

2 Ej. No. 71



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**La Estabilidad de la Maquina Esmeriladora y  
su efecto sobre la Eficiencia de las  
Ruedas de Diamante.**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:

**INGENIERO QUIMICO**

**P r e s e n t a :**

**Jesús Mollada Soto**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

Esmerilado.....	10
Materiales Abrasivos.....	14
Fabricación de la Rueda.....	26
Forma y Tamaño de la Rueda.....	43
Ruedas Montadas.....	51
Ruedas Reforzadas.....	67
Fundamentos del Esmerilado.....	74
Fluidos Esmeriladores.....	86
Desbastado.....	98
Corte.....	109
Rectificado.....	121
Evaluación de la Calidad Superficial.....	144
Problemas en el Esmerilado.....	153
La Estabilidad de la Máquina Esmeriladora y su efecto sobre la Eficiencia de las Ruedas de -- Diamante.....	167
Normas de Seguridad en el Uso de las Ruedas -- Abrasivas.....	174
Bibliografía.....	193

## INDICE DE FIGURAS

Dureza Dnoop.....	21
Tipos de Grano (fig 2.1).....	32
Tipos de Ruedas (fig 3.1).....	46
Tipos de Caras Especiales (fig 3.2).....	48
Tipos de Segmentos (fig 3.2.10).....	49
Diseños de las Puntas Montadas Comunes (fig 4, 21.4).....	66
Aumento de la Rapidez de desgaste VS Aumento de la Rapidez de Esmerilado de la pieza (fig 6 .1).....	91
Aumento de la Rapidez de Desgaste VS. Aumento- de los costos del esmerilado (fig 6.2).....	92
Condiciones de Operación VS. Características - de la Rueda (fig 6.3).....	95
Relación de los Símbolos para Características- Superficiales del Trabajo (fig 11.1).....	155
Almacenaje Correcto de las Ruedas Abrasivas -- (fig 14.1).....	176
Almacenaje Correcto de Lijas y Bandas de Esme- ril (fig 14.2).....	177
Prueba del Sonido (fig 14.3).....	179

## INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS

Dureza Knoop contra friabilidad para varios tipos de oxidos de aluminio (fig 1.1).....	21
Recomendaciones Generales de Diamante (tabla 1.1).....	23
Características de Los Materiales Abrasivos (tabla 1.2).....	25
Tipos de Dureza (tabla 2.1).....	27
Tipos de Estructura (tabla 2.2).....	28
Granulometría (tabla 2.3).....	29
Graduación Técnica y Simplificada de Los granos Abrasivos (tabla 2.4).....	30
Feminado (tabla 2.5).....	31
Clasificación Comercial (tabla 2.5).....	31
Marcaje de Ruedas de Carburo de Silicio y Oxido de Aluminio (tabla 2.7).....	33
Marcaje de Ruedas de Diamante y Boración (tabla-2.8).....	34
Codificación de las impregnaciones especiales - (tabla 2.9).....	38
Análisis de la Especificación de Las Ruedas de Diamante y Pyrobor BBI (tabla 2.10).....	40
Recomendaciones Generales de Aplicación (tabla-2.11).....	41

Guía para la Selección de Diamante (tabla 2.12).	42
Relación de Segmentos (tabla 3.2.10).....	50
Diámetro de Mandril y Proyecciones (tabla A)....	56
Mandriles Roscados (tabla B).....	56
Proyección del Mandril (tabla C).....	57
Tamaños Standard. Grupo A (tabla 4.21.1).....	61
Tamaños Standard. Grupo C (tabla 4.21.2).....	62
Tamaños Standard. Grupo W (tabla 4.21.3).....	63
Rendimiento de los Abrasivos ( tabla 6.1).....	78
Guía para la Selección de Truidos Esmeriladores (tabla 7.14).....	97
Selección de la Rueda en Rectificado Cilíndrico- Exterior (tabla 10.3).....	126
Selección de la Rueda en Rectificado Cilíndrico- Interior (tabla 10.4).....	132
Dimensionamiento de la Rueda(tabla 10.5).....	133
Selección de la Rueda para el Rectificado de Su- perficies Planas (tabla 10.6).....	137
Velocidades Periféricas Recomendables en el afi- lado con Ruedas (tabla 10.8.4).....	141
Angulos de Corte Recomendados en Fresas (tabla - 10.8.5).....	143
Variables para Obtener un buen acabado (tabla 11 .2).....	145
Recomendación de Rugosidad Superficial (tabla 11 .3).....	154

Parámetros de la Prueba (tabla 13.3).....	169
Resultados de la Prueba (tabla 13.4).....	170
Medidas Mínimas de las Ruedas (tabla 14.1).....	180
Pesos Mínimos de las Ruedas (tabla 14.2).....	181
Velocidades Periféricas Recomendables (tabla 14. 3).....	182
Velocidades Periféricas (tabla 14.4).....	183
Velocidades de Etiquetado (tabla 14.5).....	184
Avance de la Rueda en función del Tamaño de gra no (tabla 14.6).....	186
Bibliografía.....	192

## ESMERILADO

En el mundo actual, completamente tecnológico se ha vuelto necesaria la utilización de todo tipo de materia (por insignificante que se considere) en beneficio del hombre, esto ha logrado que no se dependa totalmente de la agricultura y que la conquista del espacio no sea un sueño solamente.

Un ejemplo de la necesidad tecnológica del hombre es la rueda de esmerilar, compuesta por millones de pequeñísimos granos que vistos al microscopio parecen tener una forma un tanto disforme, existiendo una gran variedad en forma y consistencia de los mismos, ahora bien dependiendo de la utilización de dicha herramienta, es el tipo o tipos de granos utilizados en la composición de la misma.

Los abrasivos han sido utilizados desde el paleolítico, en el que el hombre afilaba sus herramientas frotando las unas con otras, millones de años después las piedras empleadas en la construcción de la pirámide de Egipto fueron aseguradas con materia abrasiva. William G. Pinkstone en su libro "La Era Abrasiva" nos habla de como los grandes bloques de piedras fueron cortadas por el método de agerrado de alambre, método que actualmente es empleado en las Canteras de Vermont para dar acabado y corte a las piedras. Alrededor del año 100 A.C. un ingeniero Egipcio montó una rueda circular sobre un soporte, dando forma a un torno, con lo cual dió origen al arte del esmerilado cilíndrico, bronceado de ornamentos y herramientas: teniendo el esmerilado un gran auge durante la Edad Media.

Por siglos los abrasivos naturales fueron la arena, el corindón y el esmeril sin embargo su duración era muy corta, y de resistencia mínima.



No fué hasta el año de 1825 cuando se manufacturó la primera rueda abrasiva, en Tamil India, la cual estaba hecha de esmeril o corindón mezclado con resina, posiblemente de goma laca, y vaceada en el molde de la rueda. En los Estados Unidos, la primera rueda fabricada fué producida por la A.F. Fike Company of New Hampshire, la cual consistía de una goma impregnada con esmeril y formada dentro de un molde resinoso en forma de rueda. La rueda de resina o caucho es aún empleada para algunas operaciones de corte, su alta flexibilidad y resistencia permite que se hagan cortes y ranuras con una precisión de 0.003 pulgadas.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial (1860) y la invención de diferentes tipos de maquinarias, como son la máquina de vapor de Watt, el barco de vapor de Fulton y la cortadora de McCormick se hizo aún más necesaria la utilización de abrasivos como apoyo para el gran cambio de la industria.

Debido a este importante crecimiento Industrial y a la necesidad de precisión en el acabado de la maquinaria, fué necesaria la invención de la primera máquina esmeriladora, inventada en 1860, la cual fué utilizada para esmerilado cilíndrico exterior, siendo necesarios 40 años más para la creación de la primera gran máquina, en la cual podía realizarse el esmerilado en inmersión, siendo este un gran avance tecnológico.

A mediados del siglo XIX era muy fácil pensar en máquinas cortadoras, segadoras mecánicas, telégrafos, bicicleta ferrocarriles, tranvías, etc, haciéndose necesario con el tiempo una mayor producción a un menor costo, un rango de mantenimiento menor sin costos extras en el reemplazamiento de partes, además de asegurar una reproducción exacta de miles de partes siendo una parte vital la industria de los abrasivos.

Ahora las máquinas esmeriladoras son de gran tamaño, y variedad y rigidez con lo cual se pueden hacer ruedas esmeriladoras de gran precisión, uniformidad y dureza, produciéndose en serie y con una gran infinidad de aplicaciones, logrando con esto un aumento en la eficiencia per-cápita de productividad, seguridad y confort.

Las técnicas de esmerilado, los equipos y abrasivos han mejorado progresivamente, la precisión con que las piezas son terminadas dan una muestra de realce, la relación causa=efecto está claramente marcada, siendo difícil establecer la prioridad entre uno y otro. Por medio de Técnicas se han obtenido diferentes formas para realizar especificaciones para lograr un mejor empleo de los abrasivos, ocasionando una mayor uniformidad en la industria ( un ejemplo muy claro son los motores de combustión interna y la industria de las armas).

Henry Ford dió un gran impulso a la industria del esmerilado, debido a la importante demanda de piezas livianas, utilizando este método para eliminar el excedente de las piezas, evitando así el sobrepeso, surgiendo en poco tiempo las aleaciones de acero que son mucho más livianas, empleándose ahora el esmerilado para dar mejor acabado a las piezas.

En las Fundiciones se esmerila más metal en un día que toda la industria pule y esmerila en una semana. \* la rueda esmeriladora no solo se le pide precisión ( una millonésima de pulgada) sino que también sea fuerte y rápida. Con el avance en las máquinas y ruedas se permite el uso de mayor velocidad, lográndose acabados finísimos, removiendo a la vez grandes cantidades de material.

El esmerilado actual no estaría completo sin el uso de materiales no metálicos como el concreto, el vidrio, la porcelana, el granito, el plástico.

Con la ayuda de los avances científicos y tecnológicos se logró el esmerilado a base de diamante, siendo necesaria la producción de ruedas esmeriladoras de diamante artificial, las cuales quedaron disponibles para la industria a fines de 1950, obteniéndose bastantes avances hasta el momento en este tipo de abrasivos.

En la era espacial la creciente industria de los cohetes teledirigidos y los satélites sería imposible sin los avances de la ingeniería, la mecánica, la electrónica, la metalurgia e industrias, la delicadeza del ensamblado de partes, las tolerancias del esmerilado de una millonésima de pulgada, rectificadas, lapeadas y superacabadas con limas abrasivas, ruedas y abrasivos sueltos.

En forma de resumen puede decirse que los granos abrasivos han ocasionado una verdadera revolución de tipo industrial, ya que todo tipo de industria cuenta con equipo, maquinaria o herramienta en la que hay necesidad de emplearlo, aunando a éstos, los grandes logros en el acabado de los materiales, obteniéndose un beneficio económico muy grande.

## CAPITULO I

### MATERIALES ABRASIVOS

#### I.1 DEFINICION.

Los materiales abrasivos se dividen en 2 grupos:  
Naturales y Artificiales.

Naturales: Esmeril	Artificiales: Oxido de Aluminio
Arenisca	Carburo de Silicio
Pedernal	Diamante
Diamante	Nitruro de Boro -
Cuarzo	Cúbico
Granate	
Crocus	

#### I.2 TIPOS DE ABRASIVOS NATURALES.

Los abrasivos naturales se caracterizan porque se encuentran formando parte de la corteza terrestre, mientras que los artificiales se caracterizan porque son producidos en un horno eléctrico.

Los minerales que se emplean como abrasivos se caracterizan por ser de alta dureza, estabilidad, resistencia al calor, característica de fractura y forma de partícula.

##### I.2.1 CUARZO.

Sus características principales son: grano filoso y baja Tenacidad, que hacen que sea un producto técnico de eficiencia limitada, pero por ser de bajo costo se le emplea en trabajos generales de limpieza y reparación, pertenece a la escala de graduación simplificada cubriendo 4 grados en la escala total.

##### I.2.2 ESMERIL.

Es un compuesto natural de Corindón y Oxido Férrico, sus granos son cuadrados de corte lento tendiendo a pulir al metal, de apariencia negro-grisácea, su fractura es la más pobre de todos los abrasivos ya que es redonda, debido a esto proporciona un buen pulido cuando se usa con lubricantes, el cual es mejor que el de los abrasivos artificiales, por su misma falta de corte genera calor, lo que proporciona una superficie de metal pulido.

### I.2.3 CROCUS.

Mineral muy suave de aproximadamente 6 en la escala de Mohs, rojo brillante, con pequeño contenido de Dióxido de Silicio, tiene tamaño promedio de 105 micrones, empleado para pulido y limpieza de superficies corroídas y metales raros en los cuales se desea eliminar un mínimo de material.

### I.2.4 GRANATE.

Son minerales comunes existiendo 6 especies de los cuales la Almandita es considerada como el mejor tipo de grano abrasivo más duro y tenaz que el cuarzo se adapta fácilmente a superficies de madera, se caracteriza por su superficie de corte que son excepcionalmente buenas a la fractura, tratándolo por medios térmicos incrementa su tenacidad y dureza, rara vez se recomienda para metales, por no tener la dureza necesaria, esencialmente debe usarse en maderas.

### I.2.5 OXIDO DE ALUMINIO.

Ocupa el cuarto lugar en dureza en cuanto al diamante, puede penetrar prácticamente cualquier metal comercial, extremadamente tenaz y resistente al uso, su fractura es limitada debido a su formación compacta, producido en hornos eléctricos purificando Bauxita a formas cristalinas, agregando Titanio se imparte mayor tenacidad, se adapta al desbaste y acabado de metales de altas tensiones con aleaciones de acero, acero al alto carbón, bronce duro, etc, a superado al Granate en aplicaciones de maderas duras.

### I.2.6 CAREURO DE SILICIO.

Ocupa el tercer lugar de dureza con respecto al diamante, la fractura de sus cristales da los filos más largos y mejor formados de todos los abrasivos, puede decirse que sus fracturas son ideales, pero su uso es limitado debido a la relativa fragilidad del mineral, capaz de penetrar cualquier objeto excepto al Diamante y Carburo de Boro, sus filos cortantes penetran en el material con un mínimo de calor friccional, sin embargo su fragilidad ocasiona un desgaste rápido de mineral. En la producción de hule resulta satisfactorio, ya que no es lo suficientemente duro para romperlo, se emplea para pulido de materiales como: lacas horneadas, esmaltes, recubrimientos, plásticos, etc, los cuales necesitan rebajarse en un mínimo de tiempo, en el campo de metales de baja tensión se emplea para el lijado de Aluminio, Bronca suave y Latón.

### I.3 TIPOS DE ABRASIVOS ARTIFICIALES.

En la actualidad se hace a partir de Dióxido de Silicio, de pureza semejante a la arena blanca empleada en la fabricación de vidrio. Se produce mezclando arena blanca con coque de petróleo y se calienta en un horno eléctrico con electrodos en cada extremo, la corriente fluye por el núcleo de grafito, al proceder la reacción la masa reaccionante la comienza a conducir, necesitándose ajustar únicamente el voltaje aplicado, para controlar la entrada de energía, al enfriar el horno queda una masa vítrea que si es de alta pureza se obtendrá el Carburo de Silicio verde (C), existen otros dos tipos de Carburo de Silicio que son el negro (1C) y el combinado (50C).

#### I.3.1.1 CARBURO DE SILICIO VERDE.

Es el de mayor dureza y fragilidad, su principal uso en el afilado de Carburo de Tungsteno cementado (Wuidea, Carboloy), para trabajar cristal y porcelana.

### 1.3.1.2 CARBURO DE SILICIO NEGRO.

De dureza muy alta, muy tenaz, se emplea para esmerilar materiales de baja resistencia tensora, como el hierro colado, hierro dúctil, cobre, latón, aluminio, materiales plásticos, cerámicas y minerales.

### 1.3.1.3 CARBURO DE SILICIO COMBINADO.

Resulta de la mezcla de partes iguales de los anteriores su acción de corte es intermedia se emplea para rectificado cilíndrico y de superficies, en piezas de fundición y en desbaste de porcelana y vidrio.

### 1.3.2 OXIDO DE ALUMINIO.

La Ampere Electro-Chemical-Co. buscó producirlo de manera comercial a gran escala, Charles B. Jacobs lo obtuvo fundiendo Bauxita en un horno eléctrico previa deshidratación calcinando a 950 grados centígrados con hierro y carbón.

#### 1.3.2.A TIPOS DE OXIDO DE ALUMINIO.

Variando las condiciones y componentes dentro del horno eléctrico pueden obtenerse diferentes tipos de Oxido de Aluminio con diversidad de calidades y cualidades, clasificándose en 4 clases:

#### 1.3.2.I OXIDOS DE ALUMINIO FRIABLES.

Se producen por fundición en el horno eléctrico usando materiales crudos y duros, este grano se fractura fácilmente con el impacto, capaz de cortar en frío se emplea para el esmerilado de precisión en ruedas vitrificadas. Adicionando Oxido de Cromo, se obtiene de color rosa o rubí, mientras que con Oxido de Vanadio se obtienen abrasivos verdes, los óxidos de aluminio friables son:

#### I.3.2.I.A OXIDO DE ALUMINIO ROSA (88A).

Es de color rosa pálido, pureza de 99% dureza muy alta así como fragilidad, se recomienda para esmerilar aceros templados, aceros y fundición en puntas montadas.

#### I.3.2.I.B OXIDO DE ALUMINIO BLANCO (89A).

Pureza de 99.8% el de mayor fragilidad y dureza, recomendado para esmerilar aceros aleados, templados y cementados, aceros rápidos y herramientas para corte en frío.

#### I.3.2.I.C OXIDO DE ALUMINIO RUBINA (91A).

Pureza de 97% contiene 2% de Oxido de Cromo, muy duro, muy alta fragilidad la que le imparte el Oxido de Cromo además de darle color, se emplea para esmerilar aceros de alta velocidad y herramientas.

#### I.3.2.I.D OXIDO DE ALUMINIO GRIS (92A).

Monocristalino, especial que no es fragmentado durante su fabricación, pureza de 99.1% dureza muy alta, sumamente frágil, se recomienda para esmerilar aceros sensibles al calor y aceros muy duros.

#### I.3.2.2 OXIDOS DE ALUMINIO SEMIFRIABLES.

Se les obtiene fundiendo Bauxita con Sulfatos Metálicos, sus cristales se recuperan al enfriarse por la acción disolvente del agua, son monocristalinos con pureza del orden del 99%. El contenido de Titanio es del orden de 1.7 a 2.4 para darle tenacidad se les recomienda para corte o esmerilado de materiales como Aluminio, Bronce, materiales no metálicos y otros materiales donde la velocidad de corte y el corte en frío son muy importantes. Los óxidos de aluminio semifriables son:



#### I.3.2.2.A OXIDO DE ALUMINIO (50A).

Resulta de la mezcla de partes iguales del Oxido de Aluminio 10A y 89A, combina la característica de ambos, se recomienda para trabajar aceros de baja aleación en rectificadoras cilíndricas exteriores.

#### I.3.2.2.B OXIDO DE ALUMINIO (52A).

De color café, pureza del 98% se recomienda para aceros inoxidable y aceros aleados.

#### I.3.2.2.C OXIDO DE ALUMINIO (70A).

Resulta de combinar Oxido de Aluminio 10A y 89A en proporción 70-30 respectivamente, se emplea en el rectificado de aceros endurecidos.

#### I.3.2.2.D OXIDO DE ALUMINIO (75A).

Es una combinación original y especial de Oxidos de Aluminio frágiles en proporción 75-25, se les emplea para el esmerilado de aceros endurecidos.

#### I.3.2.3 OXIDOS DE ALUMINIO TENACES.

La operación de fundir es sólo en los otros tipos de granos, la diferencia que existe es que estos tienen un contenido de Titanio que va de 2.5 a 3.5, son adaptables en bandas abrasivas, su grano es extrafiloso, se les emplea en ruedas desbastadoras, para fundiciones y plantas de aceros.

#### I.3.2.3.A OXIDO DE ALUMINIO (10A).

Se le conoce como el regular o normal su pureza es de 96 a 97 %, es el más comúnmente empleado, se emplea para esmerilado de aceros suaves, hierro maleable, hierro recocido y otros materiales duros y tenaces.

#### OXIDO DE ALUMINIO A.

Es de color negro o café oscuro, su pureza es de 97% se le emplea en la fabricación de discos, conos y copas para el esmerilado de aceros suaves, hierros maleables y algunos otros aceros duros.

DUREZA KNOOP CONTRA FRIABILIDAD PARA VARIOS  
TIPOS DE OXIDOS DE ALUMINIO

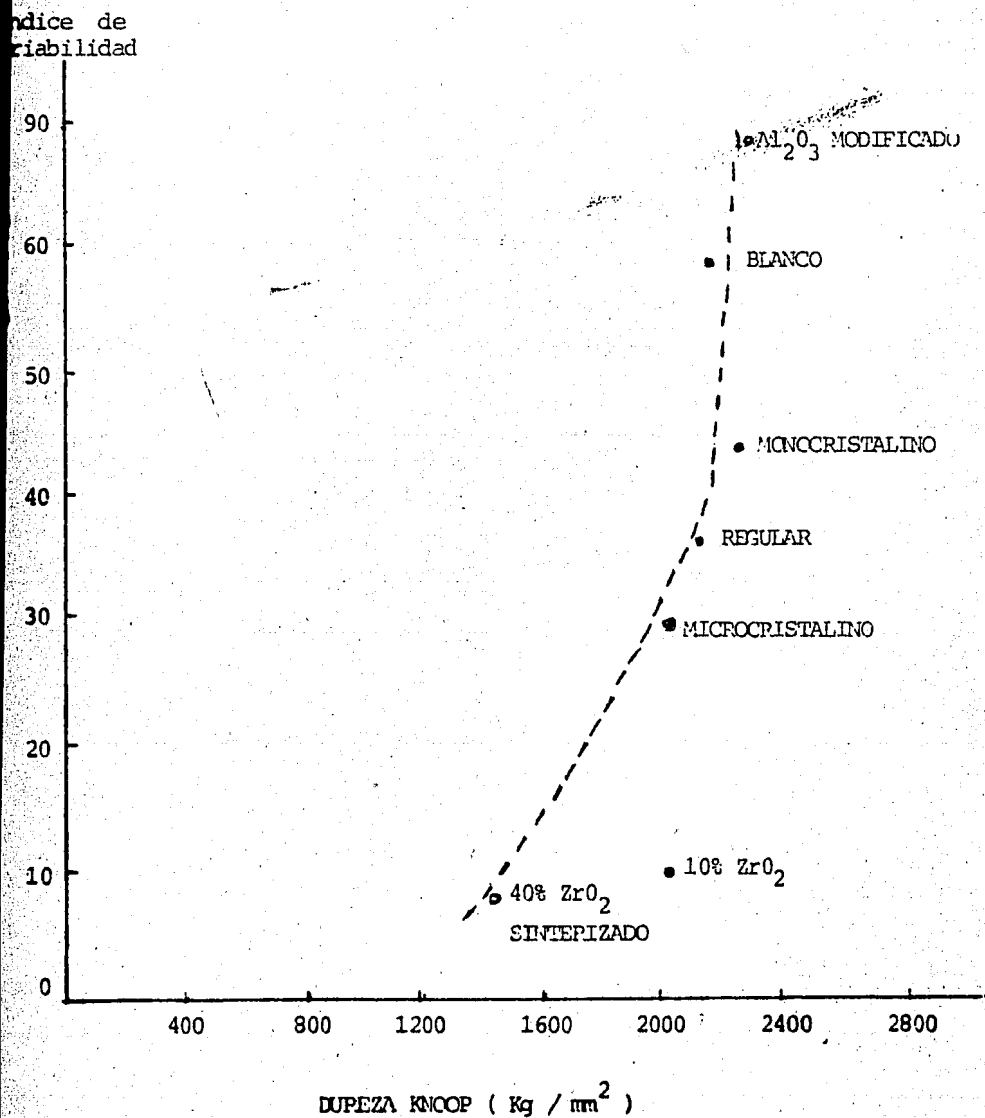


FIGURA I.I

#### I.3.2.3.B OXIDO DE ALUMINIO (30A).

Resulta de la combinación 30-70 de Oxido de Aluminio A con 89A, es indicado para aceros inoxidables y algunos aceros aleados.

#### I.3.2.4 OXIDOS DE ALUMINIO EXTRATENACES.

Se obtienen a través de variar el abrasivo de retiro del horno y al enfriarlo súbitamente, se obtienen granos con características de extratenacidad, es de tipo monocristalino, se les emplea en desbaste y en la fabricación de lijas y bandas abrasivas.

#### I.3.2.4.A ALUMINA SINTERIZADA.

Hecha por descarga aniónica, el cristal es muy fino, su forma de grano es altamente controlada, se le emplea en el esmerilado pesado de lingotes de acero inoxidable.

#### I.3.2.4.B ALUMINA ZIRCONIO.

Se obtiene por cofusión de Oxido de Aluminio y Oxido de Zirconio, al enfriado rápido de la mezcla se obtienen varias concentraciones de Zirconio pero lo más común es Aluminio-25% Zirconio, el cual es muy tenaz y efectivo en desbastado en general y esmerilado duro.

#### I.3.3 DIAMANTE.

Es el de mayor dureza entre todos los granos minerales, varía de piedra clara y transparente a piedras teñidas, pintadas con pequeñas cantidades de impurezas. Se emplea para precisar y aderezar las ruedas abrasivas, como rueda se le emplea para cortar materiales muy resistentes como el vidrio, cerámica, piedra de todos tipos y carburos cementados. Existen varias clases de diamante para fines específicos, como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 1.1

## RECOMENDACIONES GENERALES DE DIAMANTE

Tipo de diamante	Símbolo	Recomendación general
Sin recubrimiento metálico	D	Para acabados finales, lapeado y pulido con ruedas o pastas.
Sin recubrimiento metálico	4D	Para esmerilado en húmedo o en seco de carburos cementados y otros materiales duros no ferrosos, principalmente cuando las condiciones de la máquina no son óptimas.
Con recubrimiento metálico	5D	Para el esmerilado en seco de carburos cementados, especialmente cuando no se toca acero. En afilado de herramientas.
Con recubrimiento metálico	6D	Para el esmerilado en húmedo de carburos cementados y combinaciones de carburo y acero.
Con recubrimiento metálico	8D	Esmerilado en seco de carburos cementados sin tocar acero. Alto rendimiento, buen acabado.
Con recubrimiento metálico	2B	Para el esmerilado de los aceros aleados con dureza superior a 52° Rc.

