por lo tanto, el amolado será más efectivo, siempre que se use el tipo correcto de abrasivo.

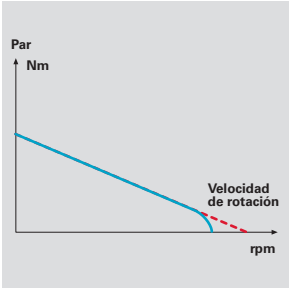


Figura 3

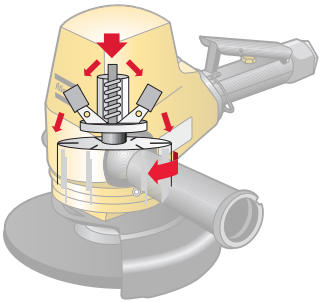


Figura 4

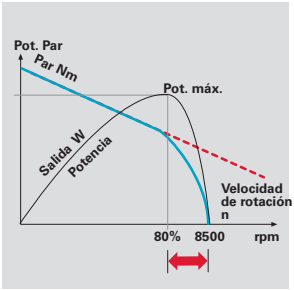


Figura 5

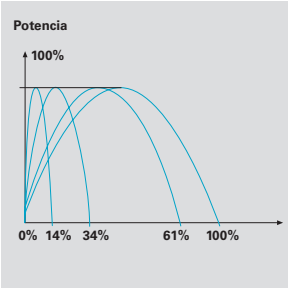


Figura 6

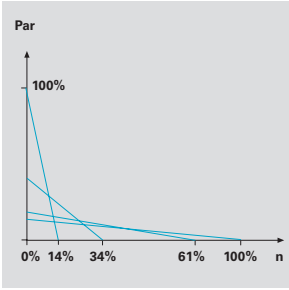


Figure 7

Los engranajes también pueden mejorar la transmisión de potencia desde el motor neumático al eje, obteniendo así un par más alto. Las correlaciones entre la velocidad de rotación, potencia y par, respectivamente, usando diferentes engranajes se muestran en las Fig. 6 y 7. Note cómo cada correlación ofrece curvas simétricas para todos los engranajes.

Velocidad periférica

La velocidad periférica está determinada por el diámetro de la muela y la velocidad de rotación. La correlación entre el diámetro de la rueda y la velocidad de rotación es:

$$\text{velocidad periférica (m/s)}^2 = \frac{\text{diámetro disco} \times \pi}{60} \times \text{velocidad de rotación (rpm)}$$

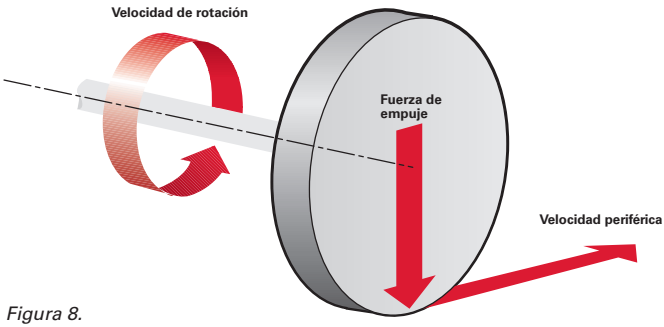


Figura 8.

Todas las muelas abrasivas tienen un umbral de resistencia. Si una muela se rompe al girar, las piezas que salen pueden causar daños graves. Por lo tanto, los fabricantes de abrasivos indican en todas sus muelas tanto la velocidad periférica máxima como la velocidad de rotación máxima. Estas velocidades nunca se deben exceder.

Agentes abrasivos

Hay varios tipos de abrasivos, que se describirán más adelante: muelas, abrasivos aglomerados y revestidos, cepillos de alambre, platos de pulido, etc.

Lo que sigue se refiere a los abrasivos aglomerados (muelas abrasivas, etc.) y abrasivos revestidos, donde el abrasivo o agente de desbaste consiste en granos: pequeñas partículas usualmente de óxido de aluminio (Al2O3) o carburo de silicio (SiC).

En los abrasivos aglomerados, los granos se unen con resina fenólica o cerámica (muelas vitrificadas) para formar una masa ligeramente porosa de densidad variable. La masa abrasiva se puede reforzar con una estructura de fibra. Los granos abrasivos también se utilizan en abrasivos revestidos, con pegamento (ver página 21, desbaste superficial).

El tamaño del grano y la dureza del aglomerado (densidad o cantidad de resina) varían para adaptarse a la aplicación específica y la superficie requerida.

Los granos finos dan un acabado superficial liso. También son adecuados para pulir bordes afilados, eliminar una capa delgada o para trabajar en materiales duros y quebradizos y objetos pequeños. Los granos gruesos son más efectivos para la eliminación de material a gran escala, para el amolado de material resistente y objetos grandes.

El aglomerado suave suele ser adecuado para los granos finos y el aglomerado más duro para los granos gruesos, donde la fuerza de empuje suele ser alta y el objetivo principal es la eliminación efectiva del material.

Cada aplicación específica debe considerarse por separado. Por ejemplo, rectificar bordes afilados requiere naturalmente un aglomerado duro que no se desgastará instantáneamente. Se necesita un aglomerado más suave si el material sobre el que se trabaja es suave o maleable.

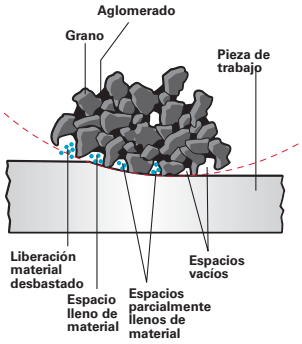


Figura 9

Clasificación

Los abrasivos se clasifican según la composición del material, el tamaño del grano y la dureza del aglomerado.

La composición del material del grano es importante y, por lo tanto, está indicada. Los fabricantes a menudo tienen sus propias variaciones de marca con diferentes combinaciones de minerales. Estos casi siempre incluyen:

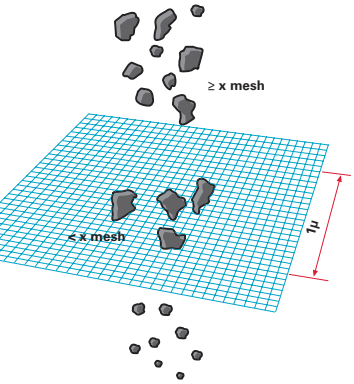


Figura 10

Óxido de aluminio (Al2O3) A
Carburo de Silicio (SiC) C

Para clasificar por tamaño, los granos se filtran con tamices cada vez más finos para determinar qué tamaño de malla atrapa los granos.
El tamaño del grano está clasificado según la norma internacional ISO 525. Mesh define el tamaño (meshes por pulgada):

grueso 8- 24 mesh
medio 30- 60 mesh
fino 80-180 mesh
muy fino 220-400 mesh

La dureza del aglomerado también se clasifica, se utilizan las letras C-X. Esta clasificación se realiza individualmente por cada fabricante, lo que significa que no se puede comparar la dureza de dos discos de diferentes proveedores simplemente comparando la letra

muy suave C-G
suave H-K
medio L-O
duro P-S
muy duro T-X

Ejemplo:
Una muela para desbastar piezas forjadas podría marcarse "A 24-30 O-R". Esto significa granos de óxido de aluminio medio a grueso unidos mediante una resina de dureza media a dura. La muela también está marcada con la velocidad periférica máxima (80 m/s).

TRES APLICACIONES BÁSICAS

Todos los productos fabricados deben cumplir en cierta medida con ciertos requisitos de acabado superficial. La superficie de los materiales básicos, por ejemplo chapa metálica, está procesada por el proceso de producción en sí. Al remodelar o volver a trabajar los materiales básicos para producir un diseño específico, reparar daños o mejorar la superficie, la eliminación de material es la forma habitual de cumplir con estos requisitos de superficie.

El amolado se usa a menudo como un término general para todo tipo de eliminación de material con herramientas abrasivas, independientemente del propósito de la operación.

Sin duda es un tema complejo, difícil de definir, ya que cubre muchas áreas superpuestas. De hecho, la transición del desbaste al lijado, la limpieza y el pulido es gradual, a menudo sin fronteras definidas.

Pero, ¿por qué hay tantos tipos de herramientas; diferentes velocidades de rotación; y por qué la gran variedad de abrasivos de diferentes materiales y formas?

Probablemente sea útil dar un paso atrás y comenzar por una pregunta mucho más amplia: ¿Cuál es el objetivo principal de la operación de amolado?

Estudiar todo tipo de arranque de material con herramientas rotativas llevaría a un número infinito de aplicaciones. Es evidente que se necesita algún tipo de división en categorías o aplicaciones básicas.

Muchas divisiones diferentes son posibles. Todas tienen algo que decir por ellas. En esta guía, hemos elegido lo que creemos que es la manera más simple y más adecuada.

El proceso de amolado se divide en tres aplicaciones básicas:
- Amolado de precisión (amoladoras de troqueles)
- Desbaste agresivo y corte
- Desbaste superficial (lijadoras y pulidoras)

Con esta división, se hacen distinciones con respecto al propósito del amolado, tipos de herramientas, abrasivos (muelas abrasivas, etc.), sus accesorios, ajustes (velocidades de rotación, etc.) y la técnica de amolado.

Amolado de precisión

Aspectos clave: pequeño; alta velocidad; preciso o detallado

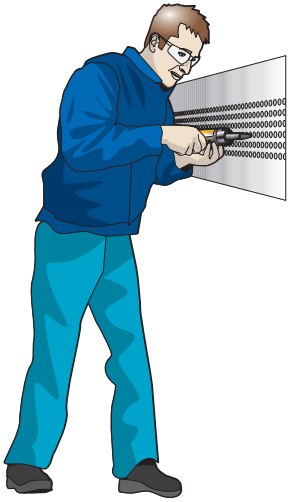


Figura 12

Propósito
El amolado de precisión (más comúnmente, amolado de troqueles) con herramientas manuales se realiza para eliminar material en áreas pequeñas, en cavidades u otros espacios confinados. Crear cavidades en un troquel y eliminar material redundante de un cordón de soldadura son operaciones típicas de precisión o de amolado de troqueles. Otras operaciones que requieren trabajo de precisión incluyen desbarbar piezas moldeadas o cortadas de cualquier material, por ejemplo, ranuras de biselado y rectificado.

Tipos de herramientas
Las amoladoras de troqueles son para trabajos de precisión. Son herramientas sin reductoras y de alta velocidad con un portapinzas. Las amoladoras de troqueles pesan alrededor de 1 kg. En comparación con las herramientas para el desbaste, son bastante pequeñas y ligeras, con una potencia limitada (hasta 800 W).

