

TEMA 12

MECANIZADO CON ABRASIVOS**Introducción.**

Se conoce con el nombre de abrasivos, determinados materiales, naturales o artificiales, de gran dureza, que en forma de granos sueltos o aglomerados, se emplean para la limpieza o conformación de toda clase de materiales. Los abrasivos se proyectan o frotan sobre la superficie de la pieza que se trata de limpiar o conformar, y los diminutos cristales que los forman, arrancan partículas del material. Las partículas arrancadas, no tiene forma definida, como las virutas que hemos visto anteriormente y además son de tamaño mucho más pequeño (0,001 mm).

Los abrasivos no se emplean generalmente para arranques importantes de material, si no más bien, para operaciones de limpieza, acabado y pulimentado. En estas últimas se consiguen elevadas precisiones, con tolerancias inferiores a 0,01 micras, y superacabados con rugosidades de 0,05 micras.

Hay dos clases de abrasivos: *los naturales*, que se utilizan tal como se encuentran en la naturaleza, dándoles la forma adecuada, y *los artificiales*, que se obtienen sintéticamente.

- Abrasivos naturales:

Corindón	(70-75 % óxido de Aluminio)
Esmeril	(50-65 % ")
Cuarzo	(SiO ₂)
Diamante	

- Abrasivos artificiales:

Corindón artificial (<i>alundum</i>)
Carburo de Silicio (<i>Carborundum</i>)
Carburo bórico

La aplicaciones principales de los abrasivos son:

Chorros de arena. Tienen gran aplicación en la industria, para la limpieza y preparación de piezas metálicas. Se proyecta sobre la pieza arena, arrastrada desde un deposito por aire a gran presión.

Lijas. El abrasivo en polvo se adhiere sobre papel (lijado de madera y materiales blandos), o sobre telas (lijado de metales).

Muelas. Están formadas por materiales abrasivos, cuyos filos son los granos de éstos, que

actúan al girar la muela generalmente a gran velocidad. Se utilizan para desbastar, afilar herramientas, rectificar y tronzar. Se utilizan muelas *naturales* y muelas *artificiales*.

Muelas naturales. Son piedras cortadas en forma de disco o rueda. El abrasivo está formado por los granos de sílice y aún se utilizan para el afilado de herramientas.

Muelas artificiales. Son las que más se utilizan en la industria, y se fabrican con arreglo a las necesidades específicas de su aplicación. Poseen sistemas normalizados de designación; aquí se va a exponer el ISO. Con éste sistema cada muela tiene una *matrícula* que la hace identificable; dicha matrícula consta de siete símbolos alfanuméricos de los que el primero es un número de dos cifras que corresponde al símbolo del fabricante para indicar el tipo exacto del abrasivo, el último es el registro de identificación del fabricante y los cinco intermedios que hacen referencia a otros tantos parámetros de la muela. Estos parámetros de la muela son:

- Naturaleza del abrasivo.
- Tamaño de grano del abrasivo.
- Grado de dureza de la muela.
- Estructura o grado de porosidad de la muela.
- Naturaleza del aglomerante.

a) *Naturaleza del abrasivo.* Los abrasivos utilizados son los artificiales. Poseen nomenclatura reducida en las normas ISO en forma de una letra mayúscula. Los más importantes son:

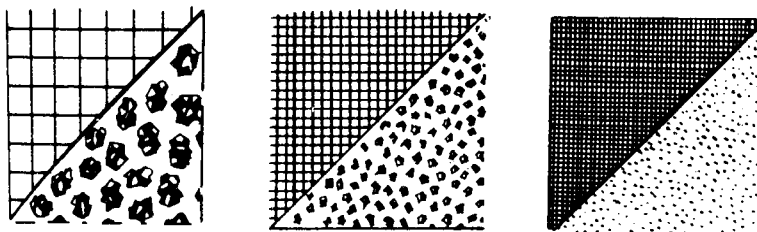
Corindón artificial: A
 Carborundum: C

b) *Tamaño de grano de abrasivo.* La granulación es decisiva para la calidad del acabado superficial. Cuanto más pequeño sea el grano, mejor acabado puede obtenerse, sobre todo en el caso de altas velocidades de trabajo.