Diamante sintético

CBN

1.3.4 NITRURO DE BORO CUBICO.

Es una sustancia artificial, se mantiene duro a temperaturas en las cuales el Diamante literalmente se quema, es útil en el esmerilado de aceros rápidos, de 55 Rh C. Es más suave que el Diamante, pero más duro que los otros materiales puede soportar hasta dos mil grados Fahrenheit y bajo ciertas condiciones de mayor temperatura, su tamaño varía de 60 a 600 mallas, se fabrica a presiones y temperaturas altas, puede esmerilar Carburos y cerámicas, sirve para lapeado en herramientas y en trabajos de alambre de matrices.

1.4 SUMARIO.

Los minerales abrasivos deben tener superficies resistentes a quebrarse, de tal manera que permitan la penetración inicial y puedan continuar trabajando dentro del material, por ejemplo.

Si tenemos un mineral lo suficientemente duro para pe  
netrar, pero su fragilidad es extrema, resultaría un  
abrasivo antieconómico. Las orillas cortantes de los  
minerales abrasivos desarrollan un papel muy important  
te en el desarrollo de su trabajo.

Las técnicas de molido y control en los hornos eléctric  
os, proporcionan materiales con filos cortantes que  
determinan importantes características de fractura.  
Hay diferencia entre los tipos de abrasivos fundidos  
y sus modificaciones, aunque inicialmente solo se conoc  
cía el Corindón, El cual era empleado para pulir herram  
ientas y del cual se partió para la fabricación de la  
rueda ya que le daban un buen acabado a los materiales  
esmerilados, ahora se conoce infinidad de materiales  
abrasivos, los cuales son capaces de realizar un trab  
ajo específico con mayor rendimiento económico así com  
o mayor funcionalidad y acabado.

Estos abrasivos naturales y artificiales quedan condenu  
sados en la siguiente tabla.

T A B L A I . 2

Nombre Comercial	Composición Química	Nombre Mineral	Origen	Mohs	Knoop	Forma Grano
CUARZO	$\text{SiO}_2$	Cuarzo	Natural	6.8-7.0	820	Aristas ligera
ESMERIL	$\text{Al}_2\text{O}_3, \text{FeO}$	Corindón Impuro	Natural	8.5-9.0	1800	Cuadrado
GRANATE	$\text{SiO}_2$ FeO $\text{Al}_2\text{O}_3$ Complejo	Almandita	Natural	7.5-8.5		Aristas ligeras
CROCUS	FeO	Oxido Hierro + Hematita	Natural Sintético	6.0		Fino Molido
Oxido de Aluminio	$\text{Al}_2\text{O}_3$ Fundido	Corindón (Alpha)	Sintético	9.4	2050	Aristas fuertes
CARBURO DE SILICIO	SiC	Moissanita (Alpha)	Sintético	9.6	2480	Aristas Filosas Astillas
DIAMANTE	D		Natural y Sintético	9.8	4700	Aristas muy Fuerte
NITRURO DE BORO CUBICO	NBC		Sintético	10	7100	Aristas Muy Fuertes

## CAPITULO 2

### FABRICACION DE LA RUEDA

#### 2.1. Definición.

La rueda esmeriladora es una herramienta que trabaja quitándole a la pieza que se esmerila pequeñas partículas, está constituida por un gran número de partículas o granos abrasivos que ejecutan el trabajo de amolado y un aglutinante apropiado que es el que retiene unidos a los granos abrasivos.

#### 2.1.1. Acción de Corte.

La acción cortadora de una rueda depende de los siguientes factores .

- 1.) Tipos de Abrasivo
- 2.) Tamaño de grano
- 3.) La liga o Aglutinante
- 4.) La Estructura
- 5.) La Dureza de la Rueda
- 6.) Propiedades químicas del grano abrasivo y material a esmerilar
- 7.) Tamaño y forma de la superficie de contacto entre la pieza de trabajo y la rueda abrasiva.
- 8.) Condiciones de la máquina a operar.

#### 2.2. Abrasivo.

Para un corte uniforme y de calidad, los granos abrasivos deben estar libres de impurezas, de tamaño controlado y uniformemente distribuidos en la rueda.

( Tratado en el capítulo anterior).

#### 2.3 Liga o Aglutinante.

Es la sustancia que permite que los granos abrasivos se mantengan unidos, existen 6 clases de ligas o aglutinantes con los que se fabrican las ruedas abrasivas:

- 1.) Vitrificada
- 2.) Resinosa

- 3.) De Hule
- 4.) Silicato de Sodio
- 5.) Goma Laca
- 6.) Oxidocloruro de Magnesio

**2.4. Dureza.**

Es la resistencia con que quedan ligados los granos abrasivos por el aglutinante con que esté fabricada la rueda. La dureza de una rueda se expresa con letras en orden alfabético que va desde muy blanda a extra dura.

Por regla general para materiales blandos se emplean ruedas duras, para materiales duros, ruedas blandas.

La Clasificación de las Durezas es como sigue:

Tabla 2.1

Tipo de Dureza	Denominación
Muy Blanda	D , E , F , G
Blanda	H , I , J , K
Mediana	L , M , N , O
Dura	P , Q , R , S
Muy Dura	T , U , V , W
Extra Dura	X , Y , Z

**2.4.I. Factores.**

Dentro de la fabricación de las ruedas existen varios factores que determinan la Dureza y que son :

- A). Aglutinante
- B). Cantidad de aglutinante en relación al grano
- C). Densidad de prensado de la rueda

**2.5. Estructura.**

Es la relación que existe entre el volumen que ocupa el grano abrasivo y el aglutinante con el volumen que ocupan los espacios porosos, los que nos indican el grado de espaciamiento de los granos abrasivos.



### 2.5.1. Factores.

Existen varios factores que nos determinan la estructura y que son:

- A ). Tipo de Material a Esmerilar
- B ). Dureza del Material
- C ). Acabado Requerido

Por lo general se recomienda para materiales suaves una rueda que sea dura y con estructura porosa, mientras que para materiales duros se recomienda usar ruedas blandas con estructura cerrada.

En materiales sensibles al calor se recomienda usar una rueda porosa, ya que evita el excesivo calentamiento .

### 2.5.2. Clasificación.

La estructura de una rueda abrasiva se indica mediante cifras que van de 0 a 10 ( De Densa a Superporosa)

Tabla 2.2.

Densa	0,1,2
Mediana	3,4
Abierta	5,6
Porosa	7,8,9
Superporosa	10,PI,P2

### 2.6. Tamaño de Grano.

Después de la obtención del material abrasivo, éste se pasa a una trituradora de Mandíbulas para reducir de tamaño, posteriormente pasa a unos rodillos de acero, con el objeto de reducirlos a tamaños muy pequeños, se lavan para eliminar polvos y por separación magnética se eliminan impurezas, de donde finalmente se tamiza en una serie de mallas de tamaños Normalizados que son en total 22 tamaños diferentes que van desde un diámetro promedio de partícula de 2 mm hasta 15 micrones.

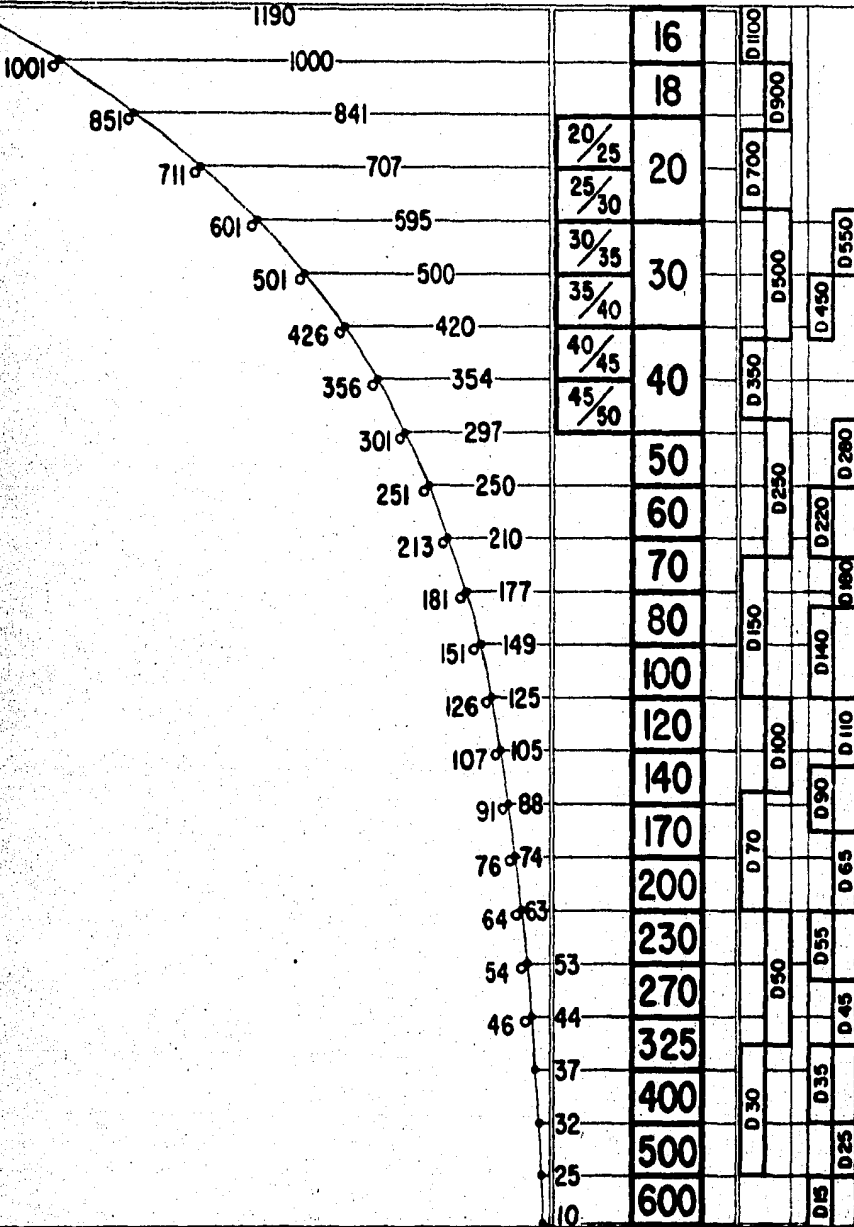
# GRANULOMETRIA

... TAMAÑO DEL GRANO EN MICRAS  
 ... TAMAÑO EN MICRAS NORMA F.E.P.A.

NORMA  
 ASTM-E-11-61

DIN 848

RI R2



T A B L A 2.4

GRADOS TECNICOS.—Están incluidos, Granate, Carburo de Silicio y Oxido de Aluminio.  
 GRADOS SIMPLIFICADOS.—Se incluyen el Esmeril y el Cuarzo.

GRADUACION TECNICA                      GRADUACION SIMPLIFICADA

GRADOS ALEMANES	GRADOS AMERICANOS	MALLA No.	SIMBOLOS	ESMERIL	CUARZO
	400	600	-		
	360	500	-		
	320	400	10/0		
400	320	360	-		
	280	320	9/0		
360	280	280	8/0		
320	240	240	7/0		
280	220	220	6/0		
	220	180	5/0		
240	180	150	4/0	..... Fino	
220	180	120	3/0	.....	Fino
180	150	100	2/0		
150	120	80	1/0	..... Mediano	
120	120	60	1/2	.....	Mediano
100	100	50	1	.....	Grueso
90	80	40	1½	..... Grueso	
80	60	36	2	.....	Ex. Grueso
60	50	30	2½	..... Ex. Grueso	
50	40	24	3		
40	40	20	3½		
36	36	16	4		
30	30	12	4½		
24	24				
20	20				

Esta gráfica muestra la diferencia entre los grados Alemanes y los Norteamericanos. En algunos grados, podemos observar que el sistema de graduación Alemán es aproximadamente un grado más grueso que el Sistema de Graduación en E.U. Aplique esta gráfica como referencia al ordenar sus materiales

## 2.6.I. Tamaños Comerciales.

Dentro de la industria de los abrasivos se maneja una serie de tamaños en virtud de que sería incosteable trabajar con toda la gama, los tamaños comerciales de grano y su clasificación es la siguiente:

Tabla 2.5

Tamaño de Tamizado: 2 , 4 , 6 , 8 , 10 , 12, 14 , 16  
20 , 24 , 30 , 36 , 46 , 54 , 60  
70 , 80 , 90 , 100 , 120, 150 ,  
180 , 220 , 240 .

Polvo Fino no Clasificado. F , 2F , 3F, 4F , XF.

Polvo Fino Clasificado. 280 , 320 , 400 , 500 , 600 ,  
700 , 800 , 900 , 1000 .

## 2.6.I.I. Clasificación Comercial.

Los tamaños comerciales se agrupan en los siguientes tamaños:

Tabla 2.6

Muy Grueso	8 , 10 , 12 , 14
Grueso	16 , 20 , 24 , 30
Mediano	36 , 46 , 54 , 60 , 70
Fino	80 , 90 , 100 , 120 , 150
Muy Fino	180 , 220 , 240 , 280
Extra Fino	320 , 400 , 500 , 600.

Se debe tener presente que para desbastar se debe emplear grano grueso , mientras que para dar acabado debe emplearse grano fino.

## 2.7. Marcaje.

Sabiendo que cualquier rueda abrasiva puede ser fabricada con una amplia variedad de características y en base al gran desarrollo tecnológico existente.

Los tamaños normales se identifican de 3 maneras distintas:

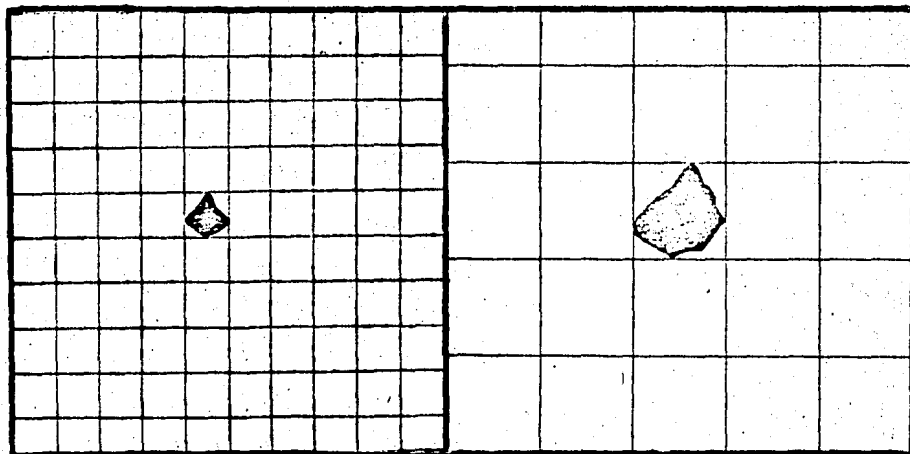
- 1.- Número de Mallas o Graduación Técnica
- 2.- Símbolo
- 3.- Graduaciones Simplificadas

El número de mallas se refiere al número de aberturas por pulgada presentes en una malla de control y que varían desde el número 12 ( Muy grueso) hasta el número 600 ( muy fino )

Los símbolos constituyen un sistema arbitrario de clasificación, el cual varía desde el número de grano más grueso 4 1/2 hasta el más fino, 10/0

Las Graduaciones simplificadas se usan en líneas económicas y abarcan 2 o más grupos técnicos ( Como podrá verse en la tabla siguiente):

FIGURA 2.1



GRANO : FINO

GRANO : GRUESO

Se hace necesario un control por parte de los fabricantes para que el usuario pueda identificar un producto determinado y pueda conocer sus características, razón por la que se ha adaptado un código de clasificación basado precisamente en sus características, tanto para ruedas de Oxido de Aluminio, Carburo de Silicio, Diamante y Nitruro de Boro Cúbico ( Borazón ) y el cual es mostrado en las siguientes tablas:

Tabla 2.7

Marcaje de las ruedas de Carburo de Silicio y Oxido de Aluminio.

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="text-decoration: underline; font-size: 2em; font-weight: bold;">89A</span> <span style="text-decoration: underline; font-size: 2em; font-weight: bold;">60</span> <span style="text-decoration: underline; font-size: 2em; font-weight: bold;">K</span> <span style="text-decoration: underline; font-size: 2em; font-weight: bold;">5</span> <span style="text-decoration: underline; font-size: 2em; font-weight: bold;">V</span> <span style="text-decoration: underline; font-size: 2em; font-weight: bold;">2</span> </div>					
ABRASIVO	TAMAÑO DEL GRANO	DUREZA	ESTRUCTURA	LIGA O AGLUTINANTE	SIMBOLO INTERNO
Tyralum A	Muy grueso:	Muy blanda:	Densa:	V = Vitrificada	Símbolo del fabricante
Tyralum 10A	8, 10, 12, 14	D, E, F, G	0, 1, 2	B = Resinosa	
Tyralum 30A	Grueso:	Blanda:	Mediana:		
Tyralum 50 A	16, 20, 24, 30	H, I, J, K	3, 4		
Tyralum 70 A	Mediano:	Mediana:	Abierta:		
Tyralum 75A	36, 46, 54, 60	L, M, N, O	5, 6		
Tyralum 88A	Fino:	Dura:	Porosa:		
Tyralum 89A	80, 90, 100, 120, 150	P, Q, R, S	7, 8, 9		
Tyralum 91A	Muy fino:	Muy dura:	Superporosa:		
Tycarbo C	180, 220, 240, 280	T, U, V, W	10, P5, P8, P10		
Tycarbo 1C	Extra fino:	Extra dura			
Tycarbo 50C	320, 400, 500, 600	X, Y, Z			

Tabla 2.8

Marcaje de las Ruedas de Diamante y Borazón.

<p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 20px;"><u>D</u></span> <span style="margin-right: 20px;"><u>140</u></span> <span style="margin-right: 20px;"><u>R</u></span> <span style="margin-right: 20px;"><u>44</u></span> <span style="margin-right: 20px;"><u>B</u></span> <span style="margin-right: 20px;"><u>52</u></span> <span><u>6</u></span> </p>							
SUPER-ABRASIVO	TAMAÑO DEL GRANO	DUREZA	CONCENTRACION		AGLUTINANTE	SIMBOLO INTERNO	MODIFICACION
Diamante D Tyabor B CBN	Grueso: 60 a 120	Con aglutinante resinoso	Antes	Actual	B Resinoso	Símbolo del fabricante	Modificación del superabrasivo
	Medio: 140 a 230	Blanda J	25	11	V Vitrificado		
		Media N	50	22			
	Fino: 270 a 400	Dura R	75	33			
		Muy dura S	100	44			
	30 a 15 micras		125	55			
Muy fino: 10 a 2 micras	Con aglutinante vitrificado	150	66				
	Media M						
	Dura P						
	Muy dura Q						

## 2.8. Procesos de Fabricación.

Dentro de la fabricación de las ruedas abrasivas habrá una serie de variantes en las etapas de proceso, las cuales van a depender del tipo de liga que se emplea.

### 2.8.I. Ruedas con Ligas Vitrificadas.

Es el tipo de ruedas que se produce en mayor cantidad, su consumo es de 2 terceras partes de la producción total, sus etapas de fabricación son :

- Mezclado.-** El grano abrasivo se mezcla perfectamente con un plastificante cerámico y poco a poco se adiciona el aglutinante.
- Prensado.-** La mezcla formada se distribuye perfectamente en un molde donde se le compacta por medio de una prensa hidráulica, lo cual puede hacerse en frío o caliente, saliendo de la forma y tamaño requeridos.
- Secado.-** La humedad debe quitarse en forma controlada y uniformemente por medio de un secador continuo, ya que de lo contrario se corre el riesgo de que la rueda se desbalancee o fracture.
- Horneado.-** Se hace un horno de túnel continuo por espacio de 15 a 60 horas y controlando la temperatura alrededor de 2300 grados centígrados.
- Acabado.-** Una vez que las ruedas se han enfriado pasan a una rectificadora , con el objeto de darle la forma y dimensiones finales, lo que puede hacerse con otras ruedas, herramientas de diamante o campanas de acero.
- Inspección y Prueba.-** Una vez terminada la rueda debe probarse su velocidad, sus medidas y verificar que no tenga fracturas o deformaciones, ni esté desbalanceada, así como verificar su peso por unidad de volumen.



Marcaje.- Es una de las etapas más importantes, ya que aquí se coloca la etiqueta con las características de la rueda, que de haber un error podría ser peligroso.

### 2.8.2. Ruedas con Liga de Silicato de Sodio.

Son ruedas poco empleadas, tienen características apreciables, tales como, el hecho de tener una acción de corte suave y en frío, trabajan a baja velocidad, se emplean en el acabado de árboles de leva y afilado de cuchillos, sus etapas de fabricación son:

Mezclado.- Se hace una mezcla del grano abrasivo con silicato de sodio en medio acuoso, mezclándose perfectamente hasta que se forme una pasta.

Prensado.- En un molde que se encuentre perfectamente limpio se coloca la pasta y se reparte uniformemente, la presión se ejerce con una prensa hidráulica.

Secado.- Una vez que se ha dado forma a la rueda, se coloca en una superficie plana para que se elimine la humedad en forma controlada, lo cual sucede en varios días.

Marcaje.- Una vez secas las ruedas se les coloca su etiqueta con las características correspondientes.

Inspección y Prueba.- Se verifica su peso por unidad de Volumen, que no haya rajaduras o deformaciones.

### 2.8.3. Ruedas Con Liga de Hule.

Son ruedas muy poco empleadas, su uso principal es en el afilado de cuchillas de acero y en el rectificado de suelas por los zapateros. Sus etapas de Fabricación son:

Horneado.- Se efectúa en un horno eléctrico por espacio de 2 a 4 horas a una temperatura de 200 grados Fahrenheit.

Rectificado.- Se aderezan las caras por medio de campanas metálicas para darle la forma final.

Inspección y Prueba.- Una vez rectificada la rueda, se le hacen las pruebas correspondientes y se determinan sus características.

Marcaje.- Se anotan las características de la rueda para que pueda ser perfectamente identificada.

Este tipo de liga ofrece la alternativa de que pueden prensarse con mallas de fibra de vidrio, las que le darán características de mayor velocidad de operación.

#### 2.9. Limitaciones de los Aglutinantes.

Las ligas de goma laca, Silicato de Sodio y Resina son atacadas por soluciones alcalinas, las de hule por el aceite, no resisten fuertes impactos y altas tensiones, las ruedas de ligas vitrificadas al humedecerse excesivamente pueden desbalancearse.

#### 2.10. Diseños Especiales de Seguridad.

Estos tratamientos consisten en dar mayor dureza física a las ruedas, así como acondicionarlas para mayores velocidades, como es el caso de agregar mallas de refuerzo a las ruedas de liga resinosa.

#### 2.11. Ruedas de Diamantes y Borazón.

Se fabrican en forma análoga a las ruedas tradicionales, sus diferencias son: no tener un cuerpo abrasivo total, sino sólo una pequeña banda soportada en una pieza metálica, el material del cuerpo afecta la rigidez de la rueda, la disipación del calor y la resistencia al impacto, el cuerpo se hace de varios materiales:

Tabla 2.9

Codificación de las impregnaciones especiales

SÍMBOLO NUEVO	SÍMBOLO ANTIGUO	CARACTERÍSTICAS	SÍMBOLO NUEVO
F1	F22	EVITA QUE LA RUEDA SE TAPE (ALUMINIO)	F1
F2	F23	DIFUSOR DEL CALOR	F2
F3	F24	ENDURECEDOR 0.5 : 1 (BLANDO)	F3
F4	F24	ENDURECEDOR 1 : 1 (MEDIO)	F4
F5	F24	ENDURECEDOR 1.5 : 1 (DURO)	F5
F6		LUBRICANTE	F6
F7			F7
F8			F8
E	E	SÍMBOLO INTERNO (LABORATORIO)	E

**Acero.-** Da mayor rigidez a la rueda, se emplea en recubrimientos estrechos.

**Aluminio.-** Ofrece mejor disipación del calor.

**Alubak.** Ofrece buena disipación del calor y mejora la retención de la sección abrasiva.

En la actualidad se hacen estudios para obtener una liga metálica, lo cual daría una mayor eficiencia a las ruedas y mejoraría los costos de esmerilado, en que se empleen ruedas de diamante y borazón.

## 2.12. Tratamientos.-

Las ruedas abrasivas pueden impregnarse o bañarse con materiales como la parafina, aceite, resina, azufre, fluorofluorato de potasio, con el objeto de dar mayor efectividad de esmerilado y minimizar los costos, éstos recubrimientos cuando se efectúan a las ruedas deben ser codificados en su especificación y su nomenclatura. Como se la mostrada en la tabla siguiente, así como sus características, el tratamiento efectuado se coloca al final de la especificación de la rueda.

Tabla 2 . IO

Análisis de la especificación de las ruedas de diamante y Tyrabor CBN

Tipo de grano	Tamaño del grano	Dureza	Concentración	Aglutinante	Símbolo interno	Modificación
<b>Aglutinante resinoso</b>						
D	140	R	44	B	52	6
<b>Aglutinante vitrificado</b>						
B	230	P	44	V	MS	1

2.I3 Abrasivos Revestidos.

Consisten de un dorso flexible el cual mantiene y soporta por medio de una película de adhesivo un recubierto de granos abrasivos.

El dorso puede ser papel, tela, fibra, vulcanizado, o una combinación de éstos materiales. Se emplean como adhesivos varios tipos de resinas o colas. Los abrasivos mas comúnmente usados son: Cuarzo, Esmeril, Crocus, Granate, Oxido de Aluminio y Carburo de Silicio.

Su principal empleo es en la fabricación de hojas de lija y bandas, para pulir superficies de madera, metálicas y no metálicas, para superficies plásticas por medio de pulido o bruñido.

2.I4 Empleo del Diamante.

En las siguientes tablas se dan las recomendaciones generales de aplicación y selección de diamante en base al trabajo que se vaya a realizar.