Se pueden usar amoladoras rectas (cortas/extendidas) o angulares (cabezales angulares). La elección depende de dónde se encuentra el área de trabajo y cómo el operario prefiere trabajar.

Abrasivos
• *Fresas*
Los abrasivos más comunes para el amolado de troqueles son pequeñas fresas montadas en la herramienta mediante una pinza y portapinzas (ver página opuesta, Fijaciones). Las fresas suelen ser de carburo de tungsteno o, a veces, de acero de alta velocidad, y tienen forma de una sola pieza alrededor de una espiga de acero.

Las fresas tienen dientes perfilados a lo largo del eje de rotación, en un amplio rango de dientes finos a dientes gruesos. Vienen en muchas formas y tamaños: cilíndricos, con forma de bola, ovales, o forma de llama y bola son los más típicos.

La elección de la fresa depende del trabajo que se va a realizar. Existe una relación óptima entre el diámetro de la cabeza de la fresa y la velocidad de rotación (ver página opuesta, Ajustes). Las fresas de carburo de tungsteno usualmente proporcionan una gran eliminación de material sin desgastarse rápidamente. Sin embargo, son relativamente caros de reemplazar.

• *Puntas montadas y muelas tipo cono*
Estos también son abrasivos comunes para amoladoras de troqueles. Sin embargo, están hechos de una masa abrasiva sólida: del material abrasivo descrito en el capítulo inicial. Estos abrasivos también se montan en la herramienta (ver a continuación, Fijación).

Las puntas montadas y muelas cónicas también están disponibles en muchas formas diferentes. El propósito de la operación de rectificado determina la forma más adecuada.

Figura 13. Algunas fresas típicas (desde la izquierda): cilíndricas, con forma de bola y cilíndricas, ovales, llama y bola.

Agente abrasivo

La información general se encuentra en la página 6, Fundamentos Técnicos.

Fijaciones
Las fresas normalmente se montan en la herramienta mediante un portapinzas. El vástago de la fresa está montado en una pinza que luego se sujeta con un mandril, como se muestra en las Fig. 14 y 15.

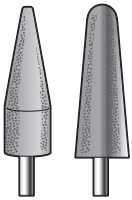


Figura 14

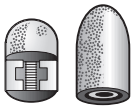


Figura 15

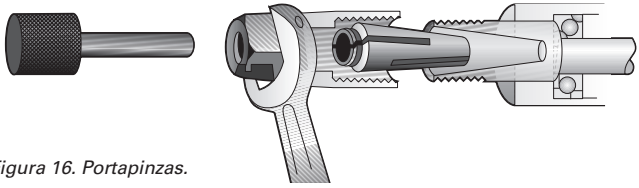


Figura 16. Portapinzas.

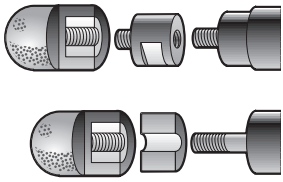
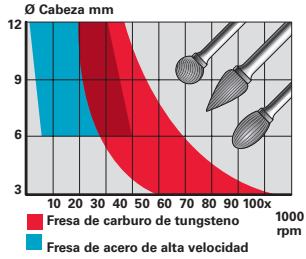


Figura 17

Las puntas montadas se montan de la misma manera. Las muelas cónicas tienen una rosca hembra para poder atornillarlas o roscarlas en el eje de la herramienta.

Ajustes: Velocidades de rotación
Las velocidades para el amolado de precisión varían entre 20,000 y 100,000 rpm dependiendo del material y la forma de la fresa y la pieza de trabajo. Una operación más precisa requiere una velocidad más alta y una fresa más pequeña. La correlación entre el diámetro de la cabeza de la fresa y la velocidad de rotación se muestra en la Fig. 18 (válida solamente para fresas).



Figur8 18

La operación que se realizará determina el tamaño del abrasivo. Esto a su vez determina la velocidad de rotación. Lo que queda es elegir el nivel correcto de potencia de la herramienta. Mayor la potencia de la herramienta, mayor será su peso y a menudo, mas grande es la herramienta, mayor será la vibración, lo que conlleva menos uniformidad en el manejo de la herramienta.

La potencia de las amoladoras de troqueles neumáticas suele ser de hasta 800 W.

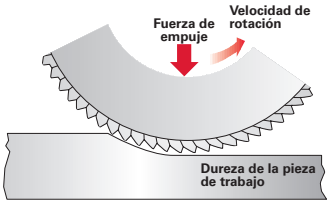


Fig. 19. Acción abrasiva al utilizar una fresa de carburo

Técnica
Cada vez que un "diente" de la fresa o un grano abrasivo toca la pieza de trabajo, se realiza un corte en el material. El tamaño del corte depende de varios factores: tamaño del "diente" o del grano; dureza de los materiales utilizados; velocidad de rotación y fuerza de empuje.

El operario no debe aplicar tanta fuerza para evitar que la fresa se atasque y que la herramienta se ahogue.

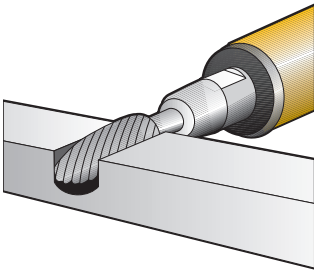


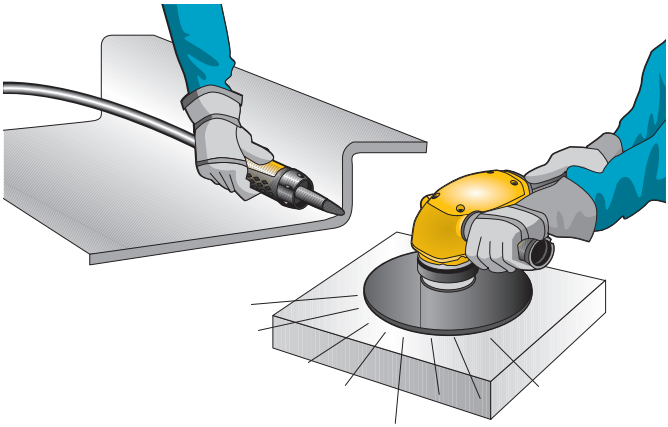
Fig. 20. Fresa atascada en la cavidad

El área de la superficie de la pieza de trabajo en contacto con el abrasivo debe mantenerse lo más pequeña posible. En parte, esto le da un mayor control sobre la herramienta; en parte también para aumentar la presión de contacto, lo que resulta en una mayor tasa de arranque de material. Es importante tener en cuenta que un manejo agresivo puede dañar fácilmente los abrasivos. Éstos, en particular las fresas, son caros, por lo que el alto consumo de fresas afectará a la economía del proceso de amolado.

Desbaste agresivo y corte

Propósito
El objetivo principal es eliminar efectivamente la mayor cantidad posible de material. El acabado superficial es de menor importancia. La eliminación del material redundante de las piezas fundidas, forjadas o soldadas puede implicar nivelar o alisar los bordes y dar a la pieza la forma requerida. También puede significar eliminar material para formar o agrandar una cavidad.

Las tareas típicas son desbastar material de piezas fundidas, recortar uniones de soldadura o cortar.



Aspectos clave: potencia; tamaño/peso; gran cantidad de material redundante; materiales rugosos/gruesos; variedad de abrasivos.

Figura 21

Tipos de herramientas
Las amoladoras se pueden dividir en amoladoras verticales, angulares, rectas y de turbina.

Amoladoras verticales, generalmente se usan con muelas de centro hundido y discos de corte (Ø 180-230 mm). Comparativamente grandes y potentes (1.4-3.8 kW), estas son adecuados para el arranque de material a gran escala donde la accesibilidad no es un problema. En amoladoras verticales, el eje del motor y el eje de salida están alineados verticalmente.

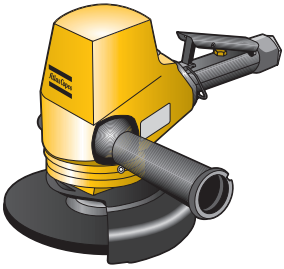


Figura 22. LSS 64

Amoladoras de turbina, el diseño basado en la tecnología de la turbina y un engranaje cilíndrico, proporciona una amoladora de bajo peso con una potencia sobresaliente (4,5 kW). La velocidad de la turbina de 60,000 rpm se reduce a la velocidad de amolado necesaria.

Las amoladoras de turbina se utilizan principalmente con muelas de centro hundido y discos de corte (Ø 125-230 mm) o con muelas de copa (Ø 150 mm). Son adecuadas para el arranque de material a gran escala. Las aplicaciones de rectificado de superficies exigentes también son posibles.

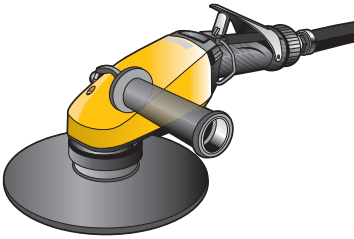


Figura 23. GTG 25

Amoladoras angulares, también se utilizan principalmente con muelas de centro hundido y discos de corte (Ø 80-180 mm). Hay un engranaje angular de 90 ° entre el eje del motor y el eje de salida. Por lo tanto, una amoladora angular es más adecuada en espacios confinados.

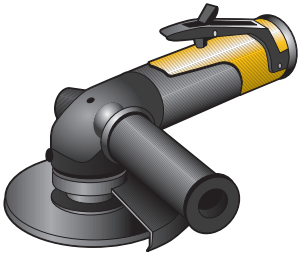


Figura 24. LSV 38

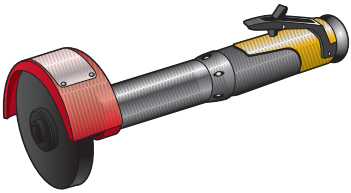


Figura 25. LSR 28

Amoladoras rectas se utilizan para rectificar con muelas de laterales rectos (Ø 50 - 200 mm) o puntas montadas y muelas cónicas (Ø 30-80 mm). El eje está alineado con el eje del motor, como en las amoladoras verticales. Pero como las amoladoras rectas son más largas y más delgadas, pueden entrar en espacios estrechos o dentro de cavidades.

Las puntas montadas o las muelas cónicas de hasta Ø 80 mm se pueden utilizar sin un protector de muelas, siempre que sea para rectificado interno (para cumplir con EN68).

Elegir la herramienta
Muchos factores pueden determinar la elección de la herramienta. Los más importantes incluyen el tipo de trabajo de rectificado a realizar; la pieza de trabajo - material, forma y ubicación para trabajar; el abrasivo utilizado; y la potencia requerida.

Una mayor potencia permite eliminar más material en menos tiempo. Sin embargo, esto también significa una herramienta más pesada y un mayor consumo de aire.