El tamaño de los granos se denota con números que corresponden a la cantidad de agujeros por pulgada de longitud que posee la última criba a través de cuyas mallas pasan dichos granos, es decir, un número pequeño corresponde a grano grueso y un número grande a grano fino. En abrasivos para muelas se emplean las siguientes granulaciones:

Gruoso:	8	10	12	14	16	20	24	
Medio:		30	36	46	54	60		
Fino:		70	80	90	100	120	150	180
Muy fino:		220	240	280	320	400	500	600

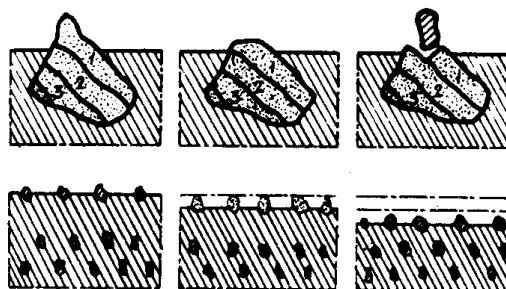
c) *Grado de dureza de la muela.* Esta es una magnitud que tiende a expresar la resistencia



Distintos tamaños de granos de abrasivos y tamices

media que opone cada grano a su arrancado del aglomerante. Se indica con una letra mayúscula atendiendo a la siguiente escala:

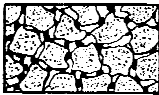
Muy blanda:	A	B	C	D	E
Blanda:	F	G	H	I	J
Media:	K	L	M	N	O
Dura:	P	Q	R	S	
Muy dura:	T	U	V	W	
Extradura:	X	Y	Z		



Fraccionamiento de los granos de abrasivo y desgaste de las muelas

Hay que tener presente a la hora de la elección de la muela que para materiales duros (blandos) deben emplearse, por lo general, muelas blandas (duras).

d) *Estructura o grado de porosidad de la muela.* El volumen total de poros en las muelas oscila entre el 50% y el 75% del volumen de la muela. El tamaño de los poros suele ser del mismo orden que el tamaño del grano, aunque a veces es mayor. Las muelas altamente porosas se dice que tienen una *estructura abierta*, facilitan la remoción de la viruta y tienden a comportarse como blandas; por el contrario las muelas con mayor grado de compactación se las denomina de *estructura cerrada*, eliminan peor la viruta y se comportan como las muelas duras. Las distintas estructuras se designan en el sistema ISO con un número del cero al catorce, según sigue:

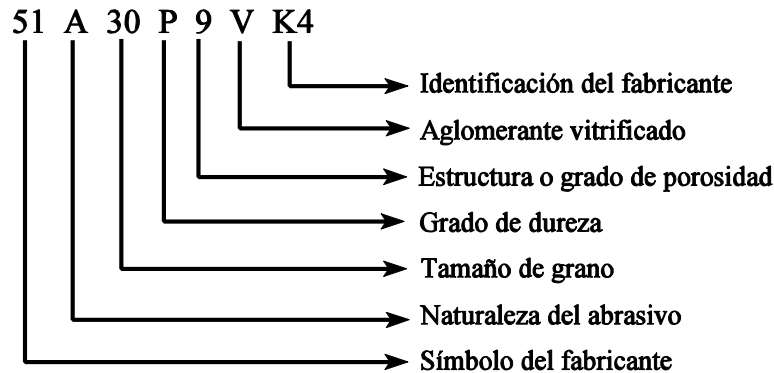
Cerrada:	0	1	2	3	4	5	6		
Media:	7	8							
Abierta:	9	10	11	12	13	14			
								Cerrada	Abierta

e) *Naturaleza del aglomerante.* En la fabricación de muelas se usan principalmente seis tipos de aglomerantes o aglutinantes: vitrificado, silicato, goma laca, resinoide, caucho y metálico. Como puede apreciarse algunos de estos aglutinantes son de origen inorgánico y el resto de origen orgánico.