Tabla. 2. II

RECOMENDACIONES GENERALES DE APLICACION

Uso general	Número	Color	Concentración
Acabados de precisión de matrices de carburo de tungsteno y de semiconductores ; pulido óptico y metalográfico	1	Blanco	Alta
Para dar acabados finales, lapeado o pulido de dados y moldes de carburo de tungsteno y superficies de sello para alta producción	3	Amarillo	Alta
	6	Anaranjado	Alta
	9	Verde	Alta
Grados para preparación. Para semiacabados de matrices de carburo de tungsteno o materiales no metálicos	15	Azul	Alta
	30	Rojo	Alta
	45	Café	Alta

# GUIA PARA LA SELECCION DE DIAMANTE

T A B L A 2 . I 2

TIPOS DIAMANTE	ESMERILADO EN SECO		ESMERILADO EN HUMEDO	
	CARBURO CEMENTADO	CARBURO CEMENTADO/ACERO	CARBURO CEMENTADO	CARBURO CEMENTADO/ACERO
4D y 7D	REGULAR	BUENO	BUENO	BUENO
6D y 9D	BUENO	BUENO DE 0-15% ACERO	MUY BUENO	MUY BUENO
14D y 15D	BUENO	EL MEJOR DE TODOS	NO	NO
2D	MUY BUENO	NO	EL MEJOR	NO
5D y 8D	EL MEJOR	NO	NO	NO
16D y 13D	NO	EL MEJOR MAS DE 33% ACERO	NO	EL MEJOR
3D	NO	MUY BUENO MAS DE 50% ACERO	NO	EL MEJOR MAS DE 40% ACERO

## CAPITULO 3

### FORMAS Y TAMAÑOS DE LA RUEDA

#### 3.1 ANTECEDENTES.

Hace más de 50 años que los fabricantes de ruedas esmeriladoras en colaboración con el Departamento de Comercio de los Estados Unidos desarrollaron una serie de formas Normalizadas en las ruedas. En 1925 fueron presentadas como una recomendación de prácticas Simplificadas en un esfuerzo por unificar la amplia variedad de formas y tamaños que requerían los diseños de las máquinas, diversos organismos han colaborado con revisiones frecuentes para actualizar dichos estudios. La más reciente norma Nacional Americana especifica las formas y tamaños de las ruedas esmeriladoras así como para formar tamaños o identificación de Fundas Montadas se hizo efectiva la Norma B 74.7.

Las Ruedas mostradas son normas que han sido aceptadas, los números que faltan son modelos que han sido descontinuados.

La revisión de 1968 fue una de las primeras en reconocer y aceptar así como publicar los equivalentes del sistema Métrico al sistema Inglés. La Norma B 74.7 incluye casi todas las Normas I.S.O.

Es necesario seleccionar de las formas normales, una rueda que sea compatible para la mayoría de las necesidades de Esmerilado. Con el transcurso del tiempo se espera que las nuevas ruedas y las nuevas máquinas sean construidas en forma tal que puedan corresponder a los tipos simplificados ( que son mostrados en las siguientes páginas.)

Generalmente todas las ruedas abrasivas utilizan el canto y la cara lateral como superficies de esmerilar. La rueda tipo I es la forma más simple para un esmerilado por el canto y la rueda tipo 2 es la forma más



símple para esmerilar por la cara lateral. Los demás tipos mostrados son modificaciones de éstos tipos básicos.

### 3.2 DESCRIPCION DE LOS TIPOS DE RUEDAS.

#### 3.2.1 Ruedas Rectas.

Este tipo de ruedas pueden ser descritas dimensionalmente, por el diámetro, el grosor y el diámetro del barrenado (Véase el tipo I en los tipos de Ruedas).

#### 3.2.2.- Ruedas de Forma.

Las ruedas de forma con ciertas caras especiales son requeridas para trabajos especiales, las cuales son fáciles de obtener, aunque a menudo son rectificadas en la cara de una rueda normal ( Véanse caras especiales de las ruedas).

#### 3.2.3 Segmentos.

Para el acabado en áreas mayores en el esmerilado de superficies existen segmentos disponibles sostenidos en mandriles. Tienen algunas otras ventajas sobre las ruedas sólidas, pueden ser fabricados en liga vitrificada, resinosa y como Laca ( Véase la tabla de los tipos y tamaños de los segmentos).

#### 3.2.4 Conos con Tuerca Roscada.

Son empleados en las fundiciones para limpiar lugares de difícil acceso y ranuras pequeñas, en trabajo de uniones y ranurado de grandes piezas soldadas. Estas formas normalmente tienen un orificio ciego roscado para montarlas, el esmerilado se hace por medio de toda la superficie, excepto por donde se monta ( Véanse los tipos del 16 al 19 de las páginas siguientes ).

#### 3.2.5 Puntas Montadas.

Son muy empleadas en el cuarto de herramientas y en el taller de matrices y reparado de matrices. Son adecuadas para una gran diversidad de trabajos y por ello

existe una gran variedad de formas normalizadas , son tantas que no se les podría considerar con diseños especiales, las flechas de acero son parte esencial de estas puntas ( Véase la tabla de los tipos comunes de puntas montadas ).

### 3.2.6 Discos Esmeriladores.

Una práctica inadecuada y que puede ser peligrosa es el uso de la cara lateral de una rueda recta, si ésta está montada entre bridas, pero siempre es recomendable usar el canto de la rueda. Este campo es cubierto por los discos mostrados, se les emplea en muchas formas de esmerilado burdo o de precisión.

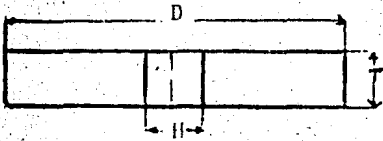
Inicialmente todos los diseños consistían de una capa de papel abrasivo cementado o un disco de acero, éstos discos son usados todavía en ciertos trabajos, pero actualmente constan de una rueda de abrasivo ligado, unida por algún método de plato en movimiento de la máquina esmeriladora, algunos son reforzados con una malla resistente de alambre.

### 3.2.7 Tipo Cilíndrico.

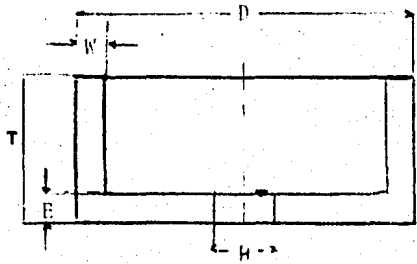
Por la conveniencia de montaje y por la eliminación de guardas protectoras grandes, los medios de sujeción de las ruedas a las partes en movimiento de las máquinas que se habían utilizado en los discos esmeriladores, actualmente se han extendido a las ruedas cilíndricas. Las tuercas insertas y las ruedas cilíndricas montadas en platos ahora son comunes. Las ruedas montadas en platos y las tuercas insertas necesitan unos adaptadores, en algunas máquinas, pero deben ser sencillos, sencillos y fáciles de obtener. La flecha proyectante, las tuercas insertas y el arreglo de tornillos debe coincidir exactamente como en los discos.

FIGURA 3.1

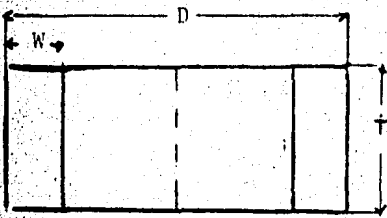
TIPO 1



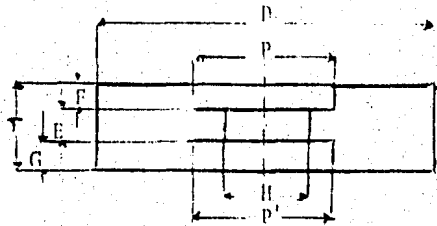
TIPO 6



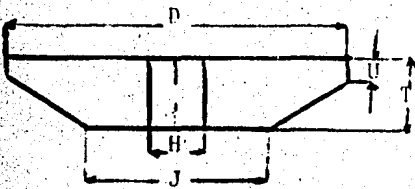
TIPO 2



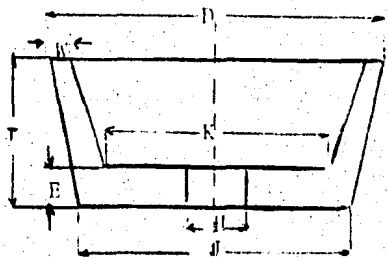
TIPO 7



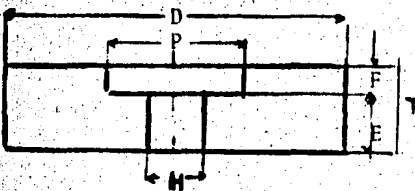
TIPO 3



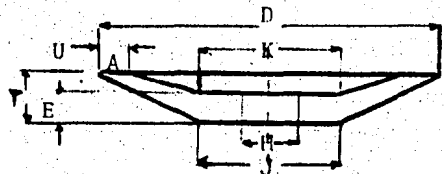
TIPO 11



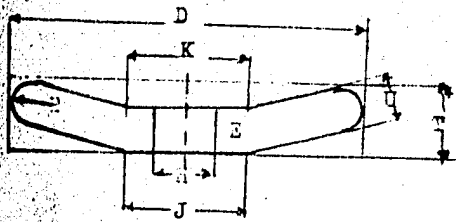
TIPO 5



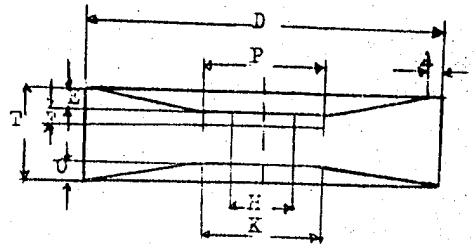
TIPO 12



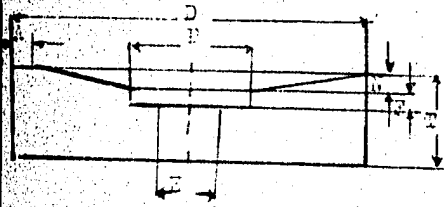
TIPO 13



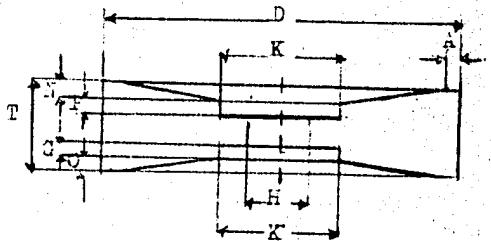
TIPO 25



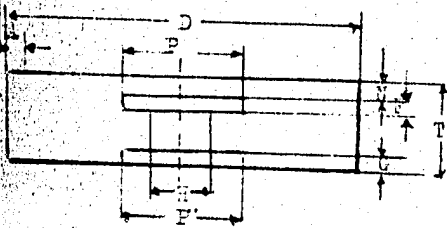
TIPO 23



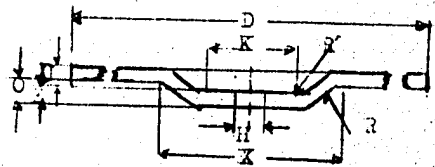
TIPO 26



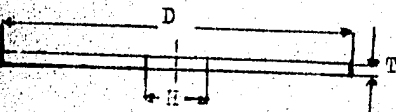
TIPO 24



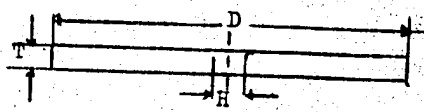
TIPO 27



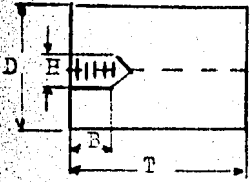
TIPO 28



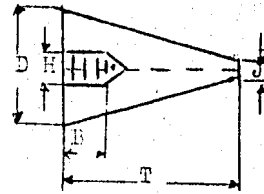
TIPO 29



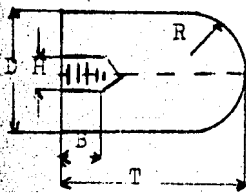
TIPO 18



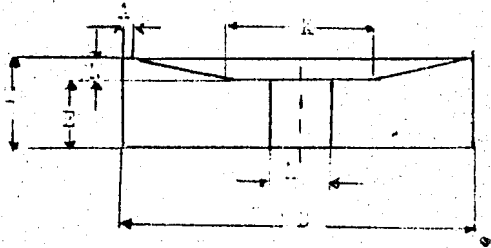
TIPO 17



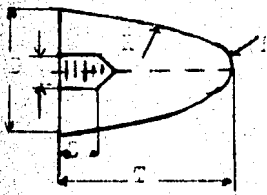
TIPO 18R



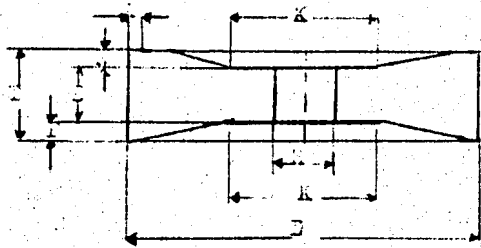
TIPO 20



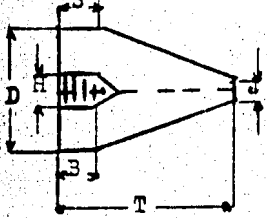
TIPO 15



TIPO 21



TIPO 19



TIPO 22

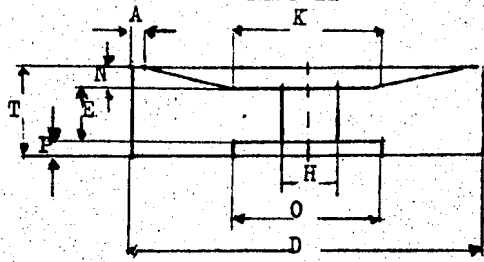
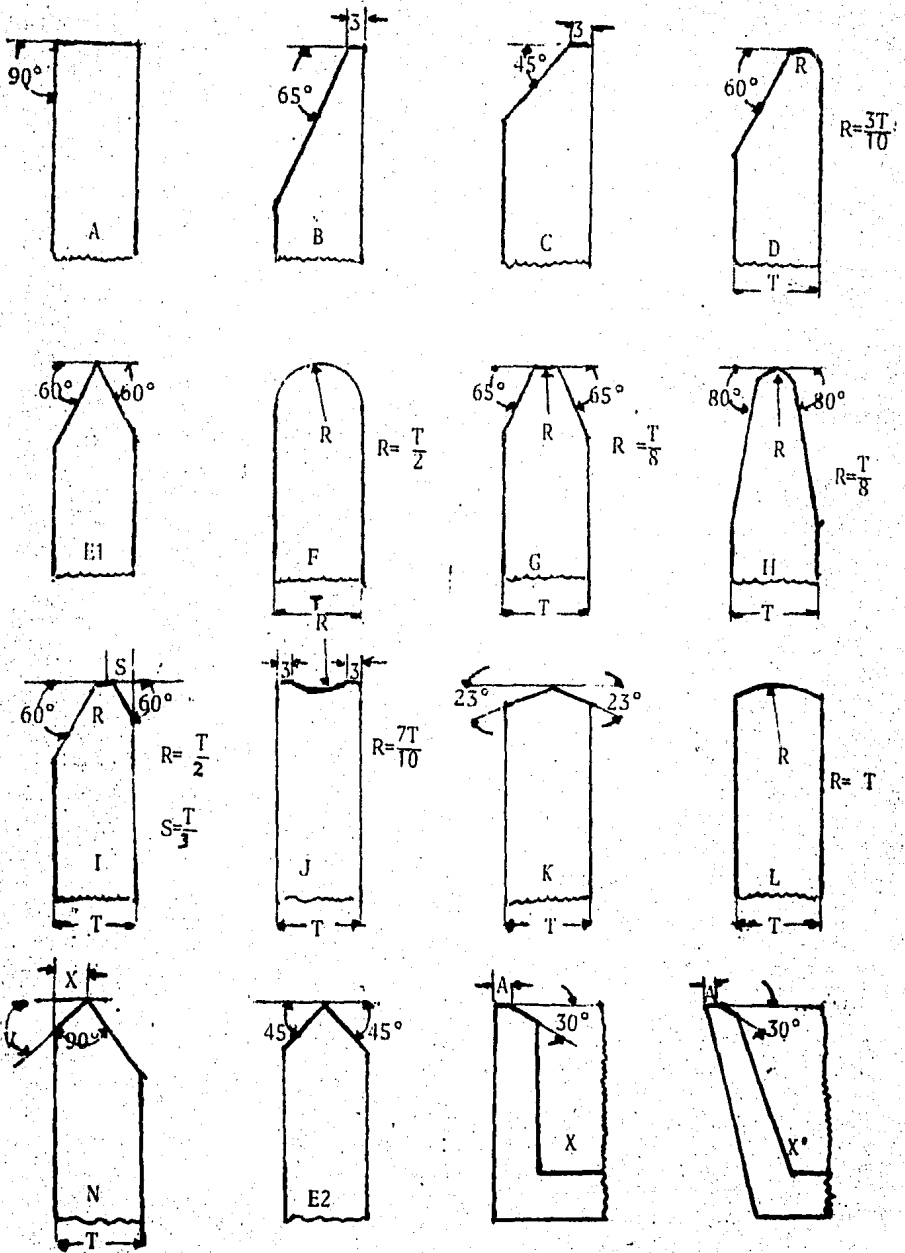


FIGURA 3.2



## 3.2.10 RELACION DE SEGMENTOS

SEGMENTO No	DIMENSIONES	VOLUMEN ENcm <sup>3</sup>
2s	285.5x153x57.2	1306
3s	78x140x32	404
4s	52x79x16	55
5s	198x114x51	1100
6s	82x51x75	204.9
7s	63x60x33	110.88
8s	80x125x30	292
9s	115x180x29	530
10s	113x150x38	682.8
11s	108x125x41	610
12s	63.4x100x22	149
13s	166x130x38	785.4
14s	225x127x44.4	981
15s	144.5x155x50.8	940
16s	155x260x56	2150
17s	95x120x25	255
18s	37.5x140x5x15	69
19s	95x120x20	205
20s	103x203x38	694
21s	114x190x25	750
22s	52x80x16	62.72
23s	80x160x25	303
24s	65x100x20	94
25s	70x152x25	254
26s	70x142x50	305
27s	117.5x203x43.7	996
28s	42x100x20	82
29s	120.6x190.5x44.45	846.4
30s	56x102x16.5	86
31s	139.7x127x37.8	565
32s	70x150x20	210
33s	520x390x50.8	6952
34s	54x98x15	73
35s	65x100x23.5	148
36s	184.5x178x46.5	1296
37s	115x192x47	790
38s	175x178x51	1230
39s	60x80x16	69.5
40s	131x178x49	1018
41s	115x40x20	90
42s	179x153x44	1192
43s	136x130x32	522
44s	19x38x38	27
45s	61.9x139.7x71.4	460
46s	32x127x174	675
47s	25x120x84	252

## CAPITULO 4

### "RUEDAS MONTADAS".

#### 4.1 ANTECEDENTES

Las ruedas montadas comprenden un grupo de pequeños abrasivos, generalmente inferiores a 2" de diámetro y 3" de altura, constan de un menaril cementado parcialmente moleteado, moldeado y fundido a presión en uno de sus extremos. Estas ruedas están diseñadas para usarse en porta-herramientas de máquinas portátiles en talleres de herramientas y de matrices para la fabricación de moldes y matrices aún cuando están en servicio. También son muy utilizados en el esmerilado de radios pequeños y espacios cerrados.

El origen de éstas ruedas se encuentra probablemente en algún fabricante de herramientas que deseaba pagar esmeril pulverizado en el extremo de una espiga de madera dura e insertar ésta en un porta-herramienta (estos principios) en la rueda no era muy durable, pero puntuaron el camino a las ruedas montadas actuales de alta velocidad.

Algunos de los principios de las rueda montadas eran utilizados en la industria dental. Pequeñas ruedas abrasivas cementadas sobre vástagos de acero se usaban para dar acabado final a cavidades, en dar acabado y pulido a embutidos, dentaduras y puentes en laboratorios dentales. En estos laboratorios a las ruedas montadas se les conoce como PUNTAS MONTADAS.

Para facilitar el acabado de una amplia variedad de embutidos y acabados se desarrollan muy diferentes tipos y tamaños de puntas montadas que vienen a ser las precursoras de la moderna industria de ruedas montadas.

En 1920, se introdujeron en la industria los esmeriles eléctrico-portátiles de alta velocidad, que por su facilidad para usarse permitieron que las puntas montadas esmerilesn en lugares que, de otra manera serían inaccesibles, trabajos que inicialmente eran hechos con limas, palillos rectificadores o lija, los cuales eran muy costosos y muy pobre su calidad.



El gran problema por muchos años fué el desarrollo de máquinas de alta velocidad que produjeran una acción esmeriladora eficiente. Sin embargo, actualmente contamos con pequeñas máquinas portátiles de alta velocidad en el mercado corriente, que trabajan con velocidades hasta de 100.000 RPM propias para usarse con ruedas montadas, lo cual ha hecho posible utilizar eficientemente ruedas muy pequeñas.

#### 4.2 USOS COMUNES.

Las ruedas montadas actuales son consideradas como herramientas normales de corte en fundiciones, Talleres de forja, talleres de herramientas y matrices y taller de soldadura, para trabajar en máquinas y herramientas, maquinaria de alimentos, manufactura de utensilios y maquinaria agrícola, manufactura de rodamientos y otras plantas de producción de metales y en general en la industria metal-mecánica. Ampliamente utilizadas en la limpieza de piezas fundidas y forjadas, en el nivelado de contornos de estructuras soldadas, en la remoción rápida de acumulamientos que requieran buen acabado. En trabajar sobre matrices y herramientas con buen acabado y un dimensionamiento exacto. En el esmerilado interno de precisión pueden removerse partículas tan pequeñas como  $0.00005''$  y con una tolerancia no mayor de  $0.00002''$  bajo ciertas condiciones atmosféricas.

En el desbastado de piezas fundidas, forjadas o soldadas, se usan ruedas montadas duras y de grano grueso, para remover grandes cantidades sin importar el acabado.

en el esmerilado de bronce o aluminio, se usan ruedas de grano suave y con un tratamiento especial, con el objeto de vencer las cargas imprevistas. En la Limpieza rápida de acero forjado, se emplean ruedas montadas de óxido de aluminio, de grano grueso y grano duro. Las máquinas esmeriladoras portátiles utilizadas pueden ser de motor de conducción directa, flecha flexible o neumáticos, y su velocidad dependerá del tamaño de la rueda montada.

El código de Seguridad deberá ser consultado, evitando velocidades y presiones excesivas en trabajo de remoción de materiales.

#### 4.3 TALLERES DE HERRAMIENTAS Y MATRICES.

Las ruedas montadas son una herramienta cortadora muy indispensable en los talleres de herramientas y matrices, que sirven para dar el acabado requerido a los contornos más complicados de moldes de acero para producción en serie de variedades de plásticos y otros materiales.

#### 4.4 AFINADO DE CENTROS

La limpieza de centros de barrenos precisos son imposibles sin exactitud. La distorsión por el calor y la precisión del taladro de barrenos deberá ser corregido dentro de los límites de precisión para el acabado, rectitud o concentricidad requerida. La limpieza de barrenos señalando un punto central y usando lija de esmeril fino, son considerados lentos y muy laboriosos. Actualmente los departamentos de esmerilado de centros cuentan con máquinas pulimentadoras precisas de centros.

#### 4.5 ESMERINADO DE PERFILES Y CONTORNOS.

Esmeril de perfiles y contornos equipados con ruedas montadas oscilando verticalmente, son adecuados para el formado y afilado de cortadoras de matrices de todos tipos. Las ruedas montadas que se utilizan varían de 3/16" a 4" en diámetro y de 1" a 3" en longitud.

#### 4.6 REBABEADO.

Una aplicación muy importante de las ruedas montadas es en el campo de rebabeado y pulido. En muchas plantas constructoras de máquinas-herramientas, las partes son cuidadosamente rebabeadas después de máquinas y antes de ensamblarse.

Una buena razón para ésto es que las asperas o filos cortantes pueden causar molestias a la persona que efectúa el ensamblado, además de que algunas partes requieren un buen acabado, especialmente si van a ser cromadas .

Muy utilizadas en el pulido de matrices, rebabados de partes mecánicas automáticas y afreas y rebabeado en ranuras de aceite de anillos de balines y en el esmerilado preparatorio de estructuras soldadas de a cero inoxidable a pintarse.

#### 4.7 FORMAS Y TAMAÑOS

Las ruedas montadas vienen en una amplia variedad de formas y tamaños normalizadas, pero también hay una amplia suma de ruedas para propósitos especiales. Las ruedas montadas más pequeñas son de 0.0030" de diámetro para esmerilar diámetros interiores de los anillos internos de rodamientos de precisión de balines en miniatura y las ruedas montadas para el esmerilado de éstos rodamientos, son tan delgadas como 0.10". Las disminuciones de los tamaños normaliza una pulgada en cualquier dimensión.

#### 4.8 GRANO, GRADO Y LIGAS

Como en los demás ruedas, el tamaño del grano dependen de la cantidad de excesos a remover y del acabado requeridos. Los grados usados que están en el rango de medio a duro y dependen de las condiciones en que serían utilizados. La combinación de granos finos y grado duro produce ruedas fuertes para operar sin peligro en operaciones a velocidad normal.

La liga más empleada es la vitrificada o cerámica, la cual es rígida y comparativamente frágil.

Son muy útiles en el esmerilado de precisión y para trabajos generales con ruedas montadas.

La liga resinosa más elástica y tenaz, fue desarrollada inicialmente para el esmerilado burdo y es muy empleado en aceros inoxidables, latón, bronce, y aluminio, y muy recomendada para acabados especiales.

Las ligas de gule suave y duras proveen un amplio rango de elasticidad para dar acabados muy finos. Todo tipo de ligas con grano grueso son utilizadas tanto en óxido de aluminio como en carburo de silicio. Las ruedas montadas de diamante y de nitruro de boro cúbico, son también usadas en procesos especiales, muy empleadas recientemente en operaciones automáticas controladas por computadora.

#### 4.9 MANDRILES.

Los mandriles son generalmente inoxidables y similares a un vástago de acero, moldeado en uno de sus extremos cementados, moldeado o fundido en troncos dentro de la rueda. Los mandriles sin rosca pueden ser rectos o cónicamente moldeaos en uno de sus extremos.