Abrasivos (muelas de amolado)
En el desbaste y el corte agresivo generalmente se utilizan abrasivos con aglomerado, una muela abrasiva (también llamada disco). Sin embargo, la gama de abrasivos revestidos ahora disponible incluye muchos tipos que son de alta resistencia, particularmente los revestidos de nailon, diseñados específicamente para desbaste o eliminación elevado de material (vea la página 21, desbaste superficial).

Las muelas abrasivas se pueden dividir en seis tipos básicos:

- discos de centro hundido
- discos de corte
- discos de laterales rectos
- muelas de copa
- puntas montadas
- muelas cónicas

El acabado superficial y el material sobre el que se trabaja determinan cuál es la más adecuada.

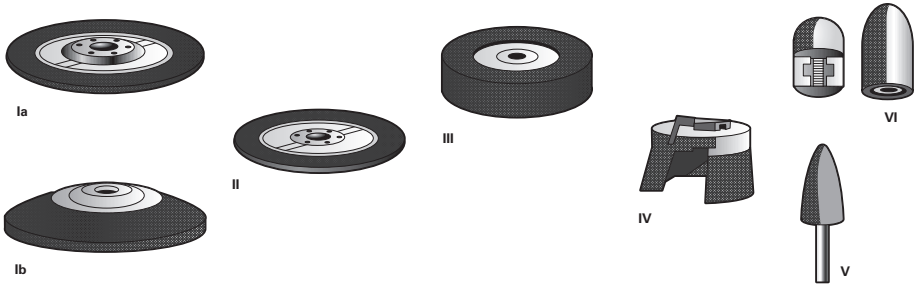


Figura 26. Seis abrasivos para desbaste agresivos

- Discos de centro hundido (I) tiene un centro deprimido para un contacto completo del disco sin que los accesorios de fijación se interpongan. Los discos de centro hundido están reforzadas con fibra. Existen dos versiones: ISO tipo 27 / ordinario (Ia) e ISO tipo 28 / "sombrero de coolie" (Ib).

Dimensiones comunes: Ø 80-230 mm y espesor de 4-10 mm.

- Los discos de corte (II) son planos, ya que el corte se realiza con el canto y la cara de la rueda no se aplica a la pieza de trabajo. Están reforzados con fibra, pero por lo general son más delgados que los discos de centro hundido. (Algunos discos de corte tienen el centro hundido).

Dimensiones comunes: Ø 80-230 mm y espesor 2-3 mm.

- Los discos de laterales rectos (III) se utilizan para la eliminación de material en superficies abiertas. El arranque de material se realiza con la circunferencia. Hay más material abrasivo en ellos que en los discos de centro hundidos, por lo tanto el desgaste no es tan rápido.

Dimensiones comunes: Ø 50-150 mm y espesor 6-25 mm.

- Las muelas de copa (IV) se utilizan en tareas de arranque de material similares a las demás. La cara de la copa realiza el arranque de material.

Dimensiones comunes: Ø 100-150 mm.

- Las puntas montadas (V) y las muelas cónicas (VI) tienen una forma especial dependiendo de cada operación, a menudo son para tareas internas de rectificado. También contienen material relativamente más abrasivo que los discos con centro hundido.

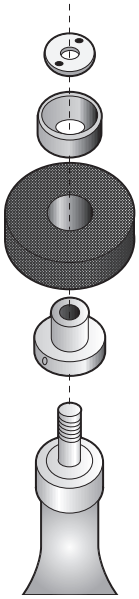


Figura 27. Montaje de las bridas

Elegir el diámetro y espesor del disco
Las principales consideraciones al elegir el diámetro del disco son la facilidad de uso, la velocidad de la máquina y la economía.

- Muchos operarios prefieren usar discos más pequeños; son más ligeros y se genera menos par al trabajar.

- Aparte de esto, la velocidad de la máquina (rpm) es el factor individual más importante. Los códigos de seguridad restringen las velocidades máximas: cuanto más grande es el disco, menor es la velocidad máxima permitida. (Ver página opuesta, Ajustes).

- Los discos más grandes también proporcionan un área con mayor utilidad (con material abrasivo) a un costo adicional más bajo.

El grosor del disco también es una cuestión de rentabilidad. Los discos más gruesos ofrecen relativamente más abrasivo por el mismo precio. Sin embargo, a veces un disco más delgado puede ser mejor o incluso esencial: por ejemplo, cuando el control de precisión es más importante que la eliminación del material o cuando se debe realizar el rectificado en espacios confinados.

Agentes abrasivos
Se ofrece información general en la página 6.

Fijaciones
Las muelas abrasivas, los discos de centro hundido,los discos de corte y de laterales rectos (así como las muelas de copa) normalmente tienen un orificio en el centro. Existen estándares prescritos para el diámetro del orificio en relación con el diámetro y grosor del disco. El disco se coloca entre las dos bridas y luego es sujetado al eje de la amoladora. Todo el paquete se mantiene unido mediante una tuerca.

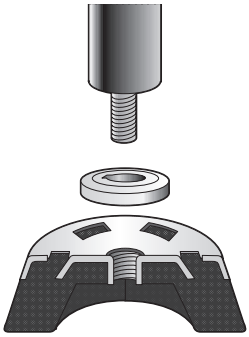


Figura 28. Fijaciones de una muela de copa

Las bridas son una parte muy importante del sistema.Transmiten la fuerza de la amoladora al disco. Por lo tanto, se debe tener cuidado de que se utilicen las bridas correctas para cada disco como para la herramienta. Las bridas también deberían revisarse periódicamente para detectar cualquier daño (como rebabas o salpicaduras por ejemplo).

Las muelas de copa se unen de manera similar, están fijadas a la herramienta con un inserto roscado contra una brida.

Las puntas montadas tienen una espiga o vástago incrustado en el material aglomerado. Normalmente están unidos a la herramienta por una pinza. El vástago se ajusta en una pinza, que luego se sujeta con un mandril (Fig. 29a). Este tipo se usa principalmente en amoladoras rectas.

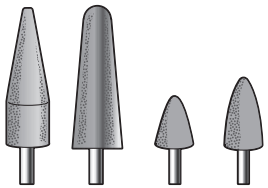


Figura 29a. Puntas Montadas

Las muelas cónicas tienen una rosca hembra, por lo que se pueden atornillar o roscar en el eje de la herramienta (Fig. 29b).

Ajustes: Velocidades periféricas y de rotación

El amolado es más efectivo cuando se realiza a la máxima velocidad periférica de la muela abrasiva. Cuanto más rápido vaya el abrasivo sobre la superficie de la pieza de trabajo, más granos entrarán en contacto con su superficie en un período determinado. Por lo tanto, la rueda podrá eliminar material de manera más efectiva.

Todas las muelas abrasivas, sin importar cuán resistentes sean, tienen sus limitaciones. Si una muela se rompe al girar, las piezas que salen despedidas pueden causar daños graves. Por lo tanto, los fabricantes de abrasivos indican en todas sus muelas la máxima velocidad periférica y la velocidad de rotación máxima. Estos nunca deben ser excedidos.

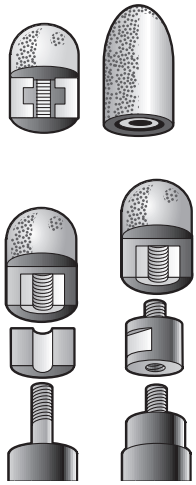


Figura 29b. Muelas cónicas

Si solo se indica la velocidad periférica, la velocidad de rotación para esa rueda dada se debe determinar. No utilice siempre la misma velocidad de rotación, independientemente de la muela. La velocidad periférica está determinada por el diámetro de la rueda y la velocidad de rotación. (Consulte la página 6, Fundamentos Técnicos).

Velocidades periféricas máximas (para cumplir con los códigos de seguridad FEPA y ANSI):

	FEPA	ANSI (USA)[3]
Discos de centro hundido reforzado, de laterales rectos y discos de corte 180 mm; 8,500 rpm 230 mm; 6,600 rpm	80 m/s 7"; 7,750 rpm 9"; 6,000 rpm	72 m/s
Muelas de copa y discos de laterales rectos	50 m/s	48 m/s (discos alta resistencia)
Muelas cónicas	50 m/s	48 m/s (discos alta resistencia)
Discos vitrificados	35 m/s	33 m/s (discos alta resistencia)

Tabla 1

[3] En los EE. UU., La velocidad periférica generalmente se expresa en pies superficiales por minuto (SFPM).

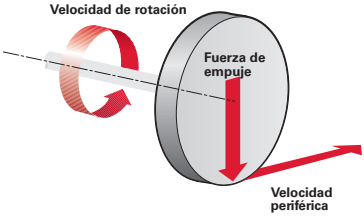


Figura 30

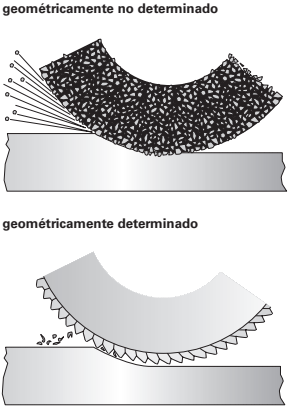


Figura 31

Un trabajo normal de rectificado en bruto implicará el rectificado con un disco de centro hundido de 180 mm a 8.500 rpm (velocidad periférica 80 m/s).

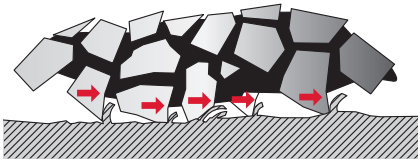
Técnica

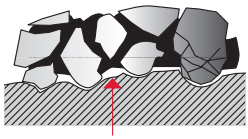
Al rectificar con herramientas de mano, el patrón, la secuencia o la forma real del material eliminado no pueden calcularse o determinarse de antemano. Por lo tanto, se dice que tales operaciones de rectificado implican la eliminación de material que es "geométricamente no determinado ". Esto no es así, por ejemplo, en el rectificado con máquinas estacionarias.

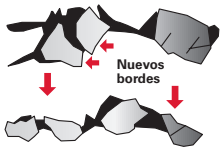
Cada grano extrae un trozo de material cuando entra en contacto con la superficie. Sin embargo, el amolado geométricamente no determinado no genera una pista (línea de amolado) tan profunda como la rueda es gruesa. Aunque sean duros, los granos finalmente se gastan y pierden el afilado, y por lo tanto su propiedad abrasiva.