Los aglomerantes vitrificados se obtienen mediante la fusión de materiales cerámicos principalmente arcillas y feldspatos. Los de silicato constan esencialmente de silicato de sodio endurecido mediante horneado; la muela en este caso se comporta más blanda que en el caso de aglomerantes vitrificados. Los aglomerantes resinoides son compuestos plásticos fuertes pero flexibles y se emplean en la fabricación de muelas de gran tamaño. Los de caucho son caucho vulcanizado duro y se usan en la manufactura de muelas delgadas y flexibles. Los aglutinantes de goma laca se usan en muelas empleadas en la producción de acabados lisos sobre superficies duras y los metálicos se usan en muelas con abrasivos de diamante. La normativa empleada para designar estos tipos de aglomerante son:

Aglomerante vitrificado	V
Aglomerante de silicato	S
Aglomerante de caucho	R
Aglomerante de caucho reforzado con tejido RF	
Aglomerante resinoide	B
Aglomerante resinoide reforzado con tejido BF	
Aglomerante de goma laca	E

Como ejemplo para la designación de una muela, dentro del sistema ISO que se acaba de describir, se tiene el siguiente cuadro:



Además de los parámetros de las muelas ya estudiadas hay dos más, que son: las *dimensiones* y la *forma* de las muelas.

1) *Dimensiones de las muelas*. Las dimensiones características de las muelas, expresadas en milímetros, son:

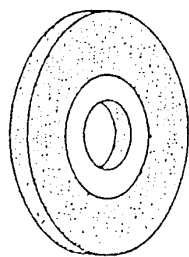
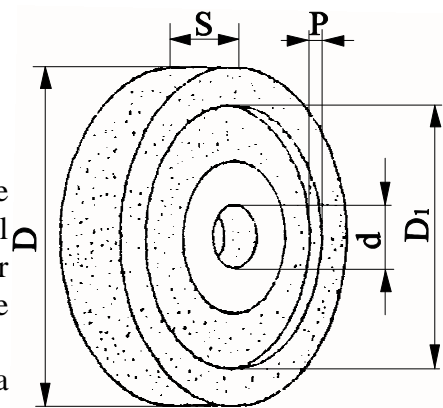
D: Diámetro exterior o diámetro de la muela

S: Espesor de la muela

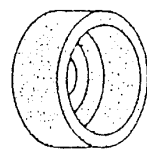
d: Diámetro del agujero

A estas dimensiones fundamentales pueden añadirse otras tales como, el diámetro del rebaje D_1 , la profundidad del rebaje P, y para las muelas de forma no cilíndricas, el espesor en el fondo, el espesor del borde (para muelas de copa y de vaso), los ángulos (para las muelas de copa cónica), etc.

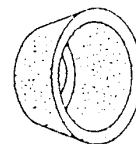
1) *Forma de las muelas*. Depende del mecanizado a que se las destina y de la morfología de la pieza a mecanizar. Las formas de la muela más empleadas son las siguientes:



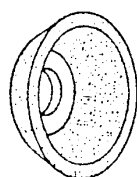
Plana o de disco



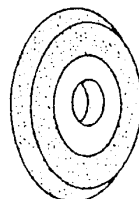
De copa recta
o de vaso



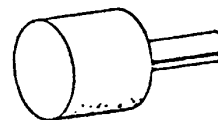
De copa cónica



De plato



De disco biselado



Cilíndrica

Criterios para la elección de las muelas.

Para la elección correcta de una muela conviene seguir las siguientes recomendaciones:

Naturaleza del abrasivo:

- Corindón para trabajar con aceros al carbono, aceros aleados, tierra dulce, aceros rápidos, etc.
- Carburo de silicio para trabajar con fundición, latón, bronce, carburos metálicos, etc.
- Diamante para carburos metálicos especiales (Widia) y para piezas con grandes exigencias de acabado.

Tamaño de grano del abrasivo:

La granulación deberá ser tanto mayor cuanto más blando y dúctil sea el material a mecanizar y tanto más fina cuanto más fino se desee el acabado superficial de la pieza.

Grado de dureza de la muela:

El grado de dureza de la muela había de ser tanto mayor cuanto más blando sea el material a mecanizar y viceversa.

El grado de dureza de una muela deberá ser tanto menor cuanto mayor es la superficie de contacto entre la muela y la pieza y viceversa.

Al aumentar la velocidad de la muela, ésta, se comporta como si fuese más dura y si se disminuye se comporta como más blanda.

Estructura de la muela:

Cuando hay superficie grande de contacto entre muela y pieza es aconsejable emplear una estructura abierta.

La muela debe elegirse tanto más porosa cuanto más blando sea el material a mecanizar, ya que los materiales blandos tienden a embotar la muela.