El uso de longitudes normalizadas es provechosa a los usuarios y son también importantes en el desarrollo de tamaños normalizados de mandriles, ya que nos brinda muchas ventajas el usar artículos no normalizados y nos reduce costos principalmente.

#### 4.10. LONGITUD DE PROYECCIONES DEL MANDRIL.

La longitud de proyección del mandril es 1 1/2" medida de la cara posterior del abrasivo usado a con el extremo del mandril.

La longitud normalizada es 1 1/2" pero existen otros tamaños. Para longitudes de mandriles utilizadas en diferentes diámetros.

Longitudes del Mandril.

1"

1 1/2" Normalizada

2"

2 1/2"

3"

#### 4.11 DIÁMETRO DE LOS MANDRILES

La longitud normalizada de los mandriles es aprovechada en los siguientes diámetros normalizados.

(Diámetro del porta-herramientas.)

1/8", 1/4", 3/8", y 1/2".

Los mandriles con longitudes diferentes a las normalizadas son aprovechadas en uno o más de los diámetros anteriores según se requiere, como se muestra en la tabla A.

Tabla "A"

DIAMETRO DEL MANDRIL Y PROYECCIONES.

<u>Dia. Proy</u>	<u>Proy Dia.</u>	<u>Dia. Proy</u>	<u>Dia. Proy</u>	<u>Dia. Proy.</u>
1/8 x 1	1/8 x 1 $\frac{1}{2}$ <sub>1</sub>	1/8 x 2	1/8 x 2 $\frac{1}{2}$ <sub>1</sub>	1/8 x 3
1/4 x 1	1/4 x 1 $\frac{1}{2}$	1/4 x 2	1/4 x 2 $\frac{1}{2}$	1/4 x 3
3/8 x 1	3/8 x 1 $\frac{1}{2}$ <sub>1</sub>	3/8 x 2	3/8 x 2 $\frac{1}{2}$	3/8 x 3
1/2 x 1	1/2 x 1 $\frac{1}{2}$			

4.12. MANDRILES ROSCADOS.

Los siguientes tamaños normalizados de roscas y longitudes son aprovechadas únicamente en las ruedas abrasivas de tipo "A".

Tabla "B"

<u>No de rosca o diámetro</u>			<u>Longitud de proyección</u>
#	2-56	NC	1/4
#	3-56	NF	3/8
#	5-40	NC	1/2
#	10-32	NF	1/2
1 /	4-20	UNCZA	1/2
3 /	8-16	UNCZA	3/4

4.13 SUFIJOS QUE DENOTAN LA PROYECCION Y DIAMETRO DE LOS MANDRILES.

Con el fin de ayudar a los usuarios cuando ordenan ruedas montadas, un simple sistema de sufijo que sirve de identificación de longitudes y diámetros de los mandriles ha sido adaptada. El sufijo con las Letras ( C, D, E, F, ó G. ) denota la proyección del mandril y el sufijo del número ( 1, 2, 3 ó 4. ) designa el diámetro del Mandril.

Estos sufijos y sus equivalentes son listados a continuación.

Tabla "3"

<u>Prov. del mandril</u>	<u>Sufijo</u>	<u>Diam. del Mandril</u>
1 <sub>1</sub>	1	1/5
1 <sub>2</sub>	2	1/4
2 <sub>1</sub>	3	3/8
2 <sub>2</sub>	4	1/2
3		

Un ejemplo de este sistema es el siguiente: si se desea ordenar una rueda montada con forma E-52. Sobre un Mandril con 1<sub>2</sub> de proyección y 1/4" de diámetro. La designación será E-52 D-2.

#### 4.14 MAXIMA VELOCIDAD DE OPERACION SEGURA.

El conocimiento de la máxima velocidad de operación de las ruedas montadas es un factor de seguridad muy importante. Si una rueda trabaja a velocidad mayor de la recomendada es muy fácil que el mandril falle, pudiendo flexionarse, y si se continúa usando posiblemente se fracture.

La velocidad varía de acuerdo a las siguientes condiciones:

- 1.- Dimensiones de la rueda
  - 2.- Diámetro del mandril
  - 3.- Distancia del soporte a la base de la rueda (vuelo)
  - 4.- Especificación de la rueda.
- 1.- Incremento del tamaño de la rueda (cada diámetro o grosor), deberá en forma general disminuir la velocidad máxima y viceversa, reduciendo el tamaño de la rueda aumentará la velocidad.
  - 2.- A mayor diámetro del mandril, mayor velocidad. Reduciendo el diámetro del mandril disminuirá la velocidad máxima.
  - 3.- Incrementando el vuelo ( distancia del extremo del soporte a la base de la rueda), deberá bajar la velocidad máxima y viceversa, reduciendo el vuelo ( introduciendo el mandril dentro del porta-herramientas) deberá incrementarse la velocidad máxima. Para todos los casos prácticos la velocidad máxima del mandril cónico puede ser considerada similar a la del mandril con diámetro uniforme.

Además esta no es influenciada por el tipo o estilo de la máquina usada. Sin embargo, las condiciones de los rodamientos y el eje de la máquina pueden algunas veces, modificar la velocidad máxima, también la dilatación y el desbalanceo de la rueda tienden a disminuir la velocidad máxima.

#### 4.15 RECOMENDACIONES DE OPERACION.

En el capítulo 10 del ANSI, B7.1 del Código de Seguridad para usos seguros, se muestra la velocidad máxima para diferentes ruedas montadas normalizadas en combinaciones con algunos tamaños de mandriles normalizados y en varios vuelos para mandril sin rosca.

En muchas de estas combinaciones la velocidad máxima puede ser leída directamente de las tablas, para tamaños de ruedas intermedias y mandriles y vuelos ya mostrados, la velocidad máxima puede ser calculada por interpolación.

Un ligero cambio en las condiciones de la rueda, puede ser necesario para llevar las condiciones de operación para cubrir los requerimientos de velocidad máxima.

Por ejemplo, es deseable operar una rueda montada de  $3/8" \times 43/8$  (A-175) sobre un mandril de  $1/8"$  a 30,000 RPM, con una longitud de proyección de  $1\frac{1}{2}$ .

La velocidad máxima del mandril es de 24,150 RPM, por lo tanto, es seguro operar en estas condiciones y teniendo velocidad de la máquina no puede ser reducida, es posible realizar algunos de los siguientes cambios:

- 1.- Reducir la longitud de proyección a 1", con lo cual aumentaremos la velocidad máxima a 33,000 RPM.
- 2.- Reducir el diámetro de la rueda a  $3/16"$ , con esto la velocidad máxima será de 37,500 RPM.
- 3.- reducir el grueso de la rueda a  $1/8"$ , con lo cual la velocidad máxima de operación aumentará a 33,250 RPM.
- 4.- Incrementar el diámetro del mandril a  $3/16"$ , así tendremos una velocidad de 36,730 RPM.

Deberá notarse que cualquiera de éstos cambios será seguro para operar a 30,00 RPM.

#### 4.16 MANDRILES ROSCADOS.

La velocidad máxima de ruedas montadas con mandriles roscados es inferior a la de los mandriles sin rosca. Sin embargo, como en general, no hay diversos vuelos en mandriles roscados, la velocidad será idéntica en ambos mandriles con un vuelo de 1/2".

#### 4.17 RESISTENCIA DE LAS RUEDAS.

La velocidad máxima de las ruedas montadas están basadas en la resistencia promedio de las ruedas más utilizadas, con grano 60 y más fino, y con grano medio y duro.- Si por alguna razón especial se usen ruedas con grano más grueso que el 60 y con grado suave, no deberá excederse nunca la velocidad máxima recomendada por el fabricante.

#### 4.18 PORTA-HERRAMIENTAS Y MONTAJE.

Los porta-herramientas gastados y falta de cuidado en el montaje ocasionan vibraciones en la rueda lo cual puede repercutir en fallas del mandril o en rompimiento de la rueda al ser puesta en contacto con el trabajo.

#### 4.19 PRESION DEL TRABAJO.

Si ésta es excesiva, puede ocasionar perjuicios y ser una fuente de peligro. Ordinariamente la presión de trabajo no debe ser excesiva a menos que se esté probando con la rueda para encontrar su capacidad óptima de cortado. Si la rueda causa quemaduras en el trabajo es debido a un exceso de presión, lo cual puede ocasionar que el mandril se flexione.

Es muy importante observar éstas reglas en ruedas pesadas, ya que el extremo del mandril que entra en la rueda es reducido.

Bien se puede utilizar una rueda de grado suave para remover grandes cantidades de material sin tener que usar presiones excesivas.

Si la velocidad de la rueda es segura dentro de los límites de la velocidad máxima recomendada y corre fácilmente cuando está libre, pero forzada cuando está bajo carga, es muy posible que la presión utilizada es excesiva, por lo cual se recomienda reducirla.



#### 4.20 QUE HACER Y QUE NO HACER.

La vida de sus ruedas montadas pueden incrementarse manteniendo su equipo en buenas condiciones, en algunas plantas se realizan revisiones periódicas a sus esmeriladoras portátiles, haciendo las reparaciones al momento o bien, reemplazando las partes defectuosas.

Se debe incluir una inspección cuidadosa de los rodamientos del porta-herramientas, así como de su buena lubricación.

Tomando en cuenta el vuelo del mandril podemos eliminar vibraciones en las ruedas cuando se trabaja a altas velocidades. Se recomienda que el vuelo sea mínimo, según lo requiera la naturaleza del trabajo.

La longitud del mandril deberá ser seleccionada sobre la base del mínimo vuelo permisible, con ésto daremos una suspensión sólida que tenderá a reducir la vibración y por consiguiente aumenta la vida de la rueda.

Se puede añadir una mayor rigidez a la operación usando mandriles de mayor diámetro en cada tipo de rueda; de acuerdo a la velocidad requerida. Pero siempre asegurándose que el proceso realizado sea el óptimo.

Hay que seleccionar la rueda montada con el abrasivo, liga, granó y grado adecuado al trabajo a realizar.

Las velocidades excesivas pueden causar fatigues, lo cual en giro resulta en vibraciones disminuyen la vida de la rueda.

Las fallas en el mandril son ocasionadas por excesivas velocidades o presiones. Por lo tanto, es importante utilizar las ruedas a las velocidades recomendadas de acuerdo a su tamaño y al vuelo.

La máxima eficiencia y economía de éstas versátiles herramientas abrasivas no sería posible, a menos que, se tomen en cuenta las diversas reglas y precauciones.

4.21 TAMANOS STANDARD

4.21.1 (SECCION ABRASIVA Y VASTAGOS)

GRUPO "A".

Tipo Abrasivo	Designación Vástago	ABRASIVO Diámetro	TAMAÑO Espesor	TAMAÑO VASTAGO	
				Longitud	Diámetro
		3/4	2 1/2	1 1/2	1/4
*A 1	D2	1	2 3/4	1 1/2	1/4
*A 3	D2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1/4
*A 4	D2	3/4	1 1/8	1 1/2	1/4
*A 5	D2			1 1/2	1/4
		7/8	2	1 1/2	1/4
*A 11	D2	11/16	1 1/4	1 1/2	1/4
A 12	D2	1 1/8	1 1/8	1 1/2	1/4
A 13	D2	11/16	7/8	1 1/2	1/4
A 14	D2	1/4	1 1/16	1 1/2	1/4
A 15	D2			1 1/2	1/4
*A 21	D2	1	1	1 1/2	1/4
A 23	D2	3/4	1	1 1/2	1/4
A 24	D2	1/4	3/4	1 1/2	1/4
A 25	D2	1		1 1/2	1/4
A 26	D2	5/8		1 1/2	1/4
		1 3/8	1	1 1/2	1/4
*A 31	D2	1	5/8	1 1/2	1/4
A 32	D2	1 1/2	3/8	1 1/2	1/4
*A 34	D2	1	3/8	1 1/2	1/4
A 35	D2	1 5/8	3/8	1 1/2	1/4
*A 36	D2	1 1/4	1/4	1 1/2	1/4
A 37	D2	1	1	1 1/2	1/4
*A 38	D2	3/4	3/4	1 1/2	1/4
A 39	D2				

\* -El tipo indica que el vástago a sido sustituido por 1" de longitud para la aplicación de esmerilado difícil.

4.2I.2 GRUPO "B".

<u>No</u>	<u>Desig.</u>	<u>ABRASIVO</u>	<u>TAMAÑO FORMA</u>	<u>TAMAÑO VASTAGO</u>	
<u>asivo</u>	<u>Vástago</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Espesor</u>	<u>Longitud</u>	<u>Diámetro</u>
1	D1	5/8	5/8	1 1/2	1/8
2	D1	1/2	3/4	1 1/2	1/8
3	L1	1/4	6/16	1 1/2	1/8
4	D1	7/32	3/8	1 1/2	1/8
51	D1	7/16	3/4	1 1/2	1/8
52	D1	3/8	3/4	1 1/2	1/8
53	D1	1/4	5/8	1 1/2	1/8
61	D1	3/4	5/16	1 1/2	1/8
62	D1	1/2	3/8	1 1/2	1/8
71	D1	5/8	1/8	1 1/2	1/8
81	D1	3/4	3/16	1 1/2	1/8
91	D1	1/2	5/8	1 1/2	1/8
92	D1	1/4	1/4	1 1/2	1/8
96	D1	1/8	1/4	1 1/2	1/8
97	D1	1/8	3/8	1 1/2	1/8
101	D1	5/8	11/16	1 1/2	1/8
103	D1	5/8	3/16	1 1/2	1/8
104	D1	5/14	3/8	1 1/2	1/8
111	D1	7/16	11/16	1 1/2	1/8
112	D1	3/8	1/2	1 1/2	1/8
121	D1	1/2		1 1/2	1/8
122	D1	3/8		1 1/2	1/8
123	D1	3/16		1 1/2	1/8
124	D1	1/80		1 1/2	1/8
131	D1	1/2	1/2	1 1/2	1/8
132	D1	3/8	1/2	1 1/2	1/8
133	D1	3/8	3/8	1 1/2	1/8
135	D1	1/4	1/2	1 1/2	1/8

## 4.21.3 GRUPO "W".

( Primera parte )

Tipo <u>Abrasivo</u>	Designación <u>Vástago</u>	ABRASIVO TAMAÑO FORMA		TAMAÑO VASTAGO	
		<u>Diámetro</u>	<u>Espesor</u>	<u>Longitud</u>	<u>Diámetro</u>
W 144	D1	1/8	1/4	1 1/2	1/8
W 145	D1	1/8	3/8	1 1/2	1/8
W 146	D1	1/8	1/2	1 1/2	1/8
W 152	D1	3/16	1/4	1 1/2	1/8
W 153	D1	3/16	3/8	1 1/2	1/8
W 154	D1	3/16	1/2	1 1/2	1/8
W 158	D1	1/4	1/8	1 1/2	1/8
W 160	b1	1/4	1/4	1 1/2	1/8
W 162	D1	1/4*	3/8	1 1/2	1/8
W 163	D1	1/4	1/2	1 1/2	1/8
W 164	D1	1/4	3/4	1 1/2	1/8
W 174	D1	3/8	1/4	1 1/2	1/8
W 175	D1	3/8	3/8	1 1/2	1/8
W 176	D1	3/8	1/2	1 1/2	1/8
W 177	D1	3/8	3/4	1 1/2	1/8
W 178	D1	3/8	1	1 1/2	1/8
W 179	D2	3/8	1 1/4	1 1/2	1/4
W 181	D1	1/2	1/16	1 1/2	1/8
W 182	D1	1/2	1/8	1 1/2	1/8
W 183	D1	1/2	1/4	1 1/2	1/8
W 184	D1	1/2	3/8	1 1/2	1/8
W 185	D1	1/2	1/2	1 1/2	1/8
W 186	D1	1/2	3/4	1 1/2	1/8

Cont...

## GRUPO "W".

( Segunda parte )

Cont..

- 2 -

Tipo Abrasivo	Designación Vástago.	ABRASIVO	TAMAÑO	FORMA	TAMAÑO VASTAGO	
		Diámetro	Espesor		Longitud	Diámetro
W 187	D1	1/2	1		1 1/2	1/8
W 188	D2	1/2	1	1/2	1 1/2	1/4
W 189	D2	1/2	2		1 1/2	1/4
W 195	D1	5/8		3/4	1 1/2	1/8
W 196	D2	5/8	1		1 1/2	1/4
W 197	D2	5/8	2		1 1/2	1/4
W 200	D1	3/4		1/8	1 1/2	1/8
W 201	D1	3/4		1/4	1 1/2	1/8
W 202	D1	3/4		3/8	1 1/2	1/8
W 203	D1	3/4		1/2	1 1/2	1/8
W 204	D1	3/4		3/4	1 1/2	1/8
W 205	D2	3/4	1		1 1/2	1/4
W 207	D2	3/4	1	1/2	1 1/2	1/4
W 208	D2	3/4	2		1 1/2	1/4
W 215	D1	1		1/8	1 1/2	1/8
W 216	D1	1		1/4	1 1/2	1/8
W 217	D2	1		3/8	1 1/2	1/4
W 218	D2	1		1/2	1 1/2	1/4
W 220	D2	1	1		1 1/2	1/4
W 221	D2	1	1	1/2	1 1/2	1/4
W 222	D2	1	2		1 1/2	1/4

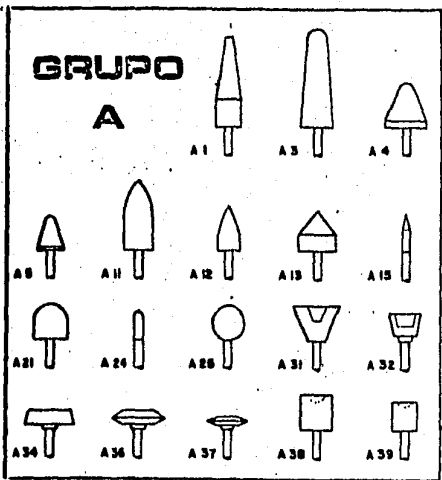
GRUPO "W".

( Tercera parte )

Cont..

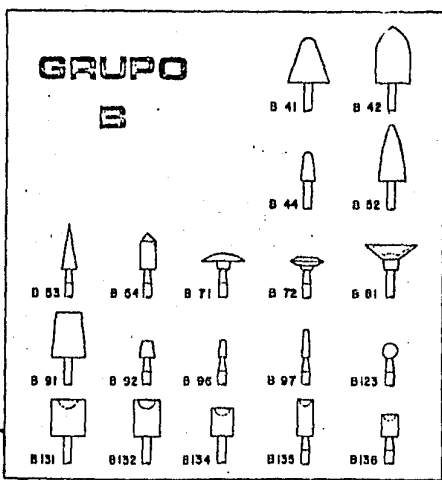
- 3 -

<u>Tipo Abrasivo</u>	<u>Designación Vástago</u>	<u>ABRASIVO Diámetro</u>	<u>TAMAÑO Espesor</u>	<u>FORMA</u>	<u>TAMAÑO Longitud</u>	<u>VASTAGO Diámetro</u>
W 225	D2	1 1/4		1/4	1 1/2	1/4
W 226	D2	1 1/4		3/8	1 1/2	1/4
W 228	D2	1 1/4		3/4	1 1/2	1/4
W 230	D2	1 1/4	1	1/4	1 1/2	1/4
W 232	D2	1 1/4	2		1 1/2	1/4
W 235	D2	1 1/2		1/4	1 1/2	1/4
W 236	D2	1 1/2		1/2	1 1/2	1/4
W 237	D2	1 1/2	1		1 1/2	1/4
W 238	D2	1 1/2	1	1/2	1 1/2	1/4
W 242	D2	2		1	1 1/2	1/4



**GRUPO A**  
Montadas en vástagos de  
6.4 X 40 mm de largo

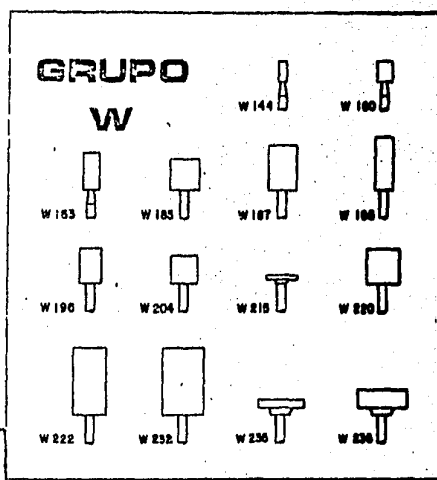
TIPO No.	mm Ø Gr.	MAX RPM Distancia O 13 mm
A 1	20 x 65	19,800
A 3	25 x 70	18,000
A 4	30 x 30	30,560
A 5	20 x 30	45,900
A 11	22 x 50	27,520
A 12	18 x 32	48,000
A 13	28 x 29	30,560
A 18	6 x 25	72,750
A 21	25 x 25	34,500
A 24	6 x 20	76,500
A 25	25 Ø	35,620
A 31	35 x 25	27,780
A 32	25 x 16	38,200
A 34	40 x 10	25,470
A 36	40 x 10	23,520
A 37	30 x 6	30,560
A 38	25 x 25	34,500
A 39	20 x 20	47,250



**GRUPO B**  
Montadas en vástagos de 3.2 X 40 mm de largo

TIPO No.	mm Ø Gr.	MAX RPM Distancia O 13 mm	TIPO No.	mm Ø Gr.	MAX RPM Distancia O 13 mm	TIPO No.	mm Ø Gr.	MAX RPM Distancia O 13 mm
B 41	16 x 16	33,750	B 71	16 x 3	61,120	B 123	5 Ø	104,000
B 42	13 x 20	33,750	B 72	13 x 3	73,500	B 131	13 x 13	34,500
B 44	6 x 10	68,400	B 81	20 x 5	50,930	B 132	10 x 13	45,370
B 52	10 x 20	45,370	B 91	13 x 16	34,500	B 134	8 x 10	61,850
B 53	6 x 16	60,000	B 92	6 x 6	81,370	B 135	6 x 13	60,000
B 54	6 x 13	60,000	B 96	3 x 6	105,000	B 136	6 x 8	77,250
			B 97	3 x 10	105,000			

E S P E C I F I C A C I O N E S					
PARA ACERO			PARA HIERRO FUNDIDO		
DESABASTE	MLDIO	PULIDO	DESABASTE	MFDIO	PULIDO
10A3GR5V2 A2454B18L	8BA60P4V9	8BA80G4V9 8BA120H4V9	1C46Q4VB	1C80P4VB	1C12CN4VB



**GRUPO W - RUEDAS PLANAS**  
Montadas en vástagos de  
3.2 X 40 mm de largo.  
Las de asterisco llevan vástago de  
6.4 X 40 mm de largo

TIPO No.	mm Ø Gr.	MAX RPM Distancia O 13 mm
W 144	3 x 8	105,000
W 160	6 x 8	81,370
W 163	6 x 13	60,000
W 185	13 x 13	34,500
*W 187	13 x 25	40,800
*W 188	13 x 38	30,370
*W 196	16 x 25	26,250
*W 204	20 x 20	42,750
W 215	25 x 3	38,200
*W 220	25 x 25	25,800
*W 222	25 x 50	15,900
*W 232	32 x 50	14,250
*W 235	40 x 6	25,470
*W 236	40 x 13	25,470

## CAPITULO 5

### RUEDAS REFORZADAS

#### 5.1 DEFINICION.

Las ruedas resinosas, satisfacen la necesidad de usar ruedas ligeras en esmeriladoras, portátil, operaciones de cortado, remoción pesada de metal y desbastado en fundiciones y siderúrgicas. Este tipo de ruedas está desplazando a las ruedas cortadoras convencionales, a las copas y a los discos de arenisca. Se han desarrollado ruedas reforzadas tipo 1, hasta 4" de grueso, para usarse en trabajos pesados, desbastado de alta velocidad para remoción pesada de excesos en fundiciones, talleres de forja, y en siderúrgicas que utilizan esmeriladoras de armazón oscilante.

#### 5.2 METODOS DE MANUFACTURA.

En los inicios de fabricación de las ruedas reforzadas, se usaba algodón sin entretejidos impregnado con granos abrasivos y liga. Pueden manufacturarse en una amplia variedad de granos tanto en óxido de aluminio como en carburo de silicio.

Las modernas ruedas reforzadas para trabajo pesado, utilizan vidrio de refuerzo y son producidas por el método de acomodamiento hacia arriba, con capas alternadas de mezcla de liga, abrasivo y discos de fibra de vidrio entretejidos o con otro tipo de refuerzo, son cargados en moldes, prensados y listos para hornearse.

Estas múltiples capas de reforzamiento le proporcionan una fuerza adicional y le permiten ser operadas seguramente a altas velocidades.



### 5.3 RUEDAS DE ALTA VELOCIDAD.

El desarrollo de ruedas de alta velocidad y su gran productividad en los costos ordinarios del mundo industrial, permiten que sean muy utilizadas. Inicialmente en las fundiciones se usaron las ruedas vitrificadas con límites de velocidad no mayores de 6,500 SFM. Con el desarrollo de resistentes ruedas con liga resinosa, se pudo operar a velocidades cercanas a 9,500 SFM. Los refuerzos de fibra de vidrio son la respuesta a fundiciones y siderúrgicas relacionadas a ruedas que trabajen a altas velocidades y que remuevan rápidamente el metal. Las ruedas para desbaste que trabajaban a 12,500 SFM, fueron introducidas en 1962, para esmeriladoras estacionarias. Con el desarrollo de efectivas guardas de seguridad, la velocidad llegó hasta 17,000 SFM en esmeriladores portátiles. La velocidad máxima está íntimamente ligada a las normas de seguridad y las recomendaciones de las manufactureras, deberán ser cuidadosamente seguidas.

Hace poco tiempo, velocidades del orden de 17,500 SFM en ruedas reforzadas para trabajo pesado eran comunes, ahora se utilizan velocidades hasta 16,500 SFM en máquinas semiautomáticas de alta presión, para lingotes y esmerilado de placas de siderúrgicas, utilizando ruedas extremadamente duras no reforzadas prensadas en caliente.