Cuando se utiliza la muela correcta, los granos se desprenden del agente adhesivo tan pronto como ya no son lo suficientemente afilados para eliminar material. Los granos frescos con bordes afilados se exponen constantemente, y forman una nueva superficie de corte para eliminar material. El autoafilado de esta manera es importante para un amolado efectivo.

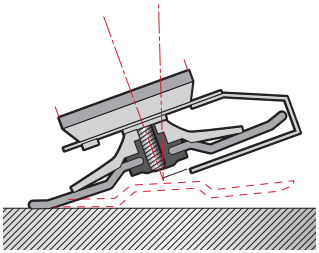
Figura 32. Desbaste agresivo con muela de laterales rectos



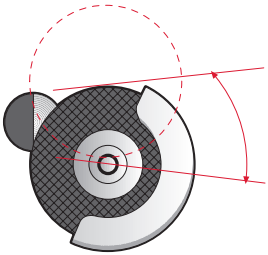




El rectificado realizado con un movimiento oscilante ayudará a este proceso ya que permite que diferentes partes del disco (o el canto de corte) toquen la superficie de la pieza de trabajo. Al cortar, este movimiento de balanceo debe seguir la dirección de rotación del disco.



Desbaste agresivo con disco de centro hundido



Corte con disco de corte

Figura 33

Desbaste superficial (lijadoras y pulidoras)

Propósito

Hemos visto que en el desbaste agresivo, el acabado de la superficie es mucho menos importante que la cantidad o la tasa de eliminación del material en sí.

En aplicaciones de desbaste superficial, se presta mucha más atención a la calidad de la superficie. Los ejemplos principales son el lijado, limpieza, desbarbado ligero, pulido y acabado.

Tales operaciones a veces también se conocen como acondicionamiento de superficie. Este término quizás debería limitarse a operaciones para mejorar la superficie sin cambiar la forma o dimensión básica de la pieza de trabajo. En otras palabras, la eliminación de material debe ser mínima y razonablemente uniforme. El desbaste superficial generalmente implica trabajar en varias etapas.

Aplicaciones de rectificado superficial: algunos ejemplos			
Lijado	Lijado agresivo Lijado fino	Pulido	Acondicionamiento Reducción de rugosidad Pulido de soldadura Pulido a base de pasta
Limpieza	Eliminación de la corrosión Eliminación de pintura Eliminación de goma Limpieza de soldadura	Acabado	Reacabado en seco y mojado
Desbarbado	Redondeo de bordes y eliminación de rebabas Eliminación de salpicaduras Eliminación de rebabas de superficie		

Tabla 2

También hemos señalado anteriormente que no existen tantas divisiones claras en la aplicaciones de arranque de material. Cubre un amplio espectro de aplicaciones relacionadas con transiciones graduales y a menudo subjetivas entre, por ejemplo, rectificado y lijado, etc.

Esta superposición se puede ver en las herramientas y las técnicas utilizadas. Por ejemplo, el lijado con abrasivos tales como discos de aletas o discos de fibra de grano grueso (usando una amoladora vertical) a menudo puede eliminar tanto material como en el desbaste agresivo, pero dejando una superficie mucho mejor.

Cada superficie, cuando se magnifica bajo un poderoso microscopio, parece una sección transversal de un paisaje de montaña. Para obtener una superficie más lisa y uniforme, los contornos deben eliminarse: se deben nivelar los "picos".

Esto se puede hacer frotando un abrasivo hacia adelante y hacia atrás sobre la superficie (como en el amolado, cubriendo un área más grande en lugar de concentrarse en un punto determinado).

Cuando se requiere una superficie muy lisa, el uso de un líquido es una manera efectiva de bajar la fricción, de eliminar los granos "gastados" y frotar para que la superficie sea más fina. El líquido actúa como un refrigerante. El brillo más alto se puede obtener puliendo una superficie ya lisa. Se puede aplicar una pasta con aditivos abrasivos usando un bonete suave.

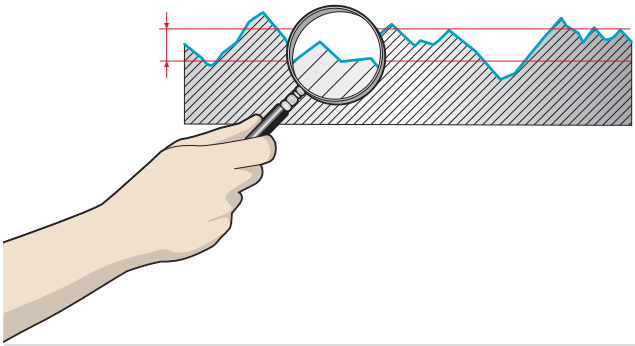


Figura 34

Aspectos clave: área de superficie grande; diferentes principios de rotación; velocidades más bajas; trabajo en múltiples etapas; líquido; pasta con aditivos.

Tipos de herramientas
Las herramientas utilizadas para el rectificado superficial pueden tener un modo de acción rotativa, orbital o rotativa orbital aleatoria.

Rotativa: una acción giratoria simple, axial o radial, utilizada en todas las amoladoras descritas hasta ahora.

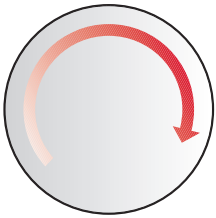


Figura 35a. Rotativa (axial)

Orbital: El plato realiza pequeños movimientos excéntricos (oscilaciones) que mueven los granos para frotar los bordes de la superficie irregular.

Roto-orbital: Se produce un movimiento giratorio superpuesto durante cada rotación orbital. Esta combinación crea un movimiento orbital que también se mueve en círculos (remolinos). A veces se llama acción dual (DA).

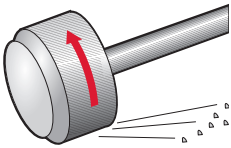


Figura 35b. Rotativa (radial)

Algunas de las amoladoras que ya hemos visto también se utilizan como lijadoras giratorias. Estas pueden ser herramientas verticales, de turbina, angulares o rectas.

Herramientas **verticales** y de **turbina** se utilizan para el lijado agresivo, generalmente con abrasivos recubiertos o cepillos.

Herramientas **angulares** (cabezal angular) son para un lijado más ligero con abrasivos revestidos y pulido con un bonete de lana de cordero.

Herramientas **rectas** o amoladoras de troqueles de baja velocidad para lijado ligero y pulido fino, se utilizan con accesorios para pinzas para utilizar abrasivos con vástago y de formas determinadas, por ejemplo, discos de aletas o abrasivos recubiertos de nailon.
(Los abrasivos de desbaste superficial se describen en la siguiente página).

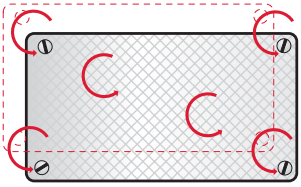


Figura 36a. Orbital

Herramientas **orbitales** y **roto-orbitales** están diseñadas de forma diferente para producir un modo de acción que oscila en lugar de ser puramente rotativo. El eje sobresaliente está en ambos casos alineado con el eje del motor. La diferencia es que en herramientas roto-orbitales existe una excentricidad entre el eje y el motor.
Las lijadoras orbitales y roto-orbitales son para trabajos de acabado con abrasivos revestidos. El agarre es con una o dos manos. Las herramientas roto-orbitales se utilizan a menudo en superficies que necesitan un acabado suave.

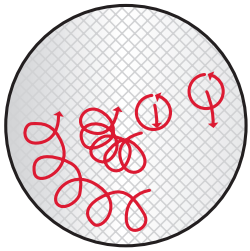
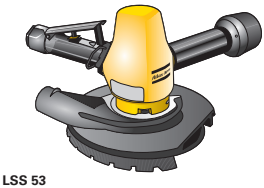
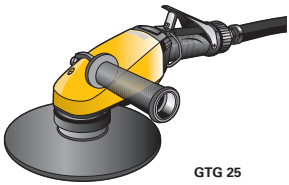


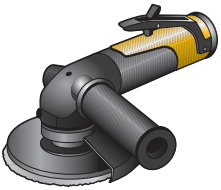
Figura 36b. Roto-orbital



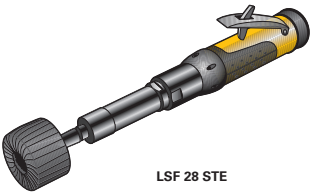
LSS 53



GTG 25



LSV 39 como lijadora



LSF 28 STE

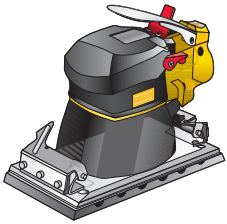
Figura 37. Lijadoras verticales, de turbina, angulares y rectas

Abrasivos

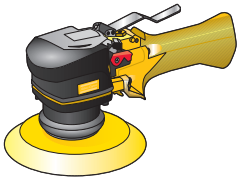
Los abrasivos habituales para el rectificado superficial se llaman abrasivos revestidos. Hay una amplia y creciente gama en el mercado, con diferentes tipos, formas, tamaños y calidades. Las diferentes combinaciones de componentes producen propiedades variables para adaptarse a todas las aplicaciones; incluso desbaste agresivo y pulido fino.

Los abrasivos revestidos suelen venir en hojas o en forma de discos, ambos sujetos a platos de lijado. También hay versiones que están alrededor de un vástago, por ejemplo los discos de aletas. Estas son tiras de abrasivo revestido radialmente unidas a un cilíndrico, ya sea sólido o hueco y con forma alrededor de un vástago. Los discos de aletas son para amoladoras con portapinzas (amoladoras de troqueles/amoladoras rectas).

Los abrasivos revestidos son flexibles y consisten de un soporte, un agente aglomerante (pegamento de capa básica y pegamento de capa superior o cubierta) y un agente abrasivo (granos). Un código de producto estandarizado identifica los componentes utilizados.



LSO 30



LST 30

Figura 38. Lijadoras orbitales y roto-orbitales

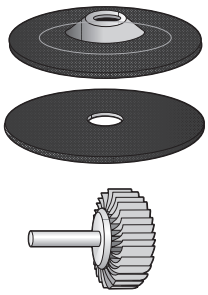


Figura 39. Abrasivos revestidos; disco de fibra y disco de aletas

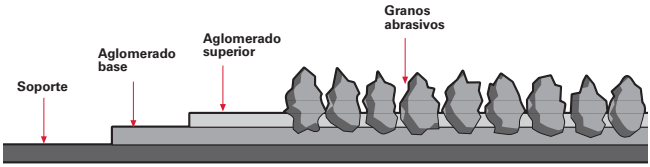


Figura 40. Composición de abrasivos de lijado: granos abrasivos, aglomerado de capa superior, aglomerado de capa básica, soporte.