Cuanto más elevado debe ser el grado de acabado de la pieza, mayor habrá de ser la porosidad de la muela.

Naturaleza del aglomerante:

El aglomerante se elegirá elástico en muelas sometidas a esfuerzos especiales y a cargas intermitentes.

Para velocidades inferiores a 32 m/s las muelas más adecuadas son las de aglomerante vitrificado. Para velocidades superiores a 32 m/s. no deben usarse aglomerantes vitrificados y se suelen usar aglomerantes resinoides hasta velocidades periféricas de 80 m/s. Para altos grados de acabado, las muelas a emplear son las de aglomerante resinoide.

Máquinas para el mecanizado con abrasivos.

Las máquinas pueden clasificarse de la siguiente forma:

Desbaste
(sin precisión) { Esmeriladora

Afilado
(relativa precisión) { Afiladora

Afinado
(alta precisión) { Rectificadora { Planas
Sin centros
Cilíndricas
Especiales

Acabado { Lapeadoras
Pulidoras
Bruñidoras

Rectificadoras.

Son máquinas de alta precisión, empleadas para rectificar a las medidas exactas las piezas, mecanizadas en otras máquinas herramientas. Tienen como características que las diferencia de las demás, las siguientes:

- Una gran desproporción entre el tamaño de la pieza y la máquina, debido a la necesidad de evitar totalmente las vibraciones para conseguir las precisiones requeridas.

- Los esfuerzos de corte son muy inferiores a los del resto de las máquinas. Sus órganos se calculan para resistir las altas velocidades a que se someten (pueden superarse las 10.000 r.p.m.).

La herramienta empleada en el rectificado es la muela abrasiva, generalmente de forma cilíndrica, de disco o de copa.

Los diversos tipos de rectificado se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Rectificado plano.
- Rectificado cilíndrico.
- Rectificado sin centros.
- Rectificados especiales.

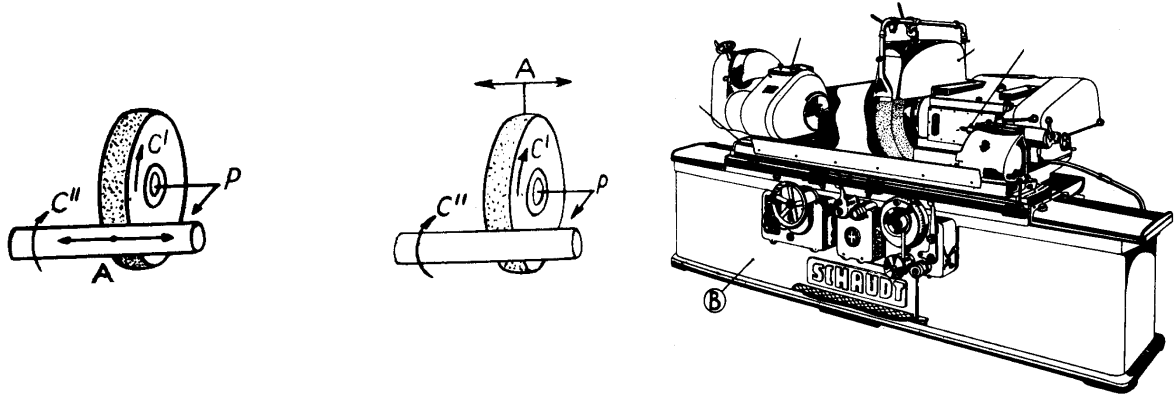
Las rectificadoras más comúnmente empleadas son:

Rectificadora cilíndrica de exteriores. Se destinan al rectificado de superficies exteriores de revolución. Los movimientos de trabajo son:

Mov. de corte, por rotación rápida de la muela y lenta de la pieza en el mismo sentido