### 5.4 DESBASTADO PORTATIL.

El alto rendimiento está relacionado a la alta velocidad, se han desarrollado resistentes ruedas resinosas reforzadas para esmerilar hasta 17,000 SFM en máquinas portátiles de alta velocidad. La manufactura de las ruedas reforzadas se ha desarrollado para trabajos extra pesados, con 3 o 4 mallas o capas de fibras de vidrio entretejida en una rueda de 6x1x1". Ruedas portátiles de 6x1x1" y 8x1x1" son indóneas para incrementar la remoción de excesos en rangos del 25 al 35% sobre ruedas a velocidad normal de 9,500 SFM.

A una alta velocidad perimétrica cada partícula de abrasivo remueve pequeñas cantidades de metal en cada tiempo. La efectividad neta está dentro del rango de remoción rápida y una correspondiente reducción en el tiempo requerido para remover los excesos. En otras palabras, remover más material en menos tiempo. En el rendimiento de ruedas de operación rápida y muy eficientes "G", la relación mostrada adelanta el rango de cualquiera de ellas en un 50 - 100%.

### 5.5 ESMERIL DESBASTADOR DE PEDESTAL.

El inicio de las ruedas reforzadas se enfocó principalmente en operaciones con máquinas portátiles, y ahora son muy utilizadas en las fundiciones en trabajos pasados de desbastado, corriendo seguramente a 12,500 SFM. Con ésta velocidad una rueda reforzada puede incrementar efectivamente del 25 al 40% su proporción de corte utilizándose en esmeriles de pedestal.

Trabajos de remoción en marcos, tuberías de aleaciones y planchas, son efectivamente ejecutados en esmeriladoras de pedestal.

### 5.6 ADEREZADO.

Cuando la cara de la rueda se embota y está vidriada, el operario elimina éste inconveniente, aumentando la presión o bien utilizando una rueda aderezadora.

El uso frecuente de una rueda aderezadora con ligeras presiones, tiende a mantener los granos abrasivos listos para el corte y esto es más preferido que los aderezados con mucha presión pero poco frecuentes.

### 5.7 TAMAÑOS Y FORMAS.

Generalmente las formas de ruedas reforzadas más utilizadas son: el tipo 27 y 28, puntas montadas, tipo 1, 6, 11 y 28. Una rueda cortadora puede ser de 1/4" o más gruesa, dependiendo del diámetro de la rueda y la eficiencia de la tarea. Las ruedas utilizadas en esmeriladores de pedestal, pueden ser hasta de 4" de grueso.

La mayoría de las ruedas de cubo saliente (tipo 27) son de  $7 \times 1/8$  o  $1/4$ ". Muchos tipos 27 son fabricados en 3 y 4" de diámetro, y otras ruedas cortadoras para usarse en máquinas oscilantes del tipo 27A con 20", - 24" y 30" de diámetro. Actualmente algunas ruedas tipo 27 y 28 son fabricadas con gruesos hasta 1". También, son muy utilizadas las ruedas reforzadas tipo 6 y 11 en el desbastado portátil.

### GRANOS Y GRADOS.

Las ruedas para desbaste reforzadas se fabrican en granos gruesos, 10 o 12 para trabajos pesados en máquinas oscilantes, 14, 16 y 20 en las de pedestal y 24 hasta 24 para las ruedas tipo 1, 6 y 11 en esmeriladores portátiles en fundiciones. Generalmente son de grado duro y pueden ser fabricados en granos finos para trabajos de acabado.

Se han desarrollado diferentes tipos de abrasivo para cada situación en particular. La familia del óxido de aluminio, incluye aleaciones abrasivas de alúmina-zirconio, óxido de aluminio sinterizado, triturado o extruido, óxidos de aluminio friables en varios grados, alguno de éstos son usados en acero, hierro fundido maleable, fundiciones de hierro gris y dúctiles, y en lingotes y placas en la industria siderúrgica. Los abrasivos de carburo de silicio son muy usados en fundición de hierro gris, hierro dúctil y fundiciones no ferrosas.

### APLICACIONES.

Las aplicaciones de las ruedas reforzadas son muy amplias y variadas, y debido a que se pueden utilizar abrasivos tanto en carburo de silicio como en óxido de aluminio, prácticamente se cubre todo el rango de metales, tales como cerámica y plásticos, etc. A continuación se muestra una lista de las principales categorías de aplicación:

1. Ruedas cortadoras para máquinas estacionarias de pedestal y sierras con motor de gasolina.
2. Ruedas esmeriladoras resistentes para máquinas oscilantes en siderúrgicas y fundiciones.
3. Desbaste en trabajos pesados sobre máquinas de pedestal con ruedas resistentes.
4. Ruedas para usarse en esmeriladores manuales para desbaste y acabado.
5. Ruedas para trabajar concreto, mampostería y cerámica.

Las ruedas reforzadas son usadas en operaciones que requieren mucha presión, la cual puede causar el rompimiento de las ruedas no reforzadas. Usualmente la pieza de trabajo es alimentada manualmente en máquinas estacionarias, o bien, la máquina portátil es operada sobre la pieza de trabajo fija. En el corte de marcos y tuberías se usan máquinas con base fija o máquinas cortadoras con armazón oscilante en las fundiciones. En el corte de materiales de mampostería, en la construcción, ranurado y uniones de concreto fresco, son muy utilizadas las sierras portátiles.

Las ruedas de cubo saliente, tipo 27 y 28 se utilizan en esmeriladoras portátiles de ángulo recto. Estas son montadas con una brida de forma especial o soportadas con un adaptador para trabajar en un ángulo de 10 a 45°. En las formas especiales tipo 27 y 28, en el montaje con tuercas, está rebajada la cara esmeriladora de la rueda para dar un claro cuando es usado un pequeño ángulo. Es muy importante seguir las instrucciones de montaje del fabricante para asegurar un uso correcto.

Algunos de los usos de las ruedas tipo 27 en máquinas portátiles de ángulo recto, son: remoción rápida de soldaduras y aleaciones de soldaduras, nivelado de piezas de fundición, entalladura de marcos y tuberías, remoción de oxidaciones y costros en placas de acero y en operaciones de acabado.

La mayoría de las ruedas reforzadas son utilizadas en trabajos pesados, de alta velocidad, en el desbaste en talleres de forja, fundiciones y siderúrgicas. Las ruedas para máquinas desbastadoras estacionarias, pueden ser hasta de 30" de diámetro y unas 4" de grueso. En aserradoras manuales de bastidor las ruedas tienen un rango de 10 a 24" de diámetro y de 1 a 3" de grueso; en esmeriladoras portátiles las ruedas tipo 1 son comunes de 6 a 8" de diámetro y de 1/4 a 1 1/4" de grueso. Algunas ruedas tipo 6 y 11 también son muy utilizadas.

#### 5.10 VELOCIDAD.

El rango de velocidad de las ruedas reforzadas está adelantando continuamente gracias al desarrollo de nuevas máquinas. Existe una velocidad apropiada para cada rueda y cada tipo de operación. Por esto es muy importante el recalcar, que las recomendaciones del fabricante deben ser estrictamente seguidas.

#### 5.11 SEGURIDAD.

El gran margen de seguridad inherente a las ruedas reforzadas, les ha permitido desplazar a otros tipos de ruedas esmeriladoras.

El uso de capas de materiales de refuerzo que dan una gran resistencia a la resistencia a la rueda y le ayudan a retener los pedazos en caso de ruptura, provee un factor de seguridad extra. Pero esto no quiere decir, que se debe eliminar el uso de una guarda protectora adecuada, y el chequeo frecuente de la velocidad, no solo para determinar las rpm actuales, sino para asegurar que la velocidad de la máquina no exceda la velocidad máxima de la rueda en uso.

El código de Seguridad Normalizada, Nacional Americano para el Uso, Cuidado y Protección de Ruedas Esmeriladoras (ANSI B7.1) debería ser muy familiar a los usuarios de éstos productos.

"La velocidad de la flecha de las máquinas deberá ser frecuentemente revisada con los instrumentos adecuados, por personal usuario competente, para asegurar la velocidad correcta al tamaño y tipo de rueda utilizada. Un registro permanente de tales observaciones, debería ser efectuado por el usuario!"

## CAPITULO 6

### FUNDAMENTOS DEL ESMERILADO

#### 6.1 PRINCIPIO.

El esmerilado de un material se lleva a cabo cuando una herramienta que es más dura que la pieza de trabajo y que se mueve en relación con él es forzada en el espacio ocupado para removerle un pedazo. En una rueda moderadamente fina el número de granos es de 1 millón/pulgada cúbica. La rueda abrasiva debe ser autoafilable, ya que los granos se fracturan produciendo nuevos filos cortantes.

#### 6.2 HERRAMIENTAS MECANICAS.

En forma general puede decirse que existen tres formas de herramientas:

- A ) .- De Acero
- B ) .- De Aleaciones de Fundición
- C ) .- De Carburos Cementados

En los abrasivos existe una gran variedad de combinaciones y flexibilidad entre los componentes de la liga, lo que hace más eficiente su rendimiento de operación, además existe una infinidad de materiales auxiliares, lo cual hace que prácticamente ningún material pueda no ser esmerilado.

#### 6.3 LA RUEDA IDEAL.

La rueda ideal debe ser aquella que cumpla con los siguientes requisitos o características:

- 1).- Que sea autoafilable
- 2).- Que no se gaste
- 3).- Que de el acabado requerido

- 9).- Para remoción rápida sin importar el acabado. Se deben emplear ruedas de grano grueso y estructura abierta.
- 10).- Para dar acabado debe emplearse grano fino.
- 11).- Para esmerilar materiales duros use grano fino.
- 12).- Para esmerilar materiales suaves use grano grueso.

Estos principios son básicos para uso general pero siempre habrá necesidad de adaptarse a trabajos específicos o especiales.

#### 6.4 SELECCION DEL ABRASIVO.

Ningún abrasivo es el mejor para todos los usos, pero debe tenerse en cuenta a los siguientes factores.

- 1).- Físicos
- 2).- Químicos
- 3).- Económicos
- 4).- Material a esmerilar

#### 6.5 VIRUTAS DEL ESMERILADO.

El esmerilado es un proceso de rebabeo, similar al del fresado y torneado, pero sus rebabas son mucho más pequeñas y trabaja a altas velocidades, con las cuales la temperatura aumenta entre la rueda y la pieza de trabajo, hasta cerca del punto de fusión de ésta pudiendo ocasionarse rápidas reacciones químicas y la rueda puede quedar tapada o embotada. En la siguiente tabla se indica el grado relativo de desgaste de los abrasivos ordinarios.



### CUALIDADES QUE DEPENDEN DE:

- 1).- Dureza
- 2).- tamaño de grano
- 3).- Estructura

### 6.3.2 ACCION DE CORTE.

La acción de corte o fractura de un grano abrasivo depende de :

- 1).- Fricción
- 2).- Compresión

### 6.3.3 PROFUNDIDAD DE CORTE.

De la profundidad de corte del grano abrasivo podemos mencionar los siguientes hechos relacionados con la acción de la rueda durante el esmerilado:

- 1).- El aumento de la velocidad de trabajo aumenta la profundidad de corte y hace que la rueda parezca más dura.
- 2).- Disminuir la velocidad de trabajo produce el efecto opuesto.
- 3).- El aumento de la velocidad de la rueda disminuye la profundidad de corte y hace que la rueda parezca más dura.
- 4).- Disminuir la velocidad de la rueda hará que aumente la profundidad de corte y hace que la rueda parezca más suave.
- 5).- Reducir el diámetro de la rueda aumenta la profundidad de corte y hace que la rueda sea más suave.
- 6).- Aumentar el diámetro de la rueda reduce la profundidad de corte y hace que la rueda sea más dura.
- 7).- Si se reduce el diámetro del trabajo la profundidad de corte aumenta y hace que la rueda parezca más suave.
- 8).- Si se aumenta el diámetro del trabajo la profundidad de corte disminuye y hace que la rueda parezca más dura.

- 9).- Para remoción rápida sin importar el acabado. Se deben emplear ruedas de grano grueso y estructura abierta.
- 10).- Para dar acabado debe emplearse grano fino.
- 11).- Para esmerilar materiales duros use grano fino.
- 12).- Para esmerilar materiales suaves use grano grueso.

Estos principios son básicos para uso general pero siempre habrá necesidad de adaptarse a trabajos específicos o especiales.

#### 6.4 SELECCION DEL ABRASIVO.

Ningún abrasivo es el mejor para todos los usos, pero debe tenerse en cuenta a los siguientes factores.

- 1).- Físicos
- 2).- Químicos
- 3).- Económicos
- 4).- Material a esmerilar

#### 6.5 VIRUTAS DEL ESMERILADO.

El esmerilado es un proceso de rebabeo, similar al del fresado y torneado, pero sus rebabas son mucho más pequeñas y trabaja a altas velocidades, con las cuales la temperatura aumenta entre la rueda y la pieza de trabajo, hasta cerca del punto de fusión de ésta pudiendo ocasionarse rápidas reacciones químicas y la rueda puede quedar tapada o embotada. En la siguiente tabla se indica el grado relativo de desgaste de los abrasivos ordinarios.

TABLA 6.I

<b>ABRASIVO</b>	<b>ACERO AL CARBON</b>	<b>HIERRO ENDURECIDO</b>	<b>VIDRIO</b>
Ox. Alum.	Bajo	Alto	Muy Alto
Carb. Sil.	Alto	Bajo	Bajo
N B C	Muy Alto	Alto	Alto
Diamante	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo

6.6 REACCIONES QUIMICAS.

Las reacciones químicas producidas no envuelven únicamente a la pieza de trabajo y al grano abrasivo, sino también a la atmósfera circundante, al refrigerante y a la liga.

6.7 DESGASTE.

El esmerilado está sujeto primordialmente a dos tipos de desgaste y que son:

- 1).- Mecánico. La rueda tiende a afilarse por sí misma, a mantener el corte rápido y constante.
- 2).- Químico. Es el desgaste ocasionado por reacciones químicas entre el abrasivo y la pieza de trabajo.

6.8 DESGASTE FISICO DEL ABRASIVO.

El grano abrasivo tiende a desgastarse por medio de los siguientes mecanismos físicos:

- 1).- Que el abrasivo se rompa y se desprenda de la rueda
- 2).- Que la liga se rompa
- 3).- Que el grano y la liga se gasten por el frotamiento con los granos ya desprendidos que se encuentran entre la rueda y la pieza.

## 6.9 SELECCION DE LA DUREZA.

Para seleccionar la Dureza de una rueda abrasiva, hay que tener en cuenta las siguientes razones:

- 1).- Efectuar una acción de corte segura
- 2).- Prevenir el perjudicar a la pieza de trabajo
- 3).- Minimizar los costos de esmerilado

## 6.10 DESGASTE DE LA RUEDA.

El desgaste a la fractura de las ruedas duras es menor que en las ruedas suaves, la cantidad de desgaste por rozamiento es la determinada por la naturaleza química del abrasivo y la composición del metal a trabajar lo cual puede lograrse mediante:

- 1).- Que la acción esmeriladora no cambie al trabajar, cuidando que siempre haya granos afilados.
- 2).- Para evitar rajaduras o quemaduras en la superficie de la pieza se debe tener en cuenta que hay un límite de dureza, sobre el cual la rueda se desafilas.
- 3).- La reducción de los costos de esmerilado por medio de la selección de la dureza se puede hacer en el caso en que no se puede aderezar y rectificar la rueda, lo que puede hacerse de la siguiente manera:

A).- Escoger el abrasivo que se desgaste menos con el material que se va a esmerilar.

Como ejemplo tenemos el desgaste por atrición de dos abrasivos con dos materiales esmerilados

Abrasivo	Desgaste en Cm. Cúbicos / cm.	
	Material A	Material B
Corindón	163.8	409.5
Cor - Ox. Zirconio	114.6	327.6
Material A = Acero al Carbón		
Material B = Acero Inoxidable		

El costo mínimo puede ser calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$M = \frac{K P V w}{(a + w)} \quad \text{Ec 1}$$

Donde K= Cte. característica del metal a trabajar

M= Metal removido en Lb/Hr

w= Desgaste de la rueda in cúbicas/hr

P= Fuerza en Lb

V= Velocidad de la rueda pies/min

a= Cantidad desgastada por rozamiento in. cúbicas/hr

El costo de esmerilado por hora es la suma del costo de la rueda, del costo del trabajo y de los costos generales, divididos entre el material removido por hora, lo que nos da el costo del material removido por hora:

$$\phi = \frac{(Am + L)}{m} \quad \text{Ec 2}$$

Donde  $\phi$  = Costo del metal removido en Cts. / Lb

A = Costo del Abrasivo

L = Costo del trabajo más gastos generales cts/hr

Sustituyendo el valor de M de la ec. en la Ec. 2 tenemos:

$$\phi = \frac{(Aw + L)(a + w)}{KPVw}$$

de donde:

$$\phi = \frac{I}{KPV} (aA + wA + aL/w + L)$$

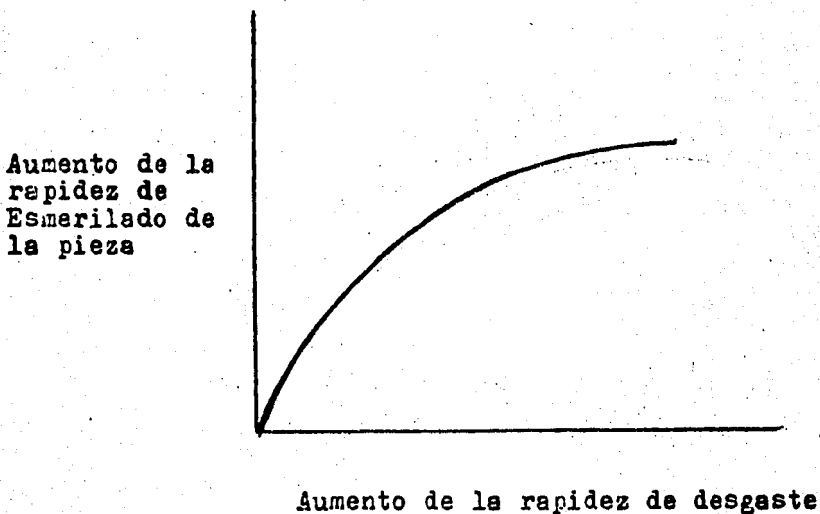
de donde obtenemos que la cantidad desgastada es:

$$w = aL / A$$

De donde puede observarse que el Corindón - Oxido de Zirconio se debe emplear para tener menor desgaste.

B).- Probar el esmerilado con diferentes Durezas. Haciendo una gráfica para ver como cambia la rapidez de esmerilado de la pieza se tendría:

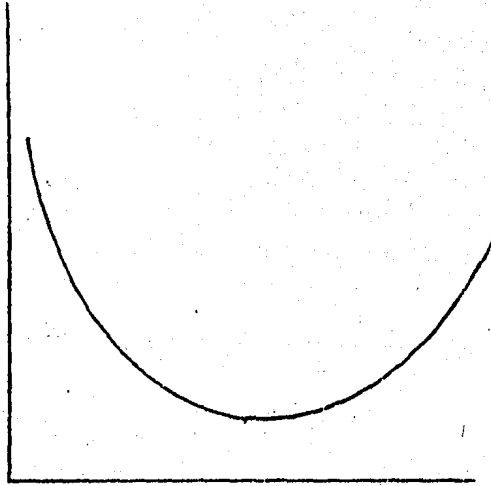
FIG. 6.1



C).- Cuantificar el costo de esmerilado con diferentes Durezas de la Rueda. Haciendo una gráfica para determinar y observar el comportamiento de los costos del esmerilado al aumentar la rapidez de desgaste de la rueda tendríamos:

FIG. 6.2

Aumento de  
los costos  
del esme -  
rilado



Aumento de la rapidez  
de desgaste de la Rueda

### 6.11 COSTOS MINIMOS.

El costo mínimo del esmerilado y el valor que le corresponde de la rapidez de desgaste depende de los siguientes factores:

- 1).- Tipo de Abrasivo
- 2).- Material a esmerilar
- 3).- Costos de Operación
- 4).- Costos Indirectos
- 5).- Costos del Abrasivo

## 6.12 SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE AYUDAN AL ESMERILADO.

Existen sustancias que pueden ayudar a evitar los efectos perjudiciales de la rueda y pueden añadirse a la liga o emplearse como un post-tratamiento para llenar la estructura porosa de la rueda que están en función de:

- 1).- Atacar químicamente a las rebabas, ya que éstas pueden volverse a soldar. (Pirita, Polímeros Clorados).
- 2).- Fundirse bajo el calor o rozamiento para formar una capa de líquido que lubrique a la rueda e impida a las rebabas tener contacto con la rueda (Criolita, Fluoroflorato de Potasio).
- 3).- Sustancias que rellenan la porosidad de la rueda para prevenirla contra el atrapamiento mecánico de las rebabas (Azufre, Cera).

En conclusión, a pesar de la aparición de rebabas producidas por el esmerilado y por procesos de corte con herramientas punzocortantes, existen importantes diferencias entre ellas.

## 6.13 OTROS FACTORES PERJUDICIALES.

Otros factores que deben cuidarse para evitar daños perjudiciales a la pieza de trabajo son:

- 1).- Las rebabas producidas se deben desprender de la pieza de trabajo ya que vuelven a soldarse por fusión, lo que hará que la rueda vuelva a trabajar sobre la parte ya trabajada, ocasionando un incremento en los costos del esmerilado.
- 2).- Las rebabas pueden tapar a la rueda, disminuyendo así su eficiencia y aumentando los costos.

## 6.14 AUXILIARES NATURALES DEL ESMERILADO.

Hay casos en que los problemas se resuelven sin la ayuda de auxiliares químicos, como es el caso del esmerilado del acero al Carbón cuyos rebabas se queman al reaccionar el carbón con el Oxígeno del aire, por lo que no vuelven a soldarse.



6.15 GENERALIDADES.

En la siguiente tabla se dan las generalidades principales para la correcta selección de la rueda y sus condiciones de operación.

FIGURA 6.3

CARACTERÍSTICAS DE LA RUEDA

CONDICIONES DE OPERACION		CARACTERÍSTICAS DE LA RUEDA											
		Tyralum	Tipo de ABRASIVO	FRIABILIDAD DEL GRANO	TAMANO DEL GRANO	Tipo de LIGA	GRADO DE DUREZA	FOROSIDA					
DUREZA DEL MATERIAL:		Duro					*						
RESISTENCIA DEL MATERIAL:		Suave								*			
TIPO DE MATERIAL:		Alta	*									*	
		Baja		*									*
		Acero	*										
		Hierro de fundición	*	*									
		No ferrosos	*	*									
		No metálicos	*	*									
ESMERILADO	CANTIDAD: GRANDE	CALIDAD: BAJA			*	*		*			*		
	PEQUEÑA	Acabado Fino		*	*	*	*	*		*	*		
		ALTA Superficie Geometría		*	*	*	*	*		*	*		
VELOCIDAD DE LA RUEDA:		Baja (hasta Alta 33 m/s)						*	*	*			
AREA DE CONTACTO:		Grande				*	*	*	*	*	*	*	*
		Pequeña				*	*	*	*	*	*	*	*
DESBASTE:		Muy severo			*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Normal			*	*	*	*	*	*	*	*	*
ESMERILADO DE	AVANCE:	Mucho		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VELOCIDAD DEL TRAB.	Poco		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Alta		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Baja		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA MAQ. EN SECO:	POTENCIA:	Alta		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Baja		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
EN HUMEDO:										o			
		(Las ruedas vitrificadas necesitan ser de uno o dos grados más suaves al esmerilar en seco que al esmerilar en húmedo)									o		
VIBRACIONES:											*		

## CAPITULO 7

### " FLUIDOS ESMERILADORES "

#### 7.1 DEFINICION.

Los principios básicos de los fluidos esmeriladores, son muy similares a los de los fluidos cortadores. Los fluidos usados son aceites y productos solubles en agua.

Los fluidos esmeriladores, se usan por las siguientes razones:

1. Mantener la temperatura de trabajo uniforme, para prevenir la distorsión de las partes y dar un mejor control en las dimensiones.
2. Reduce la fricción entre la rueda y la pieza de trabajo, además reduce la resistencia del metal a la acción del abrasivo. Esto es una función básica de lubricación.
3. Para facilitar el deslave de rebabas, partículas de abrasivo y otras materias extrañas, para evitar que se dañen las superficies del trabajo.
4. Para prevenir la cara de la rueda contra la carga, lo cual reduce la acción cortante del abrasivo.
5. Ayudar a la rueda a producir el acabado superficial requerido.

## 7.2 "PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS ESMERILADORES".

Los refrigerantes y lubricantes, son considerados más importantes que los fluidos esmeriladores, a pesar de la gran cantidad de funciones y propiedades operacionales que poseen.

Del 70 - 80% de la energía usada en los procesos esmeriladores, es aprovechada como calor, con temperaturas de 2000°F en la zona esmeriladora. Aproximadamente 2/3, partes de éste calor es el resultado de la deformación del metal por las partículas abrasivas; la acción enfriadora del fluido es esencial para proveer un mejor control dimensional. Las propiedades lubricantes del fluido, reducen la fricción entre la rueda y la pieza de trabajo, además, ayudan a reducir los caballos de potencia requeridos para dicha operación.

Otras propiedades esenciales de los fluidos esmeriladores son: Buena protección anticorrosiva para metales ferrosos, proporcionar la humedad y penetración adecuada para mantener limpia la cara de la rueda y libre para el corte, facilita la sedimentación de las rebabas, ser resistente a la rancidez y proporcionar seguridad para los operadores.

La polución, la salud y las normas de seguridad se consideran también muy importantes. Los fluidos esmeriladores no contendrán elementos pesados, como el plomo; mercurio; bario; cadmio; cromo; cinc; cobalto, y otras sustancias tóxicas como el cianuro. También, existe restricción para el uso de fenol en ciertas áreas, por lo cual es conveniente consultar con el estado y autoridades locales sobre estas limitaciones que gobiernan la composición y eliminación de desperdicios.

### 7.3 "TIPOS DE FLUIDOS ESMERILADORES".

Se dividen en dos categorías generales: aceites y productos solubles en agua.