• *Soporte*
El soporte puede ser de varios materiales diferentes, incluidos los compuestos. Los tres tipos principales son:
– papel
– tejidos
– fibra

Los abrasivos con soporte de papel están disponibles en diferentes espesores y grados de flexibilidad.

Los abrasivos con soporte de tejidos de tela se utilizan para el lijado agresivo con herramientas de alta potencia.

El soporte de fibra se usa en los discos. La fibra es especialmente flexible y duradera, y por lo tanto adecuada para operaciones de lijado realmente difíciles.

• *Agente aglomerante*
El agente aglomerante en abrasivos revestidos es el pegamento. Son de dos tipos principales: revestimiento de cola y cola fenólica.

El recubrimiento de pegamento proporciona un abrasivo flexible, no demasiado agresivo, que se puede usar en seco o en combinación con aceite. El pegamento fenólico es más resistente y duradero. Los abrasivos de adhesivo fenólico eliminan el material de manera más efectiva y pueden usarse en seco o en combinación con aceite o agua.

• *Agente abrasivo*
La información general se encuentra en las páginas 6 - 7

Abrasivos recubiertos de nailon (textiles recubiertos)
Las aplicaciones para un acondicionamiento de superficie más fino (pulido, acabado, etc.) requieren un tipo diferente de abrasivo: lo suficientemente flexible y suave para mejorar el acabado de la superficie sin deformar la pieza de trabajo o cambiar sus dimensiones. Dependiendo de la pieza de trabajo y la calidad del acabado requerido, los materiales principales en uso son bonetes de lana de cordero y abrasivos recubiertos de nailon (por ejemplo, Scotch-Brite u otras marcas).

Estos últimos también se llaman textiles recubiertos. Son fibras sintéticas no tejidas y granos abrasivos, unidos con resinas de polímeros para formar un material de entramado abierto y resistente.

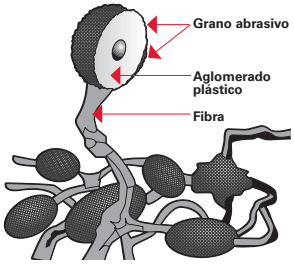


Figura 41

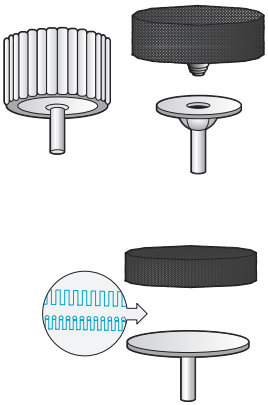


Figura 42

La tendencia es definitivamente hacia los abrasivos recubiertos de nailon. El fuerte crecimiento ha llevado a un extenso desarrollo de productos, con una amplia gama en el mercado. De hecho, hay productos para todas las operaciones, incluso para el desbaste agresivo.

En aplicaciones de superficie, son perfectos para los siguientes pasos en el desbaste superficial con abrasivos revestidos, que tienden a marcar la superficie. Los bonetes de lana de cordero, los discos de fieltro y la goma espuma se utilizan para el pulido y pulido suave final para obtener un acabado de alto brillo.

Cepillos

Los cepillos son herramientas tradicionales para eliminar corrosión y pintura, limpieza y otras formas de rectificado superficial. El alambre (incluido el acero inoxidable), el nailon (a menudo impregnado con partículas abrasivas) y la fibra natural son los materiales más comunes. El material se puede formar en varios patrones.

El diámetro ancho de los cepillos y los mechones gruesos cortos darán un pulido eficaz en la superficie, pero con un acabado menos liso. Una superficie fina, lisa y uniforme es más fácil de producir con mechones largos y finos en un cepillo ancho.

Los cepillos axiales (tipo copa) son adecuados para tareas pesadas y superficies grandes; los cepillos radiales se utilizan en amoladoras rectas, para trabajar en espacios confinados, superficies internas, etc.

Fijaciones

Los abrasivos de desbaste superficial utilizan un plato como soporte o están formados alrededor de un vástago de fijación.

Hay platos de soporte de diferentes materiales y rigidez. Se usa un plato más rígido cuando se necesita más fuerza de empuje y un abrasivo más grueso. Los platos más suaves combinadas con abrasivos finos o paños de pulido brindan una superficie más lisa con mejor acabado.

Hay un agujero en el medio del plato o un vástago incrustado en él. Los de tipo orificio se unen al eje de una lijadora y sujeto con una tuerca. Los de tipo vástago se sujetan en un portapinzas. (Véase más arriba). También hay versiones roscadas de ambos tipos.

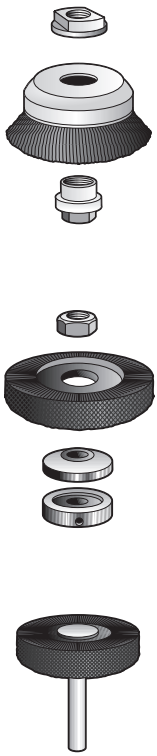
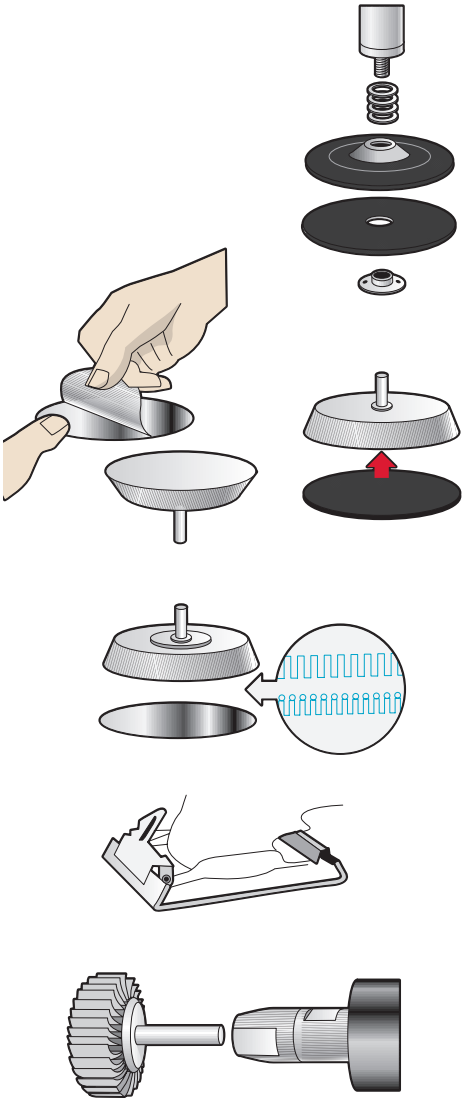


Figura 43. Cepillo axial, cepillo radial

Hay platos especiales para papeles abrasivos autoadhesivos y de velcro.

Los cepillos se unen al eje mediante bridas y una tuerca o están roscados directamente al eje.



Disco de fibra con plato de soporte

Papel autoadhesivo

Fijación por velcro

Fijación mediante mordaza

Portapinzas

Figura 44

Ajustes: Velocidad de rotación
El mismo principio básico de desbaste se aplica también a las aplicaciones de desbaste de superficie. Los abrasivos más gruesos y una mayor velocidad eliminan más material.

El contacto a alta velocidad entre el abrasivo y la superficie extiende la fuerza de empuje sobre un área más grande y más granos, que por lo tanto conservan el afilado y permanecen adheridos al soporte por más tiempo.

La velocidad no debería ser tan rápida como para que los granos realmente no penetren en las grietas o los huecos de la superficie. Si esto sucede, solo se eliminarán los bordes superiores y la superficie no será totalmente lisa.

El desafío es encontrar el equilibrio adecuado entre la distribución de la fuerza de empuje en un área más amplia (alta velocidad) y asegurarse de que el abrasivo baje a todas las grietas (velocidad más baja).

Esto se consigue al establecer la velocidad de operación correcta en función de varios factores:
grueso y flexibilidad del abrasivo, forma del soporte y si es necesario o no la utilización de líquido refrigerante o pasta.

Velocidades de rotación comunes son:

Lijado en seco	4 000 – 6 000
Pulido con un bonete de lana de cordero (con o sin pasta)	1 300 – 2 100
Lijado en húmedo	300 – 1 800

Tabla 3

Las velocidades de rotación máximas para los abrasivos recubiertos de nailon nunca deben excederse ya que la fibra sintética puede derretirse.

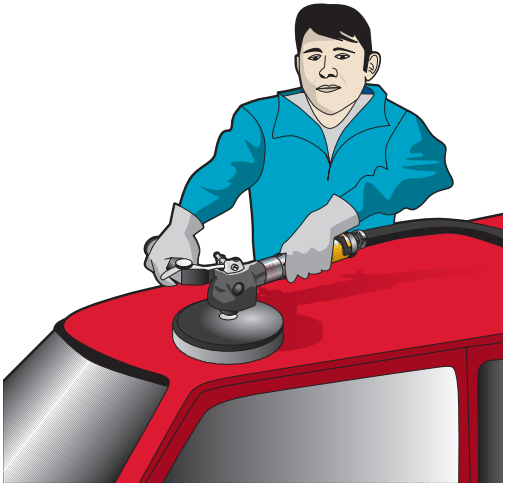


Figura 45. Lijado en húmedo

Para LSV 19, se recomienda la siguiente velocidad y dimensión del disco abrasivo:

LSV 19	Velocidad periférica del disco	
	20–30 m/s*	40–60 m/s**
8 000 rpm	Ø 40 – 60 mm	Ø 80 mm
12 000 rpm	Ø 32 – 50 mm	Ø 60 – 80 mm
20 000 rpm	Ø 20 – 30 mm	Ø 38 – 60 mm

Tabla 4

** abrasivo revestido, ej. Speed-Lok de Norton.*
*** abrasivo recubierto de nailon, ej. Roloc de 3M.*

El lijado o pulido en húmedo a velocidades más altas tiende a salpicar líquido hacia el borde donde no puede hacer su trabajo correctamente.

Técnica
Para obtener una superficie lisa y uniforme, el plato o el abrasivo nunca deben mantenerse quietos en un punto durante el desbaste superficial. Si es así, el abrasivo tiende a introducirse en el material y el resultado en la superficie no será satisfactoria.

La fuerza de empuje debe ajustarse continuamente a la velocidad de rotación, que debe mantenerse a 60-80% de la velocidad de rotación máxima de la herramienta.

Cuando la superficie se ha hecho lo más lisa posible con un abrasivo de recubrimiento grueso, se puede usar una calidad más fina o un abrasivo recubierto de nailon para el acabado.