Mov. de avance, por desplazamiento alternativo de la pieza o de la muela

Mov. de penetración, por desplazamiento transversal de la muela

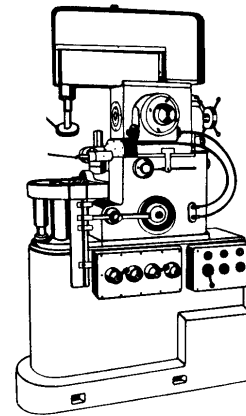
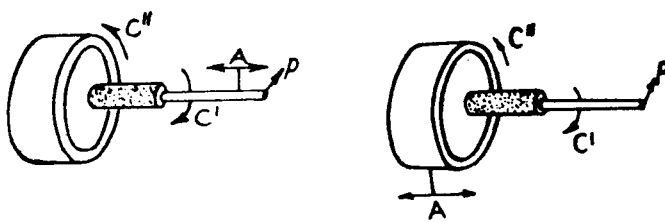


Rectificadora cilíndrica de interiores. Se emplean para rectificar superficies cilíndricas interiores (agujeros) y superficies planas en las extremidades de las piezas.

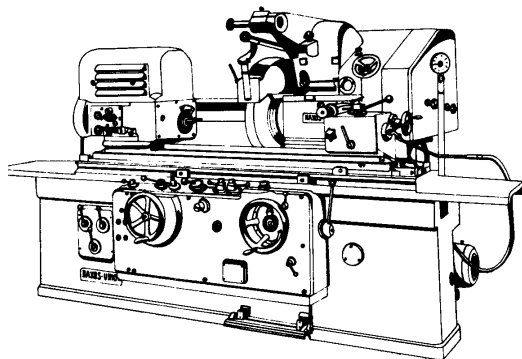
Mov. de corte, por rotación rápida de la muela y lenta de la pieza, en sentido contrario

Mov. de avance, por desplazamiento alternativo de la pieza o de la muela.

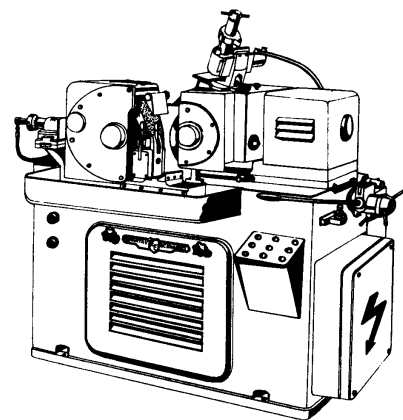
Mov. de penetración, por desplazamiento transversal de la muela



Rectificadora cilíndrica universal. Es muy empleada en talleres de utillaje debido a su gran versatilidad, ya que este tipo de rectificadora puede ir equipado con accesorios para poder realizar tanto rectificados planos como cilíndricos exteriores e interiores, afilado de herramienta, etc.



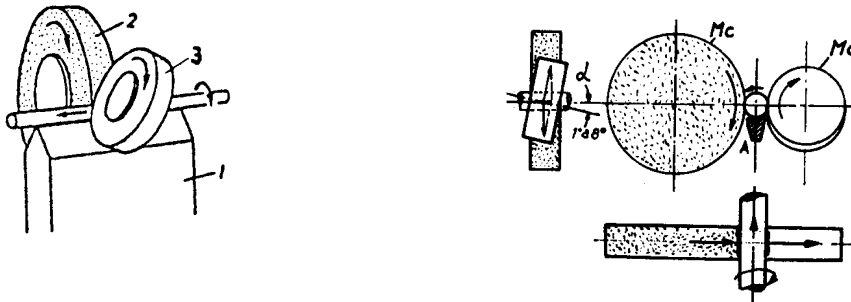
RECTIFICADORA CILÍNDRICA UNIVERSAL



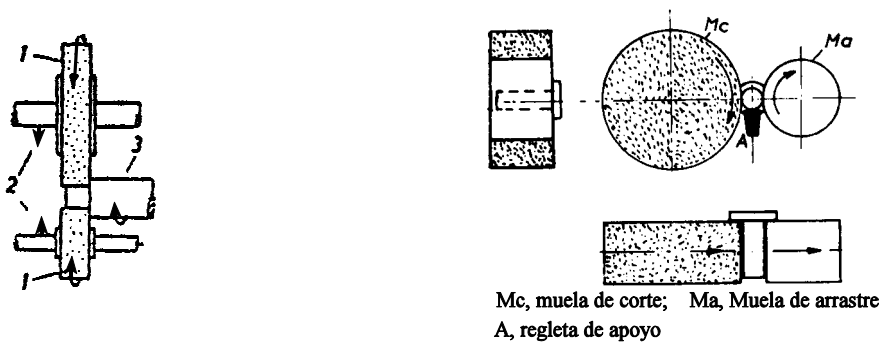
RECTIFICADORA SIN CENTROS

Rectificadora sin centros. Utiliza dos muelas y ambas giran con el mismo sentido de rotación pero con velocidades periféricas diferentes. Como consecuencia del efecto de frenado que efectúa la muela que gira más despacio, denominada muela de avance, la pieza recibe un movimiento lento de giro o avance cilíndrico. Puede realizarse por dos procedimientos.