Los aceites proveen resistencia al lubricante, y su rendimiento puede ser incrementado por la adición de azufre, cloro y materiales grasos, especialmente en operaciones severas de esmerilado, su rendimiento es invariable en roscas, engranes y en operaciones esmeriladoras de formas difíciles donde la lubricación es muy importante. En algunas operaciones, los aceites, pueden producir humos y neblinas, pero bien pueden usarse con sistemas complejos, o utilizar algún tipo de aceite que no produzca niebla para eliminar éstos inconvenientes.

Estos aceites se usan en un rango de viscosidad de 90-100 SSU (Unidades en Segundos Saybolt) a 100°F.

El agua es uno de medios de enfriamiento más efectivo, pero presenta algunos inconvenientes: promueve la oxidación y tiene muy poco o nada de valor como lubricante. Afortunadamente, la tecnología desarrollada de solubles en agua ha avanzado muy rápidamente hasta el punto en que han estado reemplazando a los aceites en una amplia gama de operaciones y proporcionan un rendimiento y acabado igual o mejor que los aceites.

En forma general los productos solubles en agua se clasifican en la siguiente forma:

1. Aceites solubles para propósitos generales; están compuestos de una ligera base de aceite mineral con aniones emulsificantes y otros productos químicos, los cuales sirven para dar estabilidad y promover la emulsificación del producto cuando se les ha adicionado agua.

Una composición simple con alto contenido de aceite, provee una adecuada protección anticorrosiva y una buena lubricación en operaciones ligeras de esmerilado.

2. Aceites solubles de alto rendimiento; proporcionan un alto rendimiento en operaciones difíciles de esmerilado. Contienen grandes cantidades de aditivos de alta presión y proporcionan la capacidad de reemplazar a los aceites para cortes en operaciones difíciles de esmerilado. Esto es debido a que los fluidos solubles en agua no presentan el inconveniente de humos y de niebla.
3. Los fluidos semisintéticos son productos relativamente nuevos. Compuestos por mezclas químicas, emulsificadores y con teñidos minerales o aceites hidrocarburos no mayores del 35% del compuesto. Forman mezclas translúcidas o transparentes al agregarles agua. Son compuestos muy complejos que satisfacen los requerimientos de rendimiento que con aceites solubles y aceites de alto rendimiento no se pueden obtener. Son muy resistentes a la oxidación y al control de la rancidez, con un alto grado de limpieza y transparencia que le permiten observar al operario la pieza cuando es procesada. Su alta acción detergente, les permite mantener ruedas limpias y libres para el corte.
4. Los fluidos sintéticos, son compuestos formados con aceites no minerales y una mezcla simple anticorrosiva o bien una mezcla compleja de productos químicos orgánicos sintéticos. Son compuestos transparentes, no requieren de emulsificadores y no les afectan las aguas duras. Son muy resistentes al control de la oxidación y muy limpios, aunados a una buena acción enfriadora hacen que sean idóneos en esmerilados cilíndricos simples, esmerilado sin centros, esmerilado de superficies y en otras operaciones. Se están desarrollando rápidamente productos sintéticos de alta resistencia que proporcionan un rendimiento similar a los tradicionales solubles en agua para trabajos pesados.

Las pastas concentradas ya han sido utilizadas en operaciones de esmerilado, pero, debido a su dificultad de mezclarse y controlarse adecuadamente, son virtualmente obsoletas.

#### 7.4 CUALIDADES.

La siguiente lista nos indica las cualidades deseables, en un fluido esmerilador pero que no se pueden dar todas en cada operación:

1. Enfriamiento rápido.
2. Baja tensión superficial.
3. Transparencia, en algunas operaciones es deseable que el operador observe el trabajo, aunque, en las máquinas automáticas modernas no se requiere de ésta observación.
4. No debe afectar la liga de la rueda. Algunos aceites pueden ocasionar engrosamiento en las ruedas reguladoras de hule y las ligas vitrificadas pueden ser dañadas por productos con alto p H (Peróxido de Hidrógeno).
5. Resistencia a la rancidez
6. Tener la viscosidad que les permitan penetrar rápidamente en el punto de contacto del esmerilado.
7. Brindar de protección anticorrosiva a metales no ferrosos.
8. Capacidad para producir un más alto acabado que con el grano y el grado de la rueda únicamente.
9. No ser depósito de gomas y lodos.
10. Estabilidad en su concentración
11. Si requiere mezclarse con agua, el producto deberá mezclarse rápidamente.
12. Producir poca espuma o interrumpir rápidamente la formación de ella.
13. Producir pocos destellos y puntos de fuego.

## 7.5 CANTIDAD DE FLUIDO REQUERIDO.

Cada trabajo será nuestra norma, las condiciones varían ampliamente de lugar a lugar, y de operación, pero bien se pueden marcar algunas generalidades.

Se usaron dos galones por minuto por cada caballo de fuerza absorbido en trabajos continuos, el tanque limitará de 2 a  $2\frac{1}{2}$  veces el fluido por minuto. En trabajos intermitentes, de 1 a  $1\frac{1}{2}$  por minuto es adecuado. Los caballos de fuerza se estiman en base a la cantidad de metal removido por minuto, 10 caballos de fuerza (H.P.) por cada pulgada cúbica.

El usar la cantidad y concentración adecuada es muy importante, especialmente cuando son productos solubles en agua. El rango de concentración puede ser de 10:1 (10 partes de agua por una de concentrado), o tan diluido como 100:1, dependiendo de la naturaleza y severidad de la operación. El no mantener concentración adecuada puede ocasionar los siguientes problemas: Corta vida útil en la rueda, acabado pobre, oxidación en partes ferrosas y rancidez. Las concentraciones muy pesadas pueden ocasionar dermatitis cuando se utilizan productos con mucho detergente. El mantener la concentración adecuada asegura el mejor rendimiento y el menor costo.



## 7.6 SELECCION DEL FLUIDO ESMERILADOR ADECUADO.

Los adelantos en el desarrollo de aceites y solubles en agua, han simplificado la selección de éstos para cada operación de esmerilado. La siguiente guía puede ser muy útil:

Aluminio y Magnesio.- Productos solubles en agua no son recomendados para trabajar el magnesio por el riesgo a producir fuego.

Aluminio.- Puede ser manchado por fluidos contaminados con azufre u otros productos, una simple prueba de inmersión nos determina la conveniencia de usar el producto.

Metales Heterogéneos.- Cuando se esmerila éste tipo de metales, existe la posibilidad de corrosión galvánica y de exceso de calor en las virutas acumuladas. Por lo cual es muy importante determinar si es o no el adecuado para trabajar con éstas condiciones.

Otros metales suaves.- El latón, bronce y otros metales no ferrosos, así también la fibra de vidrio, resinas sintéticas, si se trabajan con fluidos que contengan aceite. También pueden ser manchados por el azufre.

## 7.7 ESMERILADO SUPERFICIAL.

En el esmerilado superficial se usa amplia variedad de portaherramientas magnéticas, por esto se recomienda, que el fluido no permita depósitos o acumulación de materiales, ya que éstos tienden a molestar el trabajo, especialmente si son de hierro fundido que al unirse con el aceite, forman lodos que pueden obstruir el sistema de circulación. Al elegir el fluido se deberá tener ésta contingencia en mente.

### 7.8 ESMERILADO INTERNO.

En la elección del fluido apropiado, es más difícil y más importante en el esmerilado interno que en el cilíndrico. El fluido seleccionado proveerá una excelente limpieza y penetración que permita mantener la rueda limpia y libre para el corte. En algunas ruedas grandes, el fluido es bombeado a través de una flecha hueca y encuentra su camino a través de la substancia de una rueda porosa, razón adicional para proporcionar un alto grado de detergencia y limpieza.

### 7.9 ESMERILADO SIN CENTROS.

El fluido que se escoge para éste trabajo, deberá mantener el trabajo limpio y bien lubricado.

En las ruedas de regulación del esmerilado sin centros, si el fluido llega a formar lodos y éstos se depositan en la rueda, la pieza no pasará a través de la máquina con movimiento uniforme y el tamaño obtenido será variable. Por esto el fluido requerido, tendrá estabilidad y limpieza. Otro punto importante al seleccionar el fluido, es que no deberá apretar la liga de hule de la rueda reguladora.

### 7.10 RECTIFICADO Y PULIDO.

Aceites minerales y aceites son comunmente usados en el rectificadado y pulido, los cuales recientemente están siendo desplazados por los solubles en agua. La adición del 5 al 10% de azufre-clorinado en una base de aceite ayuda a mejorar el acabado superficial y amplía la vida de la herramienta.

El pulido puede ser en seco o húmedo. Los fluidos utilizados en ambos procesos son similares; en algunos rectificadados se utilizan lechadas con base de agua.

## 7.11 GENERALIDAD.

En general, los fluidos utilizados en el esmerilado, reducen la temperatura de operación, disminuyen la fricción, facilitan el deslave de viruta, mantienen la rueda limpia y tibia para el corte. El uso apropiado del fluido en cada operación, nos permite usar ruedas duras sin pérdidas en la velocidad de corte. Una economía adicional se produce con el uso de alimentaciones lentas. Se recomienda consultar la tabla de fluidos esmeriladores, al seleccionar el adecuado para cada operación (Ver tabla al final del capítulo).

## 7.12 LIMPIEZA DE LOS FLUIDOS ESMERILADORES.

Existen muchas ventajas al mantenerlos limpios ; ya que las partículas de abrasivo y material removido pueden interferir para dar el acabado requerido. La vida del refrigerante es mayor y reducen el uso de máquinas con sistemas purificadores complejos.

La pureza de un fluido puede ser medida en tres partes:

- 1.- La carga contaminada representada en partes por millón.
- 2.- El porcentaje de contaminación por paso.
- 3.- El tamaño de las partículas contaminadas, medida en micras.

Es importante notar que la falta de limpieza en el refrigerante, reducirá el rendimiento total de la máquina y de la rueda. En éstos casos se recomienda el uso de filtros para suplir los requerimientos de su equipo y así mantener limpio el fluido. Prácticamente los medios utilizados para mantener limpio un fluido son:

- 1.- Sedimentación.- Se usa donde un gran volumen de fluido es utilizado y se tiene un alto tiempo de retención del refrigerante, y además con la adición de placas desviadoras en el tanque, se reduce la turbulencia del refrigerante.
- 2.- Coladeras.- Muy empleadas en máquinas donde las rebabas producidas son grandes. Las coladeras no deben confundirse con los filtros.
- 3.- Centrifugado.- Su uso está siendo incrementado día a día, muy aplicado en operaciones que requieren aceites pesados.
- 4.- Separación Magnética.- No requiere de filtros, y se utiliza en la separación de metales ferrosos de líquidos.
- 5.- Filtrado.- Se aprovechan 3 tipos básicos, todos emplean el principio de hacer pasar el fluido a través de sustancias densas pero porosas, las cuales permiten el paso del fluido, pero detienen las partículas sólidas.
- 6.- Flotación.- Usado únicamente con solubles y aditivos en agua, éste método utiliza espumas que hacen que los sólidos floten.
- 7.- Métodos Combinados: Se usan éstas combinaciones en operaciones que así lo requieren y dan mejor resultado que un solo método.
- 8.- Ciclones.- Utilizados generalmente donde el contenido de sólidos es relativamente poco y se tiene una gran cantidad de fluido.

Con el incremento en las operaciones de alta producción, el empleo de sistemas centrales, se hace cada vez más útil. Permite incrementar la eficiencia en equipos automáticos y mecanizados y lo entrelaza con las demás líneas de producción.

## 7. 13 INSTALACION.

El buen éxito del equipo limpiador, depende de la eficiencia con la cual es instalado:

Existen 4 tipos de instalación, que son:

- 1.- Instalación completa de fluidos. El equipo limpiador, maneja completamente el fluido y la carga contaminada, conforme ésta es producida, la bomba del equipo libera el líquido de ellas.
- 2.- Sistema refrigerante central. Se usa cuando un grupo de máquinas similares se encuentran en una misma zona y si requieren del mismo tipo y concentración del fluido, sin que los requerimientos de calidad sean muy altos, el sistema refrigerante central, puede resolver muchos problemas.
- 3.- Método del tubo (By Pass) de Paso. Usado donde las cargas contaminadas son mínimas y muy ligeras, y requieren del manejo de pequeñas cantidades de aceite en períodos cortos.
- 4.- Sistema tipo dosificador. El aceite es limpiado de las partículas abrasivas y metálicas, por un tiempo continuo sin interrupción.

7-14 GUIA PARA LA SELECCION DE FLUIDOS ESMERILADORES

O P E R A C I O N

M E T A L	Esmerilado superficial y cilíndrico.	Esmerilado sin centros.	Esmerilado de formas	Esmerilado de roscas.	Rectificado
Cromo, Niquel, Aleaciones de cobalto, y acero inoxidable.	B-2a o b	B-2-b	A-2 B-2a o b	A-2	A-1 o 2
Aceros al carbón bajos y medios, y aleaciones de acero estructural.	B-1a o b	B-1b	B2a o b A-2	A-2	A-1
Hierro fundido	B-1a o b	B-1b	B-1a o b	B-1a o b A-2	A-1
Aleaciones de aluminio y Aleaciones de cobre.	B-1a o b B-2a o b	B-1b B-2b	B-2a o b A-1 o 2	A-1 o 2 B-2a o b	A-1
Titanio y aleaciones	B-1b B-2b	B-1b B-2b	B-2a o b	A-2 B-2a o b	A-1
Metales refractarios	B-2a o b A-2	B-2b A-2	E-2b A-2	A-2	A-2

A-1 - Aceite para servicio de corte ligero  
 A-2 - Aceite para servicio de corte pesado  
 B-1 - Semi-sintético o sintético  
 B-1a - Soluble o semi-sintético

B-1b - Sintético  
 B-2 - Soluble de alto rendimiento o sintético  
 B-2a - Soluble de alto rendimiento  
 B-2b - Sintético

## CAPITULO 8

### DES BASTADO

#### 8.1 DEFINICION.

El desbastado es la remoción rápida del material sin importar el acabado. Se practica principalmente en piezas fundidas, planchas y lingotes metálicos, a los cuales se les remueven los defectos de superficie como costras, aletas, etc., y para esmerilar sobrantes de soldaduras.

Antiguamente los defectos fueron eliminados fundiéndolos o cortándolos con soplete, pero se causaban variaciones en la estructura metálica de los aceros.

Las piezas metálicas se obtienen vertiendo el metal fundido en moldes de arena, en los cuales solidifican.

Las cavidades se producen por la generación de gases durante la solidificación del metal, y aunque puede disminuirse su aparición es difícil evitarlas completamente.

La importancia del desbastado consiste no solo en localizar los defectos, sino además removerlos. En esto se basa el avance en la tecnología de la fundición, que ha desarrollado métodos y medios eficaces para desbastar.

El aumento en la eficiencia se debe a la fabricación de herramientas de acero y de abrasivos cada vez mejores. Actualmente se conoce una gran variedad de ruedas para el desbastado. Ruedas para diferentes tipos de máquinas y de operaciones han desplazado a la antigua rueda de esmeril.

## 8.2 DIFERENTES TIPOS DE ESMERILADORAS.

El desbastado se realiza en piezas de tamaño y forma muy variables, lo cual ha causado la fabricación de diferentes tipos de máquinas esmeriladoras, siendo las más comunes de banco o pedestal, de balancín y portátiles.

### 8.2.1 ESMERILES DE BANCO O DE PEDESTAL.

Son máquinas sólidamente construídas que se encuentran fijas al suelo por un banco o una estructura metálica, teniendo una o dos ruedas en una flecha horizontal, y las ruedas utilizadas pueden medir de 150 a 900 mm. de diámetro dependiendo del tamaño de la máquina. Se les usa para desbastar piezas cuyo tamaño permite su manejo manual.

### 8.2.2 ESMERILADORAS DE BALANCIN.

El esmeril de balancín generalmente se encuentra suspendido de un punto cercano a su centro de gravedad por una grúa de brazo, lo cual permite al operario balancearlo en todas direcciones mientras desbasta. Generalmente usa ruedas de 400 a 500 mm. y se le utiliza para desbastar lingotes, planchas y piezas que por sus grandes dimensiones no pueden ser desplazadas por el operario.

### 8.2.3 HERRAMIENTAS PORTATILES.

Son máquinas pequeñas que se utilizan para remover aleas, líneas de separación y otros defectos, se conocen tres fuentes de energía para accionarlas:

Electricidad normal de baja frecuencia

Aire a presión

Electricidad de alta frecuencia



Utilizan principalmente ruedas planas hasta de 200 mm, discos reforzados con resaque o planos de 230 mm o 175 mm, conos y puntas montadas.

Algunas esmeriladoras portátiles con alta potencia y bajo peso son útiles porque reducen el cansancio del operario, y pueden utilizarse en estructuras soldadas de difícil acceso a las esmeriladoras comunes.

El uso apropiado de las herramientas dará un aumento en la producción, menor necesidad de mantenimiento y se obtendrá un costo menor.

#### 8.2.4 LAS HERRAMIENTAS ELECTRICAS.

Operan con corriente alterna. Son las más baratas en el mercado pero requieren un mantenimiento constante y caro, además del peligro que representan los cables eléctricos. Se utilizan en talleres pequeños que no pueden instalar un sistema neumático.

#### 8.2.5 HERRAMIENTAS NEUMATICAS.

Son las más económicas. Operan con aire a presión y no presentan las desventajas de las herramientas eléctricas pudiendo fabricarse tan pequeñas y ligeras como se desee, esto hace que el operario trabaje con menos fatiga. Las desventajas de las herramientas neumáticas son básicamente el alto consumo de energía debido a su baja eficiencia, y el mantenimiento de la compresora.

#### 8.2.6 HERRAMIENTAS ELECTRICAS DE ALTA FRECUENCIA.

Trabajan con una velocidad constante y generalmente a 300 ciclos, son las máquinas que operan con mayor eficiencia, pero sus costos totales de operación, son superiores a los de las herramientas neumáticas.

### 8.2.7 MAQUINAS AUTOMATICAS Y SEMIAUTOMATICAS.

Hace algunos años se han venido proyectando y construyendo desbastadoras de lingotes con diversos grados de automatización que superan claramente a los esmeriles de balancín. El objeto de éstas máquinas es desbastar más material en menos tiempo y eliminar el esfuerzo físico de los operarios.

Las máquinas cargan los lingotes o planchas en la mesa, los sujetan y proceden a desbastarlos controlando la velocidad superficial de la rueda, la velocidad transversal del cabezal o del trabajo y la presión para las diferentes superficies del lingote, tras desbastarlo en sus caras lo descargan, haciendo así el trabajo sin que el operario realice esfuerzo físico alguno.

### 8.3 'LAS RUEDAS DE DESBASTE.

#### 8.3.1 ABRASIVO.

La habilidad de los diferentes abrasivos para mantenerse afilados varía con el material que se está esmerilando y debe seleccionarse un abrasivo que sea compatible con el metal. El abrasivo más empleado es el óxido de aluminio. En el desbaste de refractarios broncees suaves, etc., se emplea carburo de silicio.

#### 8.3.2 GRANO.

El tamaño del grano determina su habilidad para penetrar en el material. Para realizar una remoción adecuada el grano debe ser tan grande como sea posible, pero apropiado a las condiciones de operación. Las ruedas de desbaste se fabrican con grano ya que en el desbastado interesa la remoción y no el acabado. En ruedas pequeñas es conveniente usar grano fino.

### 8.3.3 DUREZA.

La dureza de una rueda es su habilidad para retener los granos abrasivos mientras está esmerilando. Las ruedas de desbaste son generalmente muy duras. Para seleccionar la dureza de una rueda, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- a) Acabado y potencia de la máquina.
- b) Arco de contacto entre la rueda y el trabajo.
- c) Velocidad periférica de la rueda.
- d) Velocidad de recorrido sobre el trabajo.
- e) Presión a que se someterá la rueda.

LA DUREZA DE UNA RUEDA NO ES ABSOLUTA Y VARIA AL CAMBIAR CUALQUIERA DE LAS CONDICIONES ANTERIORES.

### 8.3.4 ESTRUCTURA.

Se refiere a la proporción de liga, abrasivo y espacios vacíos en una rueda. En operaciones de desbaste se emplean ruedas de estructura mediana que no se calientan mucho durante el desbastado pues el aire circula por su interior.

La estructura es muy importante porque en el desbastado generalmente se trabaja sin líquidos refrigerantes.

### 8.3.5 LIGA.

Las ruedas empleadas en el desbaste son generalmente de liga orgánica. Son preferibles las ruedas resinosas por su gran resistencia a la temperatura y al impacto. Las ruedas de hule no se emplean pues al esmerilar con ellas producen un olor muy desagradable y su eficiencia es menor.

#### 8.4 RUEDAS REFORZADAS Y SIN BARRENO.

Se han desarrollado dos cambios importantes para aumentar la resistencia de las ruedas de desbaste. El primer medio fue reforzar las ruedas con mallas internas de fibra de vidrio, el segundo, eliminar el barreno y sustituirlo por varias perforaciones para perno equidistantes y diametralmente colocadas.

El objeto de aumentar la resistencia de las ruedas es poder girarlas a mayor velocidad y bajo una presión mayor.

#### 8.5 VELOCIDAD PERIFERICA.

La velocidad periférica o superficial es aquella a la cual se desplazan los granos abrasivos que se encuentran en la cara de corte de la rueda y es la velocidad efectiva de esmerilado.

La velocidad periférica de una rueda influye mucho en su rendimiento, y debe fijarse dependiendo del tipo de máquina en que se opera.

Se recomienda desbastar en esmeriles portátiles a 33-45-80 m/seg. En esmeriles de banco o pedestal de desbaste con las mismas velocidades. Cuando se emplean esmeriles de balancín las velocidades recomendables son 45-62.5-80 m/seg. La última es recomendable sólo en desbaste automático.

Es importante buscar un aumento en la velocidad periférica pues las ruedas duran más y a la vez se obtiene un aumento en la producción, la generación de calor y rebabas es menor y además se disminuye la fatiga del operario. Sin embargo, si se aumenta indefinidamente la velocidad además del peligro de rotura llega un aumento en que los granos no penetran efectivamente al material y la cantidad removida disminuye, ésta velocidad crítica varía con la presión de esmerilado, la especificación y tamaño de las ruedas y la naturaleza del material que se desbasta.

Debe entenderse que las ruedas de desbaste se desganan rápidamente, y las máquinas deberían contar con un mecanismo de velocidad periférica constante. Si la banda de transmisión se desliza, o el motor no tiene la potencia suficiente, la rueda no trabajará eficientemente.

## 8.6 PRESION DE TRABAJO.

Cuando se aumenta la presión se obtiene un aumento en la cantidad removida del material, así como un mayor desgaste de la rueda, ya que se remueven más fácilmente los granos.

La presión puede aumentarse hasta cierto límite, el cual está impuesto por el desgaste de la rueda, falla en la rigidez o potencia de la máquina o generación excesiva de calor.

En los esmeriles de banco o de pedestal se han utilizado las barras de presión para presionar el trabajo sobre la rueda. Las barras de presión están fijes en un extremo y con ellas se hace palanca para recargar la pieza por desbastar.

En los esmeriles de balancín se presiona el esmeril recargando la rueda sobre la palanca o fundición, y en algunos casos se utilizan medios hidráulicos o mecánicos para lograr éste propósito.

Las esmeriladoras manuales no cuentan con aditamentos especiales para presionar y únicamente el operario ejerce la fuerza durante el desbastado.

En algunos casos puede disminuirse el grueso de las ruedas para obtener una presión de contacto más elevada, y en todos los casos debe considerarse cuidadosamente el área de contacto para no correr el riesgo de romper la rueda.

## 8.7 EFICIENCIA DE UNA RUEDA.

Las ruedas abrasivas han sido fabricadas para esmerilar, y deben desgastarse para efectuar su trabajo. La mejor medida de eficiencia en una rueda es determinar los kilogramos de metal que remueve por Kg. que se desgasta.

Las pruebas para determinar la eficiencia de una rueda deben realizarse manteniendo constantes la velocidad de la rueda, la velocidad del trabajo, la presión de esmerilado y el área de contacto. El procedimiento general de una prueba sería:

- 1.- Pesar la rueda.
- 2.- Pesar la pieza por desbastar.
- 3.- Medir las RPM de la esmeriladora antes de montar la rueda.
- 4.- Colocar la rueda y la guarda protectora.
- 5.- Desbastar el metal manteniendo constantes las condiciones fijadas anteriormente.
- 6.- Cuando se ha removido una cantidad considerable, detener la máquina.
- 7.- Remover la rueda y pesarla.
- 8.- Pesar la pieza que se ha desgastado.

Los kilogramos removidos en ambos lados se calculan por diferencia del peso antes y después de desbastar. Si se realizan varias pruebas deben hacerse en una misma máquina y con un mismo obrero, para obtener veracidad.

## 8.8 MANTENIMIENTO DE LAS MAQUINAS.

El mantenimiento comprende la serie de gastos realizados para mantener a una máquina trabajando satisfactoriamente. Es necesario contar con una buena existencia de las refacciones más necesarias. Lubricar periódicamente todas las máquinas traerá una alta eficiencia en las mismas.

El supervisor es el encargado de evitar el abuso de las máquinas y de las ruedas, ya que el uso inadecuado puede traer grandes pérdidas a la empresa y elevados riesgos a los operarios.

## 8.9 COSTOS.

Los costos totales del desbastado se calculan sumando el costo de la rueda, la mano de obra y los gastos generales, y éste valor se divide entre los Kgs. de metal removido.

### 8.9.1 LA RUEDA.

Es necesario seleccionar una rueda que produzca un acabado satisfactorio, que remueva una cantidad de material de acuerdo con la capacidad de producción, y que necesite el mínimo de aderezo, Es importante notar que las ruedas más baratas no suelen ser las más económicas.

### 8.9.2 LA MAQUINA.

La compra de una máquina no debe considerarse como un gasto, sino como una inversión.

Debe pensarse en adquirir una máquina nueva cuando el costo de reparación de la máquina vieja exceda en un 50% del precio de la esmeriladora por comprar.

Debe adquirirse equipo que sea capaz de acelerar la producción, para que su costo se recupere en un tiempo mínimo. El tiempo de reembolso se calcula con base en la disminución del tiempo empleado para realizar un trabajo, y el salario del operador que utiliza la máquina.