TABLA DE REFERENCIA

Herramientas y abrasivos para aplicaciones de desbaste comunes

Aplicación	Amoladora					
	Troqueles	Vertical	Turbina	Angular	Rectas	Lijadora
Amolado de troqueles con:						
• fresa rotativa	•					
• punta montada	•					
Desbaste agresivo con:						
• disco c/ laterales rectos					•	
• disco de centro hundido		•	•	•		
• muela de copa		•	•			
• disco de corte		•	•	•		
• punta montada	•					
• muela cónica					•	
Desbaste de superficie con:						
• abrasivo revestido en seco		•	•	•		•
• abrasivo revestido húmedo				•		
• abrasivo revestido de nailon	•	•		•		
• bonete de lana de cordero				•		
• cepillos de alambre		•	•			

Tabla 5

PRODUCTIVIDAD Y ECONOMÍA DEL AMOLADO

La mano de obra y los abrasivos juntos representan aproximadamente el 90% del costo total del amolado con herramientas manuales. La mano de obra representa la mayor parte de los costos: a menudo hasta el 80%, o casi la mitad de los costos totales. El tiempo es definitivamente dinero.

En otras palabras, el tiempo necesario para completar la tarea de amolado es de vital importancia. Reducir este tiempo conducirá a una mayor productividad y ahorro de costos.

Los principales factores que afectan el tiempo de amolado:
- Potencia de la amoladora
- Fuerza de empuje
- El estrés del operario y esfuerzo físico
- Tiempo en reemplazar abrasivos gastados
- Accesibilidad

El rendimiento de la amoladora es vital para conseguir eliminar una gran cantidad de material y, por lo tanto, es probablemente el factor individual más importante en la economía total del amolado. Sin embargo, el rendimiento real que explota la máxima potencia de la amoladora requiere una gran fuerza de empuje y buena técnica por parte del operario.

Esto, a su vez, presupone el uso correcto de abrasivos de calidad para la máxima eliminación de material y el mínimo desgaste del disco. La relación de eliminación de material a desgaste abrasivo depende de la elección correcta de abrasivo. En función de los materiales involucrados y la potencia de la herramienta, es posible determinar de antemano qué abrasivo se necesita.

Por lo tanto, existe una correlación directa entre una buena economía general de amolado y la elección correcta de los equipos: herramientas de calidad y abrasivos adecuados para el trabajo en cuestión. La herramienta debe verse como una inversión en la productividad a largo plazo y no como un costo a corto plazo. El diseño ergonómico de la herramienta puede contribuir significativamente a esto.

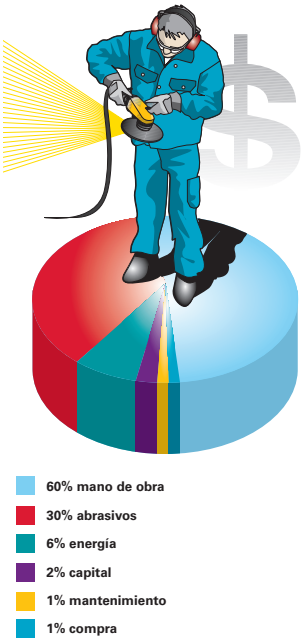


Figura 46. Costos de amolado

Los beneficios en productividad obtenidos por un operario que trabaja de manera eficiente con una amoladora efectiva y ergonómicamente bien diseñada superan con creces el gasto adicional del mayor precio de compra de la herramienta. Como se señaló anteriormente, los gastos de capital y los costos relacionados son marginales en comparación con el costo de mano de obra y abrasivos.

Reemplazar abrasivos desgastados es tiempo "desperdiciado" para un amolado efectivo. La cantidad de tiempo perdido depende de la tasa de desgaste del abrasivo y la facilidad de cambio de abrasivos. Ambos están también relacionados con la elección de equipos de calidad. Un buen diseño de amoladora a menudo puede reducir apreciablemente el desgaste de los abrasivos.

Los abrasivos de baja calidad tienen una geometría y una composición inferior: falta de redondez, falta de simetría, desequilibrio, densidad desigual, etc. Se desgastan más rápidamente, lo que reduce el arranque de material; generan mayores vibraciones y causan otros problemas que consumen mucho tiempo y afectan al operario y al proceso de amolado.

Los costos adicionales que conlleva el cambio frecuente de dichos abrasivos, tanto el tiempo perdido como el costo de los abrasivos, son mucho mayores que los ahorros que se obtienen con el menor precio de estos abrasivos en comparación con productos de alta calidad. Los costos totales de producción son más altos.

La accesibilidad también puede afectar la productividad. El desbaste de superficies inaccesibles o en espacios reducidos y estrechos es más rápido y fácil con herramientas pequeñas y ligeras, siempre que sean lo suficientemente potentes.

Incremento de la productividad %	Tiempo de amolado efectivo por día *	
	1 hora	3 horas
	Reducción en las horas de amolado por mes	
20	4	12
30	6	18
40	8	24

Tabla 6

** El tiempo promedio efectivo de amolado es típicamente del 40%, por ejemplo, 3.2 horas de un día de 8 horas.*

El costo de la energía es uno de los costos más bajos en la operación de amolado. Cuando se instalan amoladoras de alta frecuencia (HF), el costo de energía suele ser menor que en el caso de las amoladoras neumáticas. Sin embargo, las amoladoras HF son menos productivas que las amoladoras de turbina modernas. Su potencia nominal suele ser un 50% inferior a la de la turbina y, por lo general, dos veces más pesada. A la larga, por lo tanto, son menos cómodos para trabajar. Los costos anuales de reparación y mantenimiento generalmente varían entre el 30% y el 100% del costo de herramienta misma.

LA IMPORTANCIA DE UNA CORRECTA INSTALACIÓN DE AIRE

Una correcta instalación de aire es esencial para el correcto funcionamiento de su amoladora y la productividad de la operación de amolado. Después de haber seleccionado la amoladora para su trabajo de amolado, se debe prestar atención adicional en la instalación de aire. La amoladora necesita 6,3 bar para funcionar a la potencia nominal. Disminuir la presión de operación en 1 bar lleva a una pérdida de productividad del 25-30%. El siguiente ejemplo muestra los resultados de una prueba realizada en Atlas Copco y cómo la productividad disminuye debido a la disminución de la presión de aire.

Tabla 7

Presión de trabajo	6,3 bar	5,8 bar	5,0 bar
Material eliminado	5,5 kg/h	4,5 kg/h	4,0 kg/h
Tiempo para eliminar 1 kg	11 minutes	13 minutes	15 minutes

¿Cómo aseguro 6,3 bar en la entrada de la amoladora?
En la red, entre el compresor y la herramienta, hay pérdidas de presión debido a la fricción en las restricciones de tubería, curvas y paredes de la tubería. La caída de presión principal se produce en la parte entre el extremo del tubo y la herramienta, es decir, la válvula de cierre, las unidades de preparación de aire, los acoplamientos y la manguera. La caída de presión de estos componentes debe mantenerse lo más baja posible para garantizar una alta productividad y ahorro de energía. La caída de presión en esta parte no debe exceder 0,6 bar.
Alcanzar 6,3 bar en el extremo de la herramienta requiere 6,9 bar en el extremo de la red y esto, por supuesto, exige que la planta tenga un compresor de capacidad suficiente para compensar la caída de presión en la red de aire.

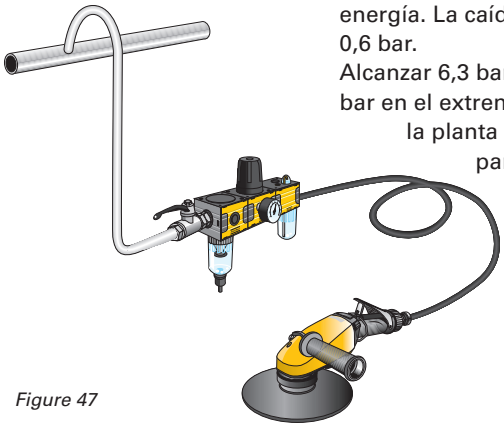


Figure 47

¿Cómo elijo los accesorios de la línea de aire?
La presión y el flujo se suceden para que obtenga un flujo diferente a diferentes caídas de presión. Atlas Copco recomienda unidades de preparación de aire, mangueras y acoplamientos a determinados caudales (indicados en el catálogo) correspondientes a una caída de presión de 0,2 bar y una manguera de aire de 5 m de longitud.

El procedimiento para elegir el accesorio de línea de aire es el siguiente:

- averiguar el consumo de aire a potencia máxima de la amoladora
- elija una manguera de aire adecuada que tenga un máximo flujo de aire recomendado que es igual o superior al consumo de aire de la amoladora, use una manguera de goma para trabajos más exigentes y operaciones al aire libre
- si la manguera de aire necesita ser de 10-15 m, aumente el tamaño de la manguera en un tamaño, por ejemplo, de 13 a 16 mm. Si la longitud de la manguera es de 20 m, aumente el tamaño de la manguera en dos tamaños, por ejemplo, de 13 a 20 mm
- elija acoplamientos y conectores adecuados de acuerdo con el tamaño de la manguera y el flujo de aire
- elija unidades de preparación de aire adecuadas de acuerdo con la capacidad de flujo de aire y la amoladora (si son exentas de lubricación utilice unidades sin lubricación).
- elija abrazaderas de tamaño correcto, (abrazadera de tornillo sin fin para amoladoras).

Este procedimiento se puede simplificar pidiendo un kit de preparación de aire recomendado y un kit de manguera diseñado para su amoladora. Encontrará las Propuestas de Instalación adecuadas en el catálogo general de Atlas Copco, en el catálogo de Accesorios de Línea de Aire y en el catálogo de Ingeniería General. Vea también nuestra "Guía de Bolsillo de Accesorios de Línea de Aire".

EL ENTORNO DE TRABAJO

Como mencionamos anteriormente, hay un lado desagradable en los trabajos de amolado, especialmente tramos largos e ininterrumpidos de desbaste agresivo u operaciones monótonas. El operario a menudo puede estar expuesto a las vibraciones de la herramienta, el ruido del proceso y la herramienta, el polvo, etc. Si no se controlan o remedian, estos problemas afectarán negativamente al operario y a la productividad. El entorno de trabajo no siempre es óptimo, y esto se considera cada vez más derrochador y contraproducente. Se está prestando cada vez más atención al mejoramiento del diseño de herramientas y las técnicas de los operarios.

Desarrollar mejores herramientas de amolado no puede mejorar todos los aspectos de dicho trabajo. Sin embargo, las herramientas eficientes y fiables son un buen comienzo: herramientas diseñadas pensando en las personas y utilizadas adecuadamente en un buen entorno de trabajo.