En el procedimiento de paso, la muela de avance "3", se monta de tal manera que su eje, presente una cierta inclinación respecto al eje de la pieza, con lo que comunica a la pieza el movimiento de avance longitudinal. La pieza no va sujeta a la mesa sino que desliza sobre la guía "1". La muela que gira a la mayor velocidad "2", es la que realiza el rectificado de la pieza.



En el procedimiento de penetración, se prescinde del avance longitudinal. Se emplea en la obtención de piezas con resaltos y para rectificados de forma.

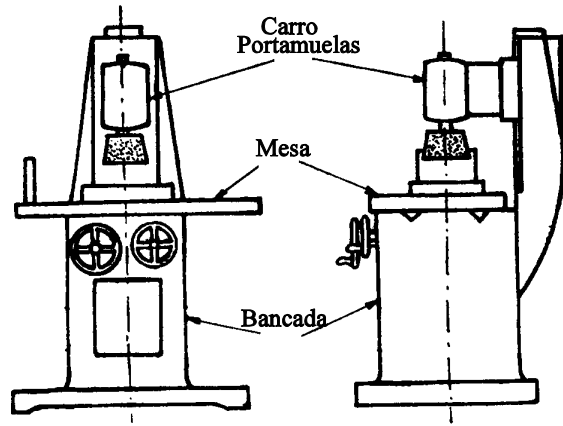
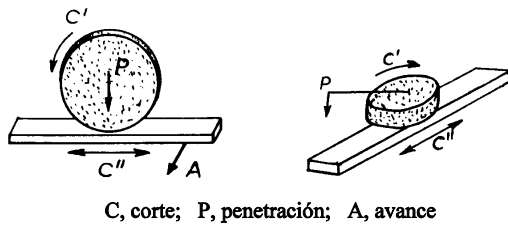


Rectificadora de superficies planas. Pueden ser de eje portamuelas horizontal (superficie de contacto relativamente pequeña) o de eje portamuelas vertical (más potentes, rectificado de grandes superficies).

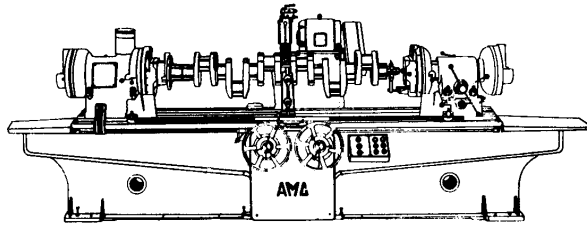
Mov. de corte, por giro de la muela y desplazamiento longitudinal de la pieza

Mov. de avance, por desplazamiento transversal de la pieza

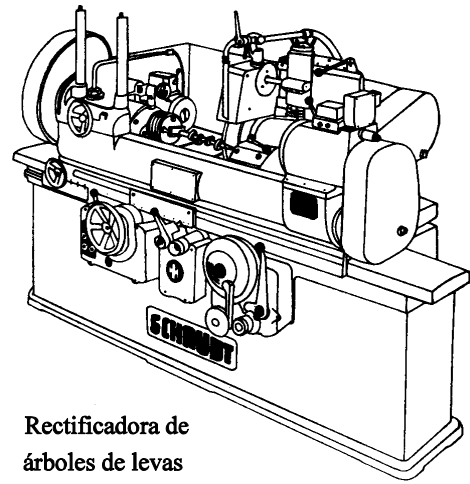
Mov. de penetración, por desplazamiento vertical de la muela



Rectificadoras especiales. Son máquinas derivadas de las anteriores, especialmente adaptadas a determinadas operaciones. Las más empleadas son las rectificadoras de rosca, de engranajes, de cigüeñales, de matrices, etc.



Rectificadora de cigüeñales



Rectificadora de árboles de levas