Cuando se desea comprar máquinas que operan a altas velocidades y con gran presión, debe considerarse cuidadosamente el costo, porque puede suceder que se remueva una cantidad excesiva de metal y únicamente se está aumentando el costo.

## 8.10 DESBASTADO AL ROJO.

Como el acero es relativamente maleable a temperaturas superiores a 900°C se pensó que los lingotes y planchas al rojo se pueden desbastar con mayor rapidez. Las ventajas obtenidas por éste proceso son:

- a) Un incremento de los Kgs. removidos de metal por hora.
- b) Una disminución en el consumo de potencia, ya que se puede trabajar con una presión menor en el cabezal.

Las máquinas que desbastan lingotes y planchas al rojo emplean generalmente ruedas reforzadas que giran con una velocidad superficial de 80 m/seg.

El desgaste de las ruedas se incrementa pero su eficiencia no se altera y el equipo no sufre ningún deterioro por las altas temperaturas de los lingotes.

El desbastado en piezas al rojo, es en general, más económico que el desbastado en piezas a temperaturas ambiente.

## 8. II SEGURIDAD.

La rotura de una rueda es la principal limitación que se opone al incremento de velocidad en el desbastado. Una rueda Nunca debe emplearse a una velocidad periférica superior a la que ha sido recomendada para ella, ésto debe indicársele continuamente al obrero.

Los esmeriles de pedestal presentan un considerable peligro si cuentan con mecanismo de velocidad variable, ya que las revoluciones deben ir aumentándose a la vez que se va desgastando la rueda. Si un operario incrementa las revoluciones sin considerar el desgaste, puede resultar seriamente lesionado.



Sin embargo, las ruedas pueden romperse sin importar el material de que están hechas y el factor de seguridad empleado. Como al aumentar la velocidad se aumenta la velocidad de proyección de los fragmentos, debe emplearse una guarda adecuada.

Algunas máquinas automáticas, además de la guarda, cuentan con una cabina con paredes de vidrio inastillable, para que el operario observe cómodamente y con gran seguridad el proceso de desbastado. Las cabinas más modernas suelen tener aire acondicionado, ventiladores y sillones ajustables para dar confort y asegurar la productividad del operario.

### 8.12 DESARROLLO DEL DESBASTADO.

Las máquinas que se fabricarán en un futuro cercano, trabajarán con motores de 200-250 HP, con una carga de 900 Kgs, y a una velocidad periférica cercana a 100 m/seg. también la velocidad del cabezal sobre el trabajo se espera sea de 1 m/seg. Para considerar el desarrollo en la tecnología del desbastado, se esperan los siguientes avances:

- 1.- Velocidad constante de la rueda bajo todas las condiciones posibles.
- 2.- Cambio de la rueda en el menor tiempo posible.
- 3.- Máquinas que operan a control remoto, de manera que una sola persona pueda manejar varias a la vez.
- 4.- Ruedas abrasivas con mayor resistencia para poder soportar presiones y velocidades mayores.

Solamente el desarrollo continuo de los abrasivos y de las máquinas de desbaste, puede satisfacer la creciente demanda de las fundiciones.

## CAPITULO 9

### C O R T E

#### 9.1 DEFINICION.

Actualmente se conoce al corte con discos abrasivos como un método moderno y eficaz para cortar no solamente metales, sino otros materiales como vidrio, cerámica y materiales de construcción. Las ventajas del corte abrasivo son:

- 1.- Reducidos tiempos de corte.
- 2.- Cortes con precisión.
- 3.- Cortes rectos con el ángulo deseado.
- 4.- Buen acabado en las caras seccionadas.
- 5.- Poca generación de calor que evita el cambio en la estructura de los metales.

Una aplicación muy generalizada de los discos abrasivos, es el corte de los conductos de coleda en las piezas obtenidas por fundición.

#### 9.2 METODOS DE CORTE.

Se conocen tres métodos principales de corte: Corte en seco; con líquido refrigerante y con la pieza por cortar totalmente sumergida en líquido.

##### 9.2.1 CORTE EN SECO.

Es un corte rápido. Por ejemplo, se requiere solamente 15 ó 20 segundos para cortar una barra de acero templado de 75 mm de diámetro.

Durante el corte en seco puede producirse rebabas y decoloraciones en las superficies cortadas.

Las velocidades periféricas recomendables para cortar en seco son: 50 m/seg. en piezas de gran sección transversal, y 80 m/seg. para piezas de pequeña sección.

La mayoría de las máquinas cortadoras en seco seccionan piezas sólidas hasta de 25.5 cm<sup>2</sup>. de sección transversal, y estructura hasta de 51 cm<sup>2</sup>. Algunas máquinas tienen mayor capacidad.

### 9.2.2 CORTE CON LIQUIDO.

Es un corte más lento, pero con él se obtiene mayor precisión y mejor acabado. Suele cortarse con líquido los siguientes materiales:

Aceros magnéticos, aceros al tungsteno y molibdeno, ya que un calentamiento excesivo puede producir grietas.

Aleaciones de magnesio, que pueden quemarse. Piedras naturales o artificiales, vidrio, plásticos, asbesto, cemento, refractarios, - ladrillos.

El líquido refrigerante empleado en el corte es principalmente agua, pero se le adiciona un poco de antioxidante para evitar la corrosión. Debe derramarse con baja presión pero en gran volumen de ambos lados del disco y en el punto de contacto de la rueda y el trabajo.

El líquido refrigerante evita la dilatación de la pieza que tiende a prensar el disco durante el corte.

El corte con líquido se realiza a velocidades periféricas de 30 a 48 m/seg. Al disminuir la velocidad y el calentamiento se obtiene mejor calidad y precisión.

### 9.2.3 CORTE SUMERGIDO.

Cortando la pieza totalmente sumergida en líquido se obtiene un enfriamiento completo.

El único inconveniente si así se considera es que no puede observarse el corte.

### 9.3 POTENCIA.

Cada día más fabricantes de maquinaria hacen notar la importancia de que una máquina cuente con la potencia suficiente. Sólo así puede obtenerse una velocidad periférica constante que produce un corte limpio y más preciso, además de más cortes por discos. ES UN METODO POCO ECONOMICO ESCAFIMAR EN POTENCIA AL SELECCIONAR UNA MAQUINA PARA COERTAR. En la mayoría de los casos las máquinas tienen escasa potencia y pocas veces tienen potencia de sobra.

La potencia es una función de la longitud de corte, del grueso del disco y de la velocidad periférica; si se desea aumentar cualquiera de estos factores se debe aumentar también la potencia del motor.

La potencia mínima requerida en máquinas estándar con base en el diámetro de los discos es:

DIAMETRO (mm)	250	300	350	400	450	500
POTENCIA (HP)	4a5	7a10	10a15	15a20	20a25	25a30

### 9.4 MAQUINAS DE CORTE.

Las máquinas de corte deben tener las características siguientes:

Motor con potencia suficiente, sin deslizamientos en las bandas.

Flecha sin vibraciones, capaz de operar el disco a una velocidad periférica elevada.

Rigidez en los mecanismos de avance y sujeción. Un dispositivo adecuado de sujeción de ambos lados del disco, que mantenga al material por cortar.

Sistemas apropiados de guarda y extracción, dependiendo del propósito y localización de la máquina.

#### 9.4.1 CORTADORAS COMUNES.

La mesa y la pieza por cortar se mantienen fijas y el cabezal del disco desciende sobre la pieza. El avance puede ser manual o automático. Cuando el avance es manual la eficiencia depende del criterio del operario, ya que una presión baja, causa el pulido de los granos y la presión excesiva aumenta el desgaste del disco. Se cortan cilindros hasta de 50 mm y tubos hasta de 100 mm de diámetro. Los discos que se utilizan pueden medir hasta 500 mm.

#### 9.4.2. CORTADORAS DE BALANCIIN.

Se operan de la misma manera que los esmeriles de balancín empleados en el desbastado. Son fácilmente maniobrables y muy útiles para cortar conductos de co - lada en piezas de fundición que por su tamaño no pueden maniobrarse fácilmente. Emplean discos reforzados de 300 a 600 mm y su potencia depende del diámetro del disco empleado.

#### 9.4.3 CORTADORAS OSCILANTES.

Pueden cortar piezas de mayor sección porque se reduce el área de contacto al oscilar el disco de ambos lados del plano de corte. Además, al variar el punto de contacto el líquido enfriador trabaja con mayor efectividad y se genera menos calor. Las máquinas oscilantes aumentan la vida de los discos, la velocidad de corte y la calidad del acabado; utilizan discos de 150 a 500 mm.

#### 9.4.4 CORTADORAS HORIZONTALES.

Las cortadoras horizontales son de dos tipos:

El primero, el material por cortar se fija a una mesa horizontal y el disco se recorre sobre él; el segundo, el disco se monta en una flecha fija, y la plancha o lingote por cortar se desplaza bajo él en un banco móvil.

El segundo tipo es generalmente de menor capacidad y ofrece menos seguridad al operario. Emplean discos de 300 a 350 mm.

Las máquinas con el disco móvil utilizan discos hasta de 550 mm.

Puede obtenerse mayor exactitud pasando el disco varias veces por el trabajo, formado así una ranura que se incrementa hasta que la pieza se secciona totalmente.

#### 9.4.5 CORTADORAS ROTATIVAS.

Se utilizan en el corte de sólidos y tubos de gran diámetro. Giran la pieza por cortar y el disco sólo penetra hasta el centro, seccionándola completamente. Esta máquina permite el corte de piezas que de otra forma sería imposible con discos del mismo diámetro. Otras ventajas del corte giratorio es la ausencia de rebabas en el exterior del material, y una mayor economía del disco ya que los granos penetran solamente la pared de los tubos o hasta el centro de las barras. Las cortadoras rotativas cortan barras y tubos con diámetro mayor de 350 mm.

#### 9.4.6 HERRAMIENTAS PORTATILES.

Se emplean en el corte de conductos de colada, para cortar láminas de asbesto y refractarios. Emplean discos de 175 a 225 mm.

## 9.5 SUJECION DE LA PIEZA.

El método de sujetar la pieza debe considerarse cuidadosamente, porque influye mucho su forma y tamaño. La sujeción debe ser rígida y las abrazaderas deben colocarse tan cerca del corte como sea posible, pero sin interferir la acción del líquido enfriador si se usa.

Cuando no interesa la precisión del corte y la generación de rebabas basta una abrazadera de un lado del corte. Cuando se corta piezas curvas se recomienda sujetar el material con una abrazadera, de manera que la pieza cortada caiga libremente al terminar el corte. En ocasiones se utiliza guías de carburo para evitar que el disco se pandee y el corte resulte curvo.

## 9.6. CARACTERISTICAS DE LOS DISCOS DE CORTE.

Para seleccionar un disco cortador se debe tomar en consideración los siguientes aspectos de la operación:

### 9.6.1 MAQUINA.

Tipo, velocidad de operación, potencia, estado, avence, si opera o no con líquido refrigerante.

### 9.6.2 MATERIAL.

Resistencia tensil, dureza, ductilidad, sensibilidad al calor y área seccional.

### 9.6.3 CALIDAD DE CORTE.

Frío, sin rebabas, limpio, etc.

### 9.6.4 DIMENSIONES DE LOS DISCOS.

El grueso de un disco no reforzado es normalmente la centésima parte del diámetro. En los discos reforzados el grueso aumenta a la ochentava.

### 9.6.5 ABRASIVO.

Se emplea el óxido de aluminio regular para todo tipo de aceros, metales no ferrosos y hierro de fundición. Cuando se quiere hacer cortes fríos en materiales resistentes como aceros al tungsteno y al molibdeno, se usa el óxido de aluminio blanco. Los materiales no metálicos se cortan con carburo de silicio. Se suele cortar mármol granito y carburo de tungsteno con discos de diamante.

### 9.6.6 GRANO.

Si se desea una larga duración de los discos se usa grano grueso (16-36), si se desea cortes con gran calidad se recomienda usar grano fino (46-180) Una alta calidad se obtiene sacrificando la vida de los discos.

Mientras más delgado es un disco debe emplearse grano más fino. Si se va a cortar áreas grandes es recomendable usar grano grueso.

### 9.6.7 DUREZA.

Si se corta materiales muy duros o secciones grandes se debe usar discos suaves; en casos opuestos son preferibles los discos duros.

Si un disco se desgasta muy rápido puede ser porque es muy suave o se está ejerciendo una presión excesiva. Otras causas posibles son la poca cantidad de líquido, vibraciones en la flecha y potencia insuficiente de la máquina.

Debe procurarse trabajar con máquinas de potencia tal que la dureza del disco no produzca quemaduras en el material. Si ésto ocurre el disco no sirve y debe seleccionarse un disco más suave.



### 9.6.8 LIGA.

El primer aglutinante empleado en los discos de corte fué la goma laca, posteriormente se empleó el hule y en la actualidad se prefiere el disco de resina reforzado por su alta resistencia y flexibilidad.

El refuerzo, mallas internas de fibra de vidrio, no interfieren en el desarrollo del corte, pero dá una mayor resistencia a las presiones en las caras laterales del disco, que son muy comunes en las operaciones manuales de corte.

### 9.7 EFICIENCIA.

El coeficiente de eficiencia en los discos cortadores se obtiene dividiendo el área total seccionada entre el área que desgasta.

#### AREA SECCIONADA

$$E = \frac{\text{AREA SECCIONADA}}{\text{AREA DESGASTADA}}$$

El área seccionada es igual al área que se secciona en una pieza (en  $\text{mm}^2$ ), por el número de cortes realizados.

El área desgastada del disco se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Area desgastada} = (D_1^2 - D_2^2) \times 0.785$$

Donde  $D_1$  = diámetro original del disco en mm.

$D_2$  = diámetro del disco desgastado en mm.

Quando se cortan barras cilíndricas, la eficiencia se calcula fácilmente mediante la fórmula:

$$E = \frac{d^2 \times \text{número de cortes}}{D_1^2 - D_2^2}$$

Donde  $d$  = diámetro de la barra en mm.

La eficiencia depende de la adecuada selección y unión de los componentes de un disco, como son el abrasivo, la liga y el refuerzo.

## 9.8 VELOCIDADES PERIFERICAS.

### 9.8.1 VELOCIDAD PERIFERICA ECONOMICA.

Depende de las características del material, calidad de corte y precisión que se desea en las piezas cortadas. En materiales orgánicos (plásticos) la velocidad económica es de 25 a 60 m/seg. En metales se debe cortar entre 60 y 80 m/seg.

Cuando se sujete rígidamente a la pieza y la rueda tiene la resistencia suficiente, es recomendable llegar a 100 m/seg.

### 9.8.2 VELOCIDAD PERIFERICA MAXIMA.

Se fija de acuerdo con los límites de seguridad dependiendo del tipo de máquina y del disco empleado.

Disco no reforzado hasta de 500 mm, en máquinas de todo tipo con sujeción adecuada y mecanismo fijo de avance, deben emplearse hasta 80 m/seg.

Discos reforzados de 175 a 225 mm, en máquinas portátiles con avance manual pueden utilizarse a 80 m/seg.

Los discos reforzados de 250 a 450 mm, pueden girarse a 100 m/seg. en máquinas estacionarias con mecanismos fijos de sujeción y avance.

## 9.9 VELOCIDAD DE CORTE.

Llamemos velocidad de corte a la sección que corta un disco en un segundo. Puede aumentarse al aumentar la velocidad periférica, la potencia del motor de la máquina o la presión sobre el trabajo. El inconveniente de incrementar la velocidad de corte es el peligro de que el disco se rompa.

## 9.10 CORTE DE PIEZAS AL ROJO.

En algunas industrias se ha cortado barras y tuberías a temperaturas cercanas a  $1100^{\circ}\text{C}$ , con discos cortadores de 1000 mm. La velocidad periférica se mantiene en 110 m/seg.

Los discos que se emplean en éstas operaciones carecen de barrenos centrales; y en su lugar, se sujetan a la flecha por medio de perforaciones para perno colocadas diametralmente. La ausencia de barrenos y el refuerzo dan al disco una gran resistencia.

Las ventajas del corte al rojo son muchas: es más eficiente, más rápido, más limpio. Al no haber generación de rebabas, produce menos ruido y requiere menos mantenimiento de equipo. En general es más barato. El mayor problema en el corte al rojo, es desplazar rápidamente las piezas para evitar que se enfríen, porque esto disminuye la eficiencia y la velocidad de corte.

## 9.11 MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO.

El fabricante de disco toma todas las precauciones posibles para asegurarse de que lleguen en las mejores condiciones al consumidor. Toca a éste manejarlos correctamente desde que los recibe hasta que los monta en la máquina.

Los discos no deben someterse a esfuerzos indebidos durante el manejo o el almacenamiento.

No se debe almacenar discos de canto, se deben apilar sobre una superficie plana y resistente, alejados del calor excesivo. Una placa de acero o una rueda vitrificada plana son buenas bases para apilar los discos. Una pieza similar se debe colocar encima de la pila para evitar el pandeamiento.

## 9.12 NORMAS DE SEGURIDAD EN EL EMPLEO DE DISCOS ABRASIVOS.

- 1.- Usar siempre gafas de seguridad.
- 2.- La máquina debe diseñarse correctamente respecto a su potencia y capacidad. La flecha debe mantenerse en condiciones aceptables de operación. La máquina debe cimentarse sólidamente para resistir las vibraciones, y el mecanismo de sujeción debe mantener a la pieza con seguridad. Es necesario dotar a la máquina con una guarda adecuada.
- 3.- El disco debe tener las especificaciones recomendadas por el fabricante. Antes de montarlo examinarlo cuidadosamente para verificar si no ha sufrido roturas o cualquier daño durante el trayecto desde la fábrica.
- 4.- Las caras de las bridas deben estar planas, limpias y libres de rebabas y deben formar un ángulo de 90° con el eje de la flecha. La brida fija debe girar sin desviaciones.
- 5.- Con excepción de algunas operaciones con líquidos emplear siempre rondanas de algún material compresivo de ambos lados del disco.
- 6.- Comparar la velocidad de la flecha contra la velocidad máxima especificada en el disco por el fabricante. La velocidad máxima nunca debe excederse. En muchos casos la mejor velocidad de operación es bastante menor que la máxima.
- 7.- El barrenado del disco debe permitir la entrada de la flecha sin una soltura excesiva. Nunca forzar el disco en la flecha.
- 8.- No apretar excesivamente al colocar la tuerca de la flecha. El apriete debe ser suficiente solo para evitar el deslizamiento del disco.
- 9.- Asegúrese de que la guarda del disco se encuentra colocada y asegurada correctamente antes de accionar la máquina.

- 10.- Antes de utilizar un disco nuevo, dejarlo girar libremente durante un minuto, evitando colocarse enfrente de él.
- 11.- El disco debe ponerse en contacto con el trabajo suavemente, sin choques violentos. El disco debe cortar sin mucho esfuerzo, y la velocidad periférica no debe frenarse durante la operación. Cuando se ha terminado el corte, el disco debe removerse tan rápido como sea posible para evitar presiones laterales y el prensado del disco.

=====

## CAPITULO IO

### IO.I DEFINICION      RECTIFICADO

Es una operación de remoción de material por medio de una rueda abrasiva que se aplica normalmente a piezas mecanizadas y/o tratadas térmicamente y que requieren una alta precisión en sus dimensiones y cuyas superficies deben quedar lisas y pulidas.

Algunas de las piezas que se pueden rectificar son Arboles de leva, casquillos, cigueñales, bancadas de máquinas herramienta, etc.

### IO.2 Principales operaciones de rectificado:

CILINDRICO	Exterior Sin centros Interior
DE SUPERFICIE	Superficies planas Afilado

### IO.3 Principales tipos de máquinas para el rectificado:

Rectificadores de superficies planas  
Rectificadoras de exteriores e interiores  
Afiladoras

### IO.4. El rectificado cilíndrico exterior:

Una definición adecuada sería "Es el rectificado de la periferia de una pieza de trabajo que gira y está sujeta rígidamente".

Los movimientos esenciales en el rectificado cilíndrico son 4 , a saber: el movimiento de la pieza de trabajo, el movimiento de la rueda abrasiva, el avance y retiro de la rueda sobre la pieza de trabajo y el movimiento transversal de uno de estos elementos respecto al otro.

#### 0.4.1 El movimiento transversal.

Este movimiento puede realizarse por medios hidráulicos o mecánicos, con un conjunto de perros de arrastre para fijar el movimiento de inversión en el punto deseado.

Las máquinas con velocidades transversales variables, permiten ajustes de éste movimiento para adecuarlas al ancho de la rueda.

La tendencia actual es hacia un movimiento transversal hidráulico que pueda ser operado más rápidamente y sin vibraciones para obtener una mayor remoción de metal en menor tiempo.

Una velocidad transversal más alta, permite el uso de ruedas más duras y en algunos casos, se reduce el peligro de quemaduras o distorsiones de las piezas de trabajo.

#### 10.4.2 El avance:

El avance puede hacerse manual, mecánica o eléctricamente, con incrementos tan pequeños como 0.001 3 mm y se puede conectar al mecanismo de inversión, de modo que la rueda corte en cada pasada o continuamente como en el esmerilado de profundidad.

#### 10.4.3 La velocidad:

En la mayoría de las rectificadoras, la rueda gira dentro de un intervalo de velocidades que depende del tipo de rectificado que vaya a realizarse.

Dentro de éste intervalo de velocidades, la rueda actúa mejor y más económicamente.

En el esmerilado cilíndrico exterior el intervalo de velocidad va de 28 a 45 m/seg. una variación en la velocidad, cambia considerablemente la acción de la rueda abrasiva. Generalmente, entre más alta es la velocidad de la rueda, ésta actúa más dura. Por otra parte, conforme aumenta la velocidad de la rueda, mejora la productividad.

La velocidad de la pieza de trabajo puede ajustarse para proporcionar la relación correcta entre la velocidad de la pieza y la velocidad de la rueda. Un intervalo de las velocidades entre 15 y 28 m/seg. es el usual para rectificado con una baja velocidad de la rueda.

#### 10.4.4 La rueda abrasiva:

La forma y dimensiones de la rueda dependen de las condiciones de la máquina y de la forma de la pieza de trabajo.

La especificación depende de factores tales como:

El material de la pieza de trabajo y su dureza, la cantidad de material a remover y el acabado requerido, si la operación es en seco o en húmedo, la velocidad de la rueda, el área de contacto del esmerilado, la severidad de la operación de rectificado y la potencia de la máquina.

#### 10.4.5 Indicaciones para el rectificado:

A continuación se citan algunas indicaciones de aplicación general para el rectificado cilíndrico exterior:

- a) Revise su rueda abrasiva. Una rueda tapada dañará más que pulirá la superficie de la pieza de trabajo.
- b) Una velocidad de trabajo lenta y una rueda de grano suave, son mejores que una velocidad de trabajo alta y una rueda de grado duro, debido a que hay menor tendencia al calentamiento y distorsión del trabajo. Sin embargo ningún extremo es deseable.
- c) Una rueda tapada no corta, obstaculiza, quema, arruina la pieza de trabajo.



- e) Una pieza de trabajo de un diámetro grande, necesita una rueda de grano grueso y grado suave y una velocidad del trabajo más lenta.
- f) Se remueve mayor cantidad de material con una rueda de cara ancha y una velocidad transversal alta que con una rueda de cara angosta, y cortes profundos, debido a que hay mas puntos de corte en contacto con la pieza de trabajo.
- g) Las rayas y colas de pescado pueden ser causadas por carencia de filtración del fluido de esmerilado, fluidos gomosos o que atacan al aglutinante de la rueda; fallas en el aderezado tales como granos solo parcialmente removidos debido a un diamante desafilado; granos sueltos por el martilleo de la rueda sobre la pieza de trabajo, etc.
- h) Las marcas del diamante pueden ser hechas por un diamante muy agudo, rajado o fracturado; que se usa a un ángulo equivocado; que carece de rigidez; que se mueve transversalmente con mucha rapidez o a la misma velocidad y dirección que la rueda sobre la pieza de trabajo.
- i) Las fracturas, escalones y quemaduras causadas en el rectificado son debidos a la excesiva generación de calor que puede atribuirse a una de las siguientes causas:  

Una rueda demasiado dura, un avance muy fuerte, una velocidad del trabajo muy lenta o a una rueda tapada o aderezada en forma inadecuada.
- j) El vidriado de la rueda puede ser causado por:  

Una rueda demasiado dura, ya sea por el grado o por razones de manejo, aglutinante de la rueda inadecuado para el trabajo, una rueda de grano muy fino o bien el abrasivo seleccionado en forma equivocada.

- k) Observe las chispas. Las chispas serán notorias desde avances menores que 0.0025 mm y con el trabajo girando lentamente se puede detectar cualquier excentricidad.  
Si la pieza de trabajo ha estado chisporroteando y de pronto éste se detiene o se hace irregular, significa que la pieza puede estar sobrecalentada los centros flojos, los apoyos sin ajustes o bien la rueda está tapada.
- l) Escuche. El sonido de una rueda mientras se rectifica o adereza le dirá si la rueda no está concéntrica. La nota dada por una rueda que gira cambia conforme la rueda se desgasta. Una rueda de acción demasiado dura da una nota muy aguda y una rueda de acción demasiado suave rechina.
- m) Use su sentido del tacto. Una rueda desbalanceada hará que la máquina vibre. Toque la máquina ocasionalmente con el dedo para revisar las vibraciones; Un lugar muy sensible es la salida de la tubería del refrigerante.

## 10.5 El rectificado sin centros (Centerless).

### 10.5.1 Características.

A continuación se citan algunas características del rectificado sin centros.

- a) La alimentación de las piezas durante el rectificado es continuo. Es decir, la carga y descarga se hace mientras se rectifican las piezas.
- b) Las piezas de trabajo están sujetas rígidamente en toda su longitud incluyendo esa porción que está directamente abajo del corte de rectificado.
- c) Al no tener ningún impulso radial, no hay peligro de que las piezas delgadas se tuerzan.
- d) La concentricidad se genera desde el diámetro por lo que se eliminan los posibles errores del centrado y por lo tanto se puede dejar menor cantidad de material para rectificar. Esto ahorra tiempo, material y rueda.