Un buen entorno tiene varias características básicas:
- Peso y dimensiones de la herramienta
- Agarre y postura de trabajo cómoda
- Rotación de trabajo equilibrada (rotación de tarea)
- Niveles de vibración y tiempo de exposición bajos
- Extracción de polvo
- Niveles de ruido bajos

Peso y dimensiones de la herramienta

Las operaciones de arranque de material mejoran con un peso adicional. La masa también disminuye la sensibilidad a las vibraciones. Sin embargo, existe una relación directa entre estas ventajas y sus inconvenientes. El operario debe ser capaz de manejar la herramienta fácilmente mientras trabaja, sin cansarse demasiado rápido. Las herramientas voluminosas restringirán el trabajo en espacios confinados.

Agarre y postura de trabajo cómoda

Estas son también características importantes del diseño ergonómico, asegurando que el operario pueda trabajar de manera cómoda y eficiente sin una tensión excesiva.

Las empuñaduras y los gatillos deben diseñarse para dar un agarre natural a la mano, esto es siempre lo más cómodo. También debería ser fácil para el usuario cambiar los agarres ya que esto ayuda a distribuir la carga y evitar la fatiga muscular local. Los operarios están más cómodos usando una empuñadura más delgada (Ø 34 mm en lugar de 38 mm).

La mayoría de las herramientas de amolado se sostienen con dos manos en la empuñadura (o empuñaduras) para estabilidad y carga uniforme. En las lijadoras, es posible un agarre con la palma de la mano. Los operarios generalmente tienen una preferencia personal.

Es posible un agarre recto en herramientas rectas (amoladoras de troqueles y amoladoras rectas), ya que la cubierta de la herramienta es la empuñadura. Aquí una superficie lisa de la carcasa se volvería resbaladiza; la superficie debería proporcionar suficiente fricción para un agarre óptimo.

El gatillo de palanca se utiliza en casi todos las amoladoras y lijadoras. Esto es fácil de controlar y produce menos tensión. La herramienta se desconecta tan pronto como se suelta la palanca.

La postura de trabajo puede parecer evidente, pero usar el tipo de herramienta adecuado puede ayudarlo a trabajar de forma natural, una que le resulte cómoda y que reduzca la fatiga al operario.

Rotación de trabajo equilibrada (rotación de tarea)

La situación de trabajo se mejora enormemente al permitir que los operarios alternen entre operaciones de amolado y otras tareas. Una rotación de trabajo equilibrada reducirá el efecto de sobrecarga, tensión repetitiva y postura incómoda. También reducirá el tiempo de vibraciones al que estarán expuestos los operarios.

En una fundición, por ejemplo, tareas como el manejo de la masa fundida, la fabricación de núcleos y el desbarbado a menudo se llevan a cabo una cerca de la otra. Una rotación de trabajo donde cada operario deshace las fundiciones durante unas pocas horas al día solamente y trabaja en otras tareas el resto del tiempo trae beneficios claros.

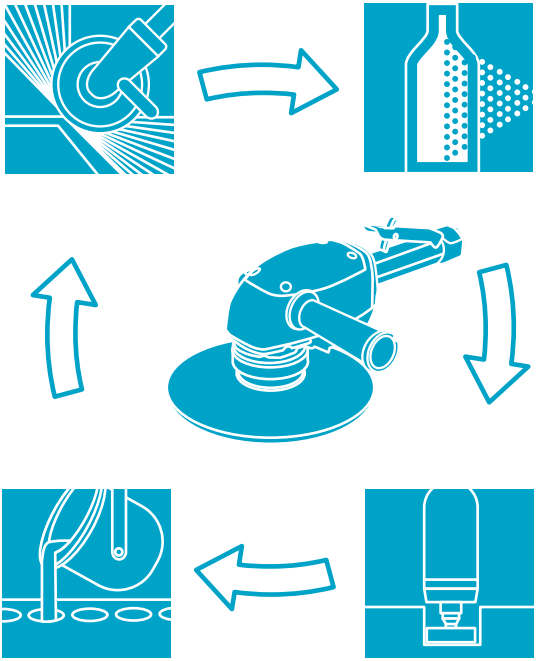


Figura 48. Rotación de tareas de trabajo

Vibraciones

La vibración relacionada con las amoladoras es un problema. Este es un tema importante y complejo que no puede ser cubierto en detalle en esta guía. La guía “Vibraciones en amoladoras” contiene más información.

Causas de la vibración
Las fuerzas periódicas (recurrentes) relacionadas con el amolado se pueden generar de varias maneras, y muchos factores diferentes se combinan para causar vibración.

Las vibraciones en las amoladoras son principalmente el resultado del desequilibrio en la muela abrasiva. Incluso las más pequeñas desviaciones en la geometría del disco (<0.1 mm) pueden causar desequilibrio.

El agujero del disco puede estar desalineado; o el eje del agujero puede no ser perpendicular al plano del disco; o existe un espacio desigual entre el disco y el eje de la herramienta. Un disco de grosor o densidad desigual también puede causar desequilibrio.

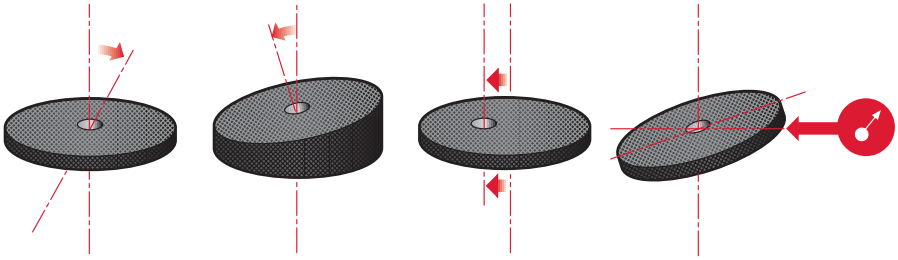


Figura 49

Control de la vibración

Para los diseñadores y fabricantes de herramientas de amolado, se pueden identificar tres métodos básicos para tratar los problemas de vibración.

1. *Abordar la fuente de la vibración: reducir las fuerzas que generan vibraciones (reducción de la vibración).*

La solución ideal es claramente eliminar o minimizar estas fuerzas. Sin embargo, esto es bastante difícil en la práctica. Mucho trabajo también se centra en el diseño, la fabricación y el control de calidad por parte de los proveedores de abrasivos (discos, etc.).

2. *Aislar el problema: aislar al operario de las vibraciones generadas (amortiguación de la vibración).*

En términos generales, este es el método más común para herramientas manuales, aunque no siempre el mejor.

La amortiguación de vibraciones generalmente implica la inserción de una bobina flexible de caucho o metal como mecanismo de muelle entre la herramienta misma y la empuñadura. La herramienta continúa vibrando ya que no se hace nada para reducir las vibraciones en la herramienta, pero la empuñadura permanece relativamente quieto.

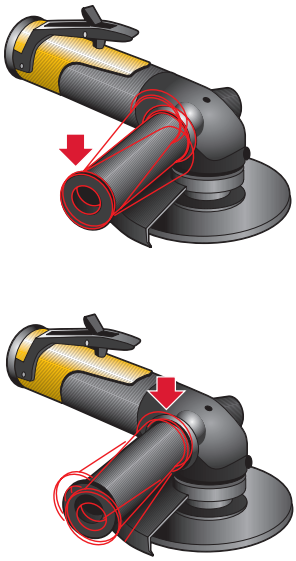


Figura 50. Empuñadura con amortiguación de vibraciones

3. *Hacer que la herramienta sea menos sensible:* Utilizar la masa de la herramienta para contrarrestar las fuerzas generadoras de vibración (amortiguación de la vibración).

En lugar de insertar componentes flexibles entre la herramienta y la empuñadura para amortiguar las vibraciones, se puede agregar masa y momento de inercia. Incluso un aumento modesto en el peso y una cuidadosa distribución de la masa pueden lograr excelentes resultados.

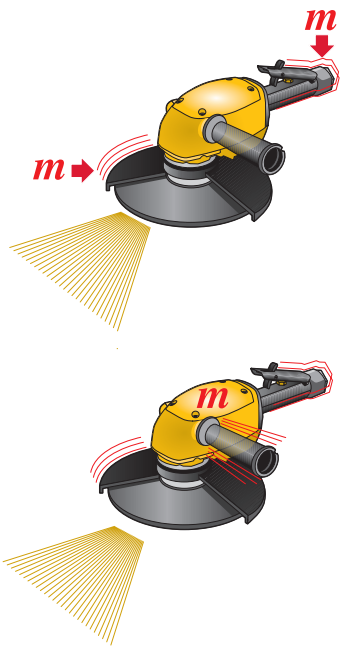


Figura 51

• *Una combinación de métodos*
La investigación y el desarrollo han llegado a un control eficaz de la vibración en amoladoras combinando estos métodos. Un ejemplo es el sistema de equilibrio (Autoequilibrador) utilizado en ciertas amoladoras. El sistema contiene bolas de rodamientos que ajustan la posición para contrarrestar las alteraciones en el desequilibrio a medida que el disco se desgasta. El efecto regulador de este dispositivo mantiene bajos los niveles de vibración durante toda la vida útil del disco.

¿Qué puede hacer el usuario?
• *Niveles de vibración*
Como se indicó anteriormente, las muelas abrasivas, etc. son definitivamente la principal fuente de vibración. El cuidado al elegir, ajustar y trabajar con discos permitirá a los operarios reducir las vibraciones considerablemente.
Sobre todo, es importante usar discos de calidad, con el menor desequilibrio posible. El operario también puede asegurarse de que el disco esté correctamente centrado durante el montaje[5].
El desequilibrio del disco puede aumentar durante el rectificado ya que ciertas partes del perímetro del disco se desgastan más rápidamente que otras. Tan pronto como el disco comience a verse ovalado, debería ser reemplazado.

• *Rotaciones de trabajo (rotación de tareas)*
La exposición diaria total (o dosis) comprende los niveles reales de vibración y la duración de la exposición. La rotación de puestos de trabajo para variar las tareas realizadas reducirá este tiempo de exposición para cada operario y, por lo tanto, reducirá el riesgo general para todos los operarios.

Polvo

La inhalación de polvo puede ser desagradable y tediosa. También puede disminuir la eficiencia al dificultarnos respirar. Algo de polvo también es tóxico o agresivo.

El operario siempre debe estar protegido contra la inhalación de polvo mediante el uso de una máscara. Los sistemas de ventilación y extracción son, por lo demás, los métodos más comunes para tratar el polvo. Para las amoladoras, esto significa principalmente instalar campanas de extracción, caperuzas de succión y mangueras.
Es más efectivo extraer el polvo en la fuente, lo más cerca posible de la pieza de trabajo y del canto del abrasivo. Una buena ventilación de fondo con extractores también es importante.

[5] Esto no se puede ver realmente; el operario debe probar la amoladora a velocidad libre con el disco montado. Si la herramienta vibra, la muela debe girarse 180° para que el desequilibrio de la muela se desplace con relación a la herramienta.

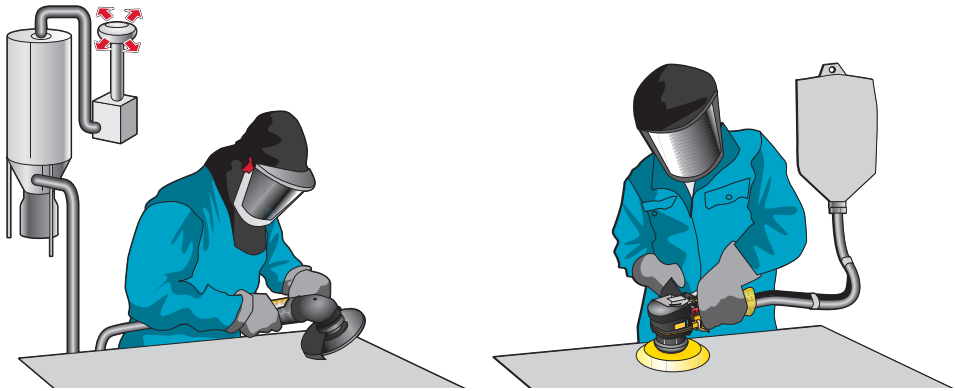


Figura 52. Aspiración

Ruido

El ruido puede dañar la audición, y también es un factor de estrés, afecta a la concentración y perjudica el rendimiento laboral.

El proceso de trabajo con amoladoras es, con diferencia, la fuente de ruido principal, especialmente el desbaste agresivo. A menudo no se puede hacer mucho al respecto. La herramienta es una fuente separada de ruido además del "ruido de proceso". Un silenciador puede reducir el volumen total de ruido.

El ruido del flujo de aire se produce cuando el aire comprimido se expande al salir de la herramienta a alta velocidad. La velocidad de escape se puede reducir mediante un diseño cuidadoso de los conductos de salida. Los silenciadores de escape son efectivos para reducir el ruido del flujo de aire al filtrar el rango de alta frecuencia. Algunas amoladoras también cuentan con una válvula cargada por muelle para el aire de escape, que proporciona prácticamente la misma reducción de ruido a velocidad libre que a máxima potencia.

Las partes o superficies vibrantes transmiten sonidos. En altas frecuencias, esto puede ser un problema. Las medidas de control de la vibración reducirán indirectamente dicho ruido; por ejemplo, suspender el motor entre los componentes de goma amortiguadores de vibraciones.

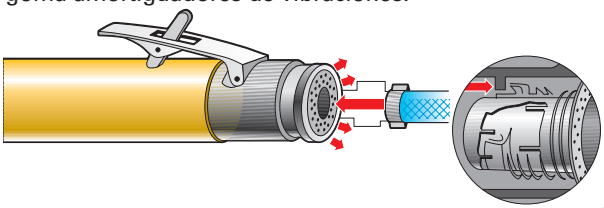


Figura 53

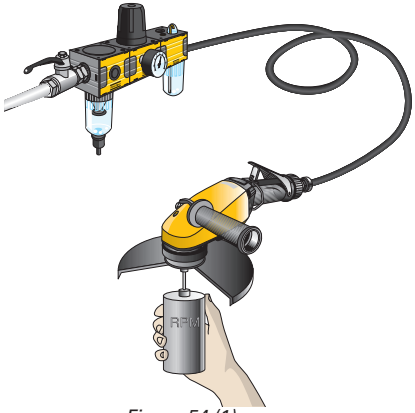


Figura 54 (1)

Figura 55 (2)

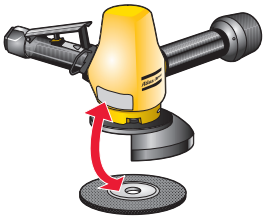


Figura 56 (3)

Figura 57 (4)

Seguridad

Reglas para un amolado más seguro

El amolado es un trabajo que debe tomarse en serio. El equipo utilizado debe manejarse adecuadamente y la operación de amolado en sí se debe tratar con respeto. Las fuerzas involucradas pueden ser una fuente de peligro si se pasan por alto aspectos de seguridad. El operario siempre debe tener mucho cuidado y seguir estas nueve reglas básicas antes de comenzar a trabajar:

1. Verificar la velocidad en vacío de la herramienta, para ver que no gira más rápido que las rpm máximas indicadas en el disco.

2. Utilizar un protector de muelas cuando se esté amolando con un disco que debe tener un protector.

3. Utilizar la dimensión correcta de disco de modo que no se exceda la velocidad de rotación de la muela (en rpm).

4. Verificar que la muela no esté rajada o dañada.

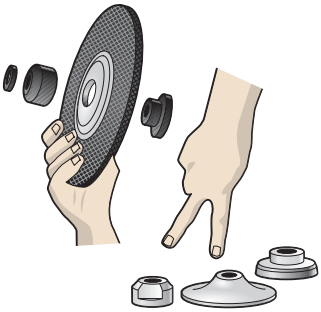


Figura 58 (5)

Figura 59 (6)

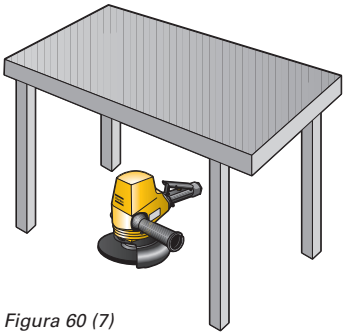


Figura 60 (7)

Figura 61 (8)

5. Comprobar que se utilizan las bridas correctas, que están unidas correctamente y que son lisas, sin rastros de rebabas ni salpicaduras.

6. Utilizar la ropa de protección u otro equipo provisto (gafas, protectores auditivos, guantes, cascos, máscaras, etc.).

7. Probar el funcionamiento de la herramienta en un área cerrada segura, por ejemplo, debajo del banco de trabajo.

8. Asegurarse de que el mantenimiento de la herramienta se realice regularmente. El mantenimiento preventivo es siempre una apuesta mejor y más segura que operar una herramienta hasta que falle.

9. Consultar siempre las normas y regulaciones nacionales e internacionales sobre seguridad.

AMOLADORAS ATLAS COPCO DE UN VISTAZO

Amoladoras para todas las aplicaciones

A lo largo de los años, Atlas Copco ha llevado a cabo proyectos intensivos y de gran escala de I + D en muchos aspectos del diseño de productos. En la actualidad, Atlas Copco es uno de los proveedores más importantes del mundo de todas las herramientas industriales de mano, incluyendo amoladoras neumáticas de calidad.

No tendrá problemas para encontrar una amoladora Atlas Copco que se adapte a sus necesidades específicas. Tiene alrededor de 100 modelos diferentes para elegir, que abarcan desde amolado de precisión hasta rectificado realmente agresivo. También hay una gran selección de accesorios disponibles, lo que hace que la lista de aplicaciones sea prácticamente infinita.

Las amoladoras Atlas Copco son potentes en relación con su peso y fáciles de manejar. Le permiten trabajar de manera más efectiva sin sentirse tan cansado. Su alta calidad y fiabilidad operativa, combinadas con un diseño ergonómico y sólido, aseguran una excelente productividad.

Ergonomía como filosofía empresarial
Cuando las personas sufren, también lo hace la productividad. Definitivamente, ahora hay una fuerte tendencia hacia la ergonomía en el lugar de trabajo y la consideración de las implicaciones ambientales de los procesos de trabajo.

Esto es especialmente gratificante para nosotros después de muchos años de esfuerzo dedicado. Creemos que hemos jugado un papel importante en el avance de la causa mediante el desarrollo de herramientas de mano eficientes, técnicamente avanzadas y fáciles de usar.

Sin embargo, el desarrollo debe continuar. Un buen diseño de la herramienta puede aliviar algunos de los problemas que todavía se encuentran en las industrias actuales. Las mejoras aquí pueden reducir el absentismo y la fatiga del operario, aumentando la productividad y la calidad de la producción.

Nuestras amoladoras han sido diseñadas teniendo en cuenta la ergonomía para brindarle todas las oportunidades de poder aumentar la productividad. Su alta calidad e impresionante rendimiento se ven reforzados por un control incluso más efectivo de la vibración, el polvo y el ruido que en las herramientas convencionales de nuestro porfolio estándar.

Guía de selección

Aplicaciones y los modelos de Atlas Copco

Aplicaciones de amolado	Amoladoras					
	Amoladoras de troqueles LSF 07/19 28/38	Amoladoras verticales LSS 53/64/84	Amoladoras de turbina GTG 40 GTG 25	Amoladoras angulares LSV 19/28/39	Amoladoras rectas LSR 28/38 43/48/64 GTR 40	Lijadoras LSO 30-32 LST 20-30
Amolado de precisión con:	11 minutos	13 minutos	15 minutos			
• fresa rotativa	•					
• punta montada	•					
Desbaste agresivo con:						
• disco con laterales rectos					•	
• disco de centro hundido		•	•	•		
• muela de copa		•	•			
• disco de corte		•	•	•		
• punta montada	•					
• muela cónica					•	
Desbaste superficial con:						
• abrasivo revestido, lijado en seco		•	•	•		•
• abrasivo revestido, lijado húmedo				•		
• abrasivo revestido de nailon	•	•		•		
• bonete con lana de cordero, etc.				•		
• cepillo de alambres		•	•		•	

Tabla 7

GUÍAS DE BOLSILLO ATLAS COPCO (INGLÉS)

Título	Designación
Air line distribution	9833 1266 01
Air motors	9833 9067 01
Drilling with handheld machines	9833 8554 01
Grinding	9833 8641 01
Percussive tools	9833 1003 01
Pulse tools	9833 1225 01
Riveting technique	9833 1124 01
Screwdriving	9833 1007 01
Statistical analysis technique	9833 8637 01
The art of ergonomics	9833 8587 01
Tightening technique	9833 8648 01
Vibrations in grinders	9833 9017 01
Vibration exposure assessment for power tools	9833 1508 01
Cable management	9833 1640 01
Testing and calibration in assembly technology	9833 1720 01
Error proofed production	9833 1437 01
LEAN	9853 8215 01
PowerTool Ergonomics (book)	9833 1162 01

9833 8641 05 2015:1 Jetlag/Boardwalk. Printed in Sweden.
© Atlas Copco Industrial Technique AB. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced without the prior permission of the copyright holder.

COMPROMETIDO CON UNA PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE

www.atlascopco.com

Atlas Copco