### Selección de la Rueda

- Los siguientes rangos de aceros a esmerilar que aumentan de durate de izquierda a derecha.
1. Escoga las dimensiones y el tipo de la rueda.
  2. Si el material es acero para herramientas refiérase a la Tabla de Rangos de Esmerilabilidad.
  3. Seleccione la especificación recomendada de acuerdo a los rangos de aceros.

NOTA: Las especificaciones que se indican son recomendaciones básicas, si sus requerimientos no se satisfacen con ellas, siga las instrucciones de las notas.\*

### Rangos de Esmerilabilidad

En esta tabla se han asignado rangos de esmerilabilidad a los aceros para herramientas clasificados por el Instituto del Hierro y el Acero (AISI). Los aceros para herramientas con un rango de esmerilabilidad de 1 son relativamente fáciles de esmerilar. Aquellos con un rango 4 son muy difíciles de esmerilar.

Tipo	Rango	Tipo	Rango	Tipo	Rango
A2	1	H41	2	O2	1
A3	1	H42	2	O6	1
A4	1	H43	2	O7	1
A5	1	Otros MHW	2	Otros O	1
A6	1	Otros HW	1	P1	1
A7	4			P2	1
A8	1	L1	1	P3	1
A9	1	L2	1	P4	2
A10	1	L3	1	P5	1
Otros A	1	L6	1	P6	1
		L7	1	P20	1
D1	2	Otros L	1	P21	1
D2	3			Otros P	1
D3	2	M1	2	Otros Sp	1
D4	2	M2	2	S1	1
D5	1	M3		S2	1
D6	2	(Clase 1)	3	S3	1
D7	4	(Clase 2)	4	S4	1
Otros D	2	M4	4	S5	1
Otros CW	2	M6	3	S6	1
		M7	3	S7	1
F1	2	M8	2	Otros S	1
F2	2	M10	2	T1	2
F3	2	M15	4	T2	2
Otros F	2	M20	2	T3	3
		M25	2	T4	2
H10	1	M30	2	T5	3
H11	1	M33	3	T6	3
H12	1	M34	3	T7	2
H13	1	M35	3	T8	2
H14	1	M36	3	T9	4
H16	1	M40	3	T15	4
H17	1	M41	3	T20	4
Otros CHW	1	M42	3	Otros T	3
H20	1	M43	3	W1	1
H21	1	M44	3	W2	1
H22	1	M45	3	W3	1
H23	1	M50	3	W4	1
H24	1	M52	3	W5	1
H25	1	Otros M	3	W7	1
H26	1	Otros HS	3	Otros W	1
Otros THW	1	O1	1	Otros WRA	4

### Rectificado Cilíndrico Exterior

Dimensiones D x T x H	Tipo	Acabado	Aceros al Carbón	ACEROS PARA HERRAMIENTAS				Fundición gris, Aceros Inoxidables, Bronce, Carburo de tungsteno cementado y otros metales no ferrosos.
				Rango 1	Rango 2	Rango 3	Rango 4	
250x20x76.2	1	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
250x25x76.2	1	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
300x25x127	1	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
350x25x127	1	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
350x40x127	1	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
350x50x127	1	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
400x40x127	1	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
300x40x127 P=190 F=15 E=25	5	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
400x50x203.2 PP'=270 F=13 E=24 G=13	7	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
450x50x203.2 PP'=290 F=10 E=30 G=10	7	Comercial	10A60N5V2	75A54L5V2	89A60K5V2	91A46K5V2 91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8

\*Para esmerilar más rápida seleccione la rueda del rango posterior.

Para mayor duración seleccione la rueda del rango anterior.

- e) Se evitan los errores en el asentado y en el ajuste por desgaste de la rueda, debido a que la remoción de material se mide sobre el diámetro y no sobre el radio.
- f) Hay menor desgaste de las superficies de las rectificadoras sin centros y el costo de su mantenimiento es menor.

### 10.5.2 Fundamentos.

En el rectificado sin centros, la pieza queda colocada entre dos ruedas y un soporte. Una de las ruedas es la rueda "rectificadora" y tiene una especificación adecuada a la naturaleza del trabajo y la otra es la rueda "reguladora" o de alimentación, tiene un diámetro menor y normalmente es de liga de hule, pero puede ser de liga resinosa o vitrificada, con un tamaño de grano 80-120.

La velocidad de la pieza está controlada por la velocidad de la rueda rectificadora, la velocidad de la rueda reguladora y por la fricción con el soporte, la rueda rectificadora gira a una velocidad de 33 m/seg. o más, mientras que la reguladora gira de 5 a 45 m/seg.

### 10.5.3 Mecanismo.

Para lograr que la pieza de trabajo esté siempre en contacto con las ruedas hay un soporte montado sobre una placa corrediza o sobre la bancada que ajusta la posición de la pieza de trabajo. Si los tres elementos tienen sus centros en línea horizontal, no es posible hacer que la pieza quede redonda debido a que la pieza tiene pequeñas irregularidades.

Esta situación se controla elevando simplemente el soporte de modo que el centro de la pieza queda arriba de los centros de las ruedas.

El efecto es que una protuberancia genera una cavidad que no es diametralmente opuesta a la del punto donde la otra rueda toca a la pieza de trabajo. Conforme gira la pieza de trabajo, hay un abatimiento gradual de esas irregularidades y se logra obtener una forma completamente cilíndrica. Esta acción se facilita usando un soporte de cabeza angular.

#### 10.5.4 El movimiento transversal.

Una de las principales aplicaciones del rectificado sin centros, es el rectificado continuo de barras de acero estirado en frío. En ésta operación las barras pasan a través de la máquina automáticamente, gracias a un ligero movimiento oblicuo de la rueda reguladora, cuyos ejes pueden estar inclinados hasta 8 grados respecto de la horizontal. La velocidad del movimiento transversal depende de la velocidad de la rueda reguladora así como de la inclinación de sus ejes.

#### 10.5.5 El soporte.

Debido a que la pieza se apoya en el soporte y está en continuo movimiento, el desgaste del soporte es un factor importante. Como material del soporte se puede usar hierro gris, acero rápido, bronce duro y carburos cementados, éstos últimos son los mejores para resistir el desgaste, pero pueden dañar a la pieza cuando es de acero inoxidable suave.

En general, la mejor posición del soporte es aquella que eleve la pieza de trabajo arriba de los centros de las ruedas en una medida aproximadamente igual a la mitad de su diámetro en piezas pequeñas y de 13 mm máximo en piezas más grandes, aunque hay excepciones. Rectificar demasiado arriba de la línea central producirá marcas de vibración sobre la pieza de trabajo debido a la tendencia de las ruedas a lanzar la pieza hacia arriba de modo que pierde momentáneamente el contacto con el soporte.

La solución es bajar el soporte de modo que disminuye el componente vertical de las fuerzas y permite que la pieza se mantenga en contacto con el soporte.

Si el soporte está abajo del centro, la pieza no quedará cilíndrica pues cada protuberancia generará una depresión en el punto opuesto.

#### 10.5.6 Tolerancias.

Las tolerancias comerciales de acabado para piezas rectificadas en rectificadores sin centros son de más o menos 0.005 mm en barras largas y de 0.0006 mm en total para piezas cortas.

Las líneas espirales o líneas de alimentación son principalmente el resultado de una mala alineación de la rueda reguladora. Tanto en el plano vertical como en el horizontal. Los filos de la rueda pueden contribuir a ésto y deberán redondearse ligeramente.

#### 10.6 El Rectificado de Interiores.

La primera aparición de las rectificadoras de interiores fué aproximadamente en el año 1900 y eran muy similares a los tornos convencionales. El rectificado de interiores consiste básicamente en el ensanchado de una cavidad cilíndrica maquinada previamente en una pieza que después fué tratada térmicamente.

##### 10.6.1 Tolerancias de acabado.

Las tolerancias de acabado son normalmente del orden de 0.0025 a 0.00025 mm de tal manera que en la mayoría de ocasiones ya no es necesario lappear las piezas.

## 10.6.2 Velocidades de la flecha.

Una de las principales dificultades encontradas en el diseño de las rectificadoras de interiores es el hecho de que el elevar la velocidad periférica de ruedas abrasivas pequeñas a una velocidad eficiente requiere una velocidad de flecha más alta que la que puede conseguirse a través de una conexión directa con motores normales aún y cuando se usan varias bandas.

Ejemplo:

Una rueda de 50 mm de diámetro tiene una circunferencia aproximada de 150 mm y para lograr alcanzar una velocidad de 26 m/seg. deberá girar a 10,000 rpm y el motor más rápido en corriente de 60 ciclos está a 3,600 rpm, con lo cual se necesita una transmisión de 3 a 1, para solucionar éste problema. Pero supongo que la rueda sea de 5 mm de diámetro, para obtener los 26 m/seg., deberá girar a 100,000 rpm. Este problema se soluciona usando motores especiales y corriente de alta frecuencia.

## 10.6.3 Las Ruedas.

Las características de la pieza de trabajo en el rectificado de interiores afecta considerablemente a la selección de la rueda abrasiva.

Cuando la rueda y el agujero son aproximadamente del mismo tamaño el arco de contacto es muy grande y se deben seleccionar ruedas más suaves.

La presión de esmerilado debe ser baja para que la flecha, que normalmente es larga no se flexione. Pero si la presión es muy pequeña y el arco de contacto es grande entonces no se alcanzan a fracturar los granos desafilados ni tampoco son removidos del aglutinante y se calientan tanto la pieza como la rueda.

Las ruedas usadas en el rectificado de interiores deben ser más suaves y de estructura más abierta que las usadas para el rectificado cilíndrico exterior bajo las mismas condiciones.

Aparte de ésta regla general, existen los siguientes factores modificantes:

Conforme aumenta la velocidad de la pieza, la rueda toma más corte y el grado debe ser más duro; inversamente, si se eleva la velocidad de la rueda se deberá usar una rueda más suave. Se recomienda usar ruedas de estructura más abierta para dar salida a la chispa y para que la pieza no se caliente.

El hecho de que tanto la rueda como la pieza sean pequeñas y que no es posible transferir el calor rápidamente es un problema complicado que el uso de la rueda de estructura abierta ayuda a solucionar.

#### 10.6.4 Las Flechas.

Las ruedas usadas en el rectificado de interiores son generalmente pequeñas. Aún y cuando en algunas ocasiones hay espacio para usar una rueda de un tamaño mayor, se prefiere usar una rueda más pequeña con objeto de reducir el arco de contacto. La alta velocidad de giro de éstas ruedas pequeñas ocasiona que las flechas vibren. Existe una considerable fuerza de flexión sobre la flecha debido a que el arco de contacto es grande y al deseo razonable de trabajar a una velocidad de corte eficiente.

Por lo tanto las flechas deben diseñarse de modo que se obtenga un trabajo de buena calidad.

A continuación se da una guía para seleccionar el tamaño de la rueda cuando se rectifican agujeros rectos.



T A B L A 10.4

### Rangos de Esmerilabilidad

En esta tabla se han asignado rangos de esmerilabilidad a los aceros para herramientas clasificados por el Instituto del Hierro y el Acero (AISI). Los aceros para herramientas con un rango de esmerilabilidad de 1 son relativamente fáciles de esmerilar. Aquellos con un rango 4 son muy difíciles de esmerilar.

Tipo	Rango	Tipo	Rango	Tipo	Rango
A2	1	H41	2	O2	1
A3	1	H42	2	O6	1
A4	1	H43	2	O7	1
A5	1	Otros MHW	2	Otros O	1
A6	1	Otros HW	1	P1	1
A7	4			P2	1
A8	1	L1	1	P3	1
A9	1	L2	1	P4	2
A10	1	L3	1	P5	1
Otros A	1	L6	1	P6	1
		L7	1	P20	1
D1	2	Otros L	1	P21	1
D2	3			Otros P	1
D3	2	M1	2	Otros Sp	1
D4	2	M2	2	S1	1
D5	2	M3	2	S2	1
D6	2	(Clase 1)	4	S3	1
D7	4	(Clase 2)	4	S4	1
Otros D	2	M4	4	S5	1
Otros CW	2	M6	3	S9	1
		M7	3	S7	1
F1	2	M8	2	Otros S	1
F2	2	M10	2	T1	2
F3	2	M15	4	T2	2
Otros F	2	M20	2	T3	3
		M23	2	T4	2
H10	1	M30	2	T5	3
H11	1	M33	3	T8	3
H12	1	M34	3	T7	2
H13	1	M35	3	T8	2
H14	1	M36	3	T9	4
H18	1	M40	3	T18	4
H17	1	M41	3	T20	4
Otros CHW	1	M42	3	Otros T	3
H20	1	M43	3	W1	1
H21	1	M44	3	W2	1
H22	1	M45	3	W3	1
H23	1	M50	3	W4	1
H24	1	M52	3	W5	1
H25	1	Otros M	3	W7	1
H26	1	Otros HS	3	Otros W	1
Otros THW	1	O1	1	Otros WRA	4

### Selección de la Rueda

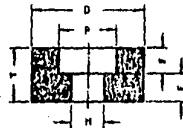
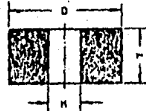
Las especificaciones recomendadas en la Tabla, están agrupadas según los rangos de aceros a esmerilar que aumentan de dureza de izquierda a derecha.

1. Escoga las dimensiones y el tipo de la rueda.
2. Si el material es acero para herramientas relíbrase a la Tabla de Rangos de Esmerilabilidad.
3. Seleccione la especificación recomendada de acuerdo a los rangos de aceros.

NOTA: Las especificaciones que se indican son recomendaciones básicas, si sus requerimientos no se satisfacen con ellas, siga las instrucciones de las notas.\*

### Rectificado Cilíndrico Interior

Dimensiones D x T x H	Tipo	Pedido mínimo	ACEROS PARA HERRAMIENTAS				Fundición gris, Aceros Inoxidables, Bronce, Carburo de Tungsteno cementado y otros metales no ferrosos.
			Rango 1 y Aceros al Carbón	Rango 2	Rango 3	Rango 4	
10x10x3.2	1	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
13x13x3.2	1	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
16x16x6.4	1	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
20x13x6.4	1	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
25x 6x9.5	1	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
25x13x9.5	1	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
40x13x9.5	1	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
50x13x9.5	1	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
D x T x H P F E							
20x20x6.4 13 7 13	5	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
25x25x9.5 16 10 15	5	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
40x25x9.5 20 10 15	5	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
40x40x9.5 20 10 30	5	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8
50x25x9.5 20 10 15	5	10	50A60N5V2	75A60M5V2	89A80K5V2	91A80I5V2	1C54K5V8



\*Para eliminar más rápido seleccione la rueda del rango posterior.  
\*Para mayor duración seleccione la rueda del rango anterior.

DIAMETRO DEL AGUJERO	DIAMETRO DE LA RUEDA	LONGITUD DE LA RUEDA
0-13 mm	90% del diámetro del agujero	La longitud de la rueda debe ser a la superficie
13-50 mm	85% del diámetro del agujero	rectificada más 6 mm. Sin embargo no debe ser mayor
50-150 mm	80% del diámetro del agujero	que el diámetro de la rueda a menos
150-mayores	50-70% del diámetro del agujero	que se usen mangos especiales

#### 10.6.5 Tipos de máquinas:

Las más comunes son las máquinas verticales que se usan para rectificar piezas pesadas y las máquinas planetarias que se usan cuando la pieza no gira.

#### 10.7 Rectificado de superficies planas.

##### 10.7.1 Máquinas.

Las máquinas usadas para este tipo de rectificado aparecieron por vez primera en el año 1876.

Algunas ventajas que presenta el uso de éstas máquinas son:

La pequeña cantidad de exceso de material que se deja sobre la pieza para darle el acabado requerido; la posibilidad de usar el Chuck magnético, La rapidez de la operación; el acabado que se logra y la posibilidad de hacer cortes intermitentes con mucha facilidad.

Las rectificadoras de superficie se clasifican en cinco tipos, a saber:

Tipo I. Máquinas de flecha horizontal y mesa oscilante que rectifican con la periferia de una rueda abrasiva.

Estas máquinas producen altas tasas de remoción de material con un buen acabado. Los trabajos que más usualmente se montan en éstas máquinas son el rectificado de: bancadas de cepillos, fresadoras, tornos, rectificadoras, etc., y en general el rectificado de las bancadas de todo tipo de máquinas que necesitan un acabado muy preciso sobre las guías.

Las ruedas abrasivas que se usan en éstas máquinas son de dimensiones, formas y especificaciones variables.

Tipo II. Máquinas de flecha horizontal y mesa rotatoria que rectifican con una rueda tipo I.

Estas máquinas son de gran exactitud y equipadas con ruedas de grano fino dejan acabados abajo de 6 rms. También se usan para rectificar superficies cóncavas o convexas.

Tipo III. Máquinas de flecha vertical y mesa oscilante que usan ruedas tipo II, I o segmentos.

Con segmentos se pueden obtener acabados hasta de 0.013 mm y el patrón de rayado que dejan es un buen acabado para baleros deslizantes. Se emplea también para rectificar superficies discontinuas.

Tipo IV. Máquinas de flecha horizontal que usan ruedas tipo II, I ó segmentos. En algunas de ellas la mesa de trabajo tiene un movimiento transversal y en otras la rueda.

Las máquinas de mesa viajera se usan para el rectificado múltiple de piezas pequeñas. Las máquinas del tipo de rueda viajera se usan para rectificar piezas largas, pesadas o raras tales como tubos, rieles y piezas cuyo transporte es difícil. Estas máquinas son cortas, rígidas, fáciles de lubricar y controlar.

Tipo V. Máquinas de flecha vertical y mesa rotatoria que se usan para el rectificado de piezas pequeñas tales como rondanas, troqueles para estampar, anillos para baleros y piezas similares

La popularidad de éstas máquinas se debe a su facilidad para remover material rápidamente con altas tasas de producción.

### 10.7.2 El Chuck Magnético.

Este es un dispositivo que sirve para sujetar magnéticamente las piezas que se van a rectificar.

Por supuesto únicamente los materiales magnéticos se pueden sujetar, pero usando un poco de ingenio también pueden sujetarse otros metales no magnéticos incluyendo algunos aceros inoxidables.

Recientemente han aparecido los chucks al vacío para sujetar los materiales no magnéticos.

### 10.7.3 Selección de la rueda.

En la selección de las ruedas para máquinas de flecha horizontal o vertical, no importa si la mesa es rotatoria u oscilante puesto que los factores determinantes al rectificar son:

El tipo de trabajo, el área de contacto, la velocidad de la pieza y la velocidad de la rueda abrasiva.

Para áreas de contacto grandes, se recomienda usar ruedas más suaves y de más grueso grano. Si la superficie es discontinua use ruedas más duras ya que los filos de la pieza contribuirán a aderezar la rueda.

Los segmentos son especialmente ventajosos porque permiten que el refrigerante se aplique en el punto de contacto del rectificado.

Es importante señalar que un refrigerante sucio causa graves efectos sobre la pieza de trabajo. Al cambiar de rueda, el lado inferior de la guarda deberá limpiarse aplicando un chorro de aire.

En las ruedas rectificadoras equipadas con un amperímetro, se puede determinar el comportamiento de la rueda abrasiva observando la lectura del amperímetro. Si la lectura empieza a aumentar, el operador puede suponer que la rueda está muy dura y que existe el peligro de que la pieza se caliente obteniéndose una, superficie con quemaduras. El operario puede cambiar ésta condición ajustando la velocidad de la rueda para hacer que corte más suavemente y se eliminen las quemaduras.

### Rangos de Esmerilabilidad

En esta tabla se han asignado rangos de esmerilabilidad a los aceros para herramientas clasificados por el Instituto del Hierro y el Acero (IAISI). Los aceros para herramientas con un rango de esmerilabilidad de 1 son relativamente fáciles de esmerillar. Aquellos con un rango 4 son muy difíciles de esmerillar.

Tipo	Rango	Tipo	Rango	Tipo	Rango
A2	1	H41	2	O2	1
A3	1	H42	2	O8	1
A4	1	H43	2	O7	1
A5	1	Otros MHW	2	Otros O	1
A6	1	Otros HW	1	P1	1
A7	4			P2	1
A8	1	L1	1	P3	1
A9	1	L2	1	P4	2
A10	1	L3	1	P5	1
Otros A	1	L6	1	P6	1
		L7	1	P20	1
D1	2	Otros L	1	P21	1
D2	3			Otros P	1
D3	2	M1	2	Otros Sp	1
D4	2	M2	2	S1	1
D5	2	M3	2	S2	1
D6	2	(Clase 1)	3	S3	1
D7	4	(Clase 2)	4	S4	1
Otros D	2	M4	4	S5	1
Otros CW	2	M8	3	S6	1
		M7	3	S7	1
F1	2	M8	2	Otros S	1
F2	2	M10	2	T1	2
F3	2	M15	4	T2	2
Otros F	2	M20	2	T3	3
		M25	2	T4	2
H10	1	M30	2	T5	3
H11	1	M33	3	T6	3
H12	1	M34	3	T7	2
H13	1	M35	3	T8	2
H14	1	M36	3	T9	4
H16	1	M40	3	T15	4
H17	1	M41	3	T20	4
Otros CHW	1	M42	3	Otros T	3
H20	1	M43	3	W1	1
H21	1	M44	3	W2	1
H22	1	M45	3	W3	1
H23	1	M50	3	W4	1
H24	1	M52	3	W5	1
H25	1	Otros M	3	W7	1
H26	1	Otros HS	3	Otros W	1
Otros THW	1	O1	1	Otros WRA	4



### Selección de la Rueda

Las especificaciones recomendadas en la Tabla, serán agrupadas según los rangos de aceros a esmerillar que aumentan de dureza de izquierda a derecha.

1. Escija las dimensiones y el tipo de la rueda.
2. Si el material es acero para herramientas refiérase a la Tabla de Rangos de Esmerilabilidad.
3. Seleccione la especificación recomendada de acuerdo a los rangos de aceros.

NOTA: Las especificaciones que se indican son recomendaciones básicas, si sus requerimientos no se satisfacen con ellas, siga las instrucciones de los datos.\*

### Rectificado de Superficies Planas

Dimensiones DXTxH	Tipo	Acabado	ACEROS PARA HERRAMIENTAS				Fundición gris, Aceros Inoxidables, Bronce, Carburo de Tungsteno cementado y otros metales no ferrosos.
			Rango 1 y Aceros al Carbón	Rango 2	Rango 3	Rango 4	
150x13x31.7	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
175x13x31.7	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
175x20x31.7	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
200x13x31.7	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
200x20x31.7	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
200x20x50.8	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
250x20x76.2	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
250x25x50.8	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
250x25x76.2	1	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8
300x40x127	1	Gruaso Comercial	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2			
300x50x76.2 PP=150 F=10 E=30 G=10	7	Gruaso Comercial Fino	88A54K5V2	89A16K5V2 89A60K5V2 89A80J5V2	91A70I5V2	89A70I6V99	1C54J5V8

\* Para esmerillar más rápido seleccione la rueda del rango posterior.  
Para mayor duración seleccione la rueda del rango anterior.

## 10.8. Afilado.

En general se puede decir que la eficiencia de trabajo de un cortador, está determinada por la agudeza de sus filos de corte. Consecuentemente es importante afilar el cortador a los primeros signos de embotamiento. Un cortador embotado no solamente deja un mal acabado sino que el uso continuo de él nos lleva a una condición donde se hace necesario rectificar una porción considerable del diente para restaurarle su filo de corte.

Cuando el cortador se mantiene en buena condición de trabajo por un afilado frecuente, cortará con mayor rapidez y más efectivamente. Más aún, cuando uno de tales cortadores necesitan reafilarse, solo es necesario rectificar una cantidad muy pequeña del diente para restaurarle la agudeza a los filos de corte.

Los cortadores y rimas se rectifican sobre afiladoras universales. Estas máquinas, como su nombre lo indica pueden usarse para una gran variedad de operaciones de rectificado, incluyendo el cilindro exterior, interior y de superficie así como el afilado de toda clase de rimas y cortadores.

La máquina debe mantenerse siempre en buenas condiciones de operación. La flecha debe girar libremente, pero los baleros deben estar acomodados de modo que no tengan tendencia a la vibración y tampoco deberán tener juego.

Las guías de la mesa deberán estar siempre rectificadas para poder obtener un trabajo exacto. Los apoyos del diente deberán ser suficientes para evitar que se doblen y la punta debe adaptarse para proporcionar un contacto sólido y limpio abajo de cada diente que se afila.

### 10.8.1 Las ruedas abrasivas.

El grado de las ruedas usadas para el afilado de cortadores deberán ser suaves para asegurar una acción de corte libre y para evitar que se ablande el temple del filo de corte. Al mismo tiempo, si la rueda es demasiado suave, su rápido desgaste hace difícil mantener la forma del cortador o producir un filo agudo.

Para éste tipo de rectificadas las ruedas vitrificadas son las más comúnmente usadas.

Generalmente se usa el afilado en seco para la mayoría de las operaciones de afilado de cortadores de acero de alta velocidad debido a que se obtienen resultados rápidos y satisfactorios en ésta forma. Sin embargo, cuando las máquinas están provistas de un sistema de refrigeración, podrán usarse con buenos rendimientos.

### 10.8.2 Dirección de la rotación de la rueda.

Las rimas y cortadores pueden afilarse con la rotación de la rueda rectificadora ya sea girando hacia el centro o bien hacia afuera del filo de corte.

Si la rueda gira hacia afuera del filo de corte, presionará al cortador contra el apoyo del diente. Como éste es el método más seguro, es el más comúnmente usado. Tiene el inconveniente de que tiende a dejar una rebaba sobre el filo del diente, el cual posteriormente tiene que asentarse; más aún, existe el peligro de que se pueda quemar el filo del diente.

Si el cortador se afila girando la rueda hacia el centro del filo de corte, hay menor tendencia a quemar el diente y es posible obtener un filo agudo, libre de rebabas. Sin embargo debe tenerse cuidado para sujetar firmemente el cortador contra el apoyo del diente, de otra forma, la rotación de la rueda hará que gire el diente y lo estropeará.



### 10.8.3 Angulo de alivio.

El ángulo puede ser definido como la cantidad de material removido del diente atrás del filo del corte para permitir que el diente corte libremente y para limpiar el material después de que el filo de corte ha hecho su trabajo.

Es muy importante que el ángulo de alivio sea el adecuado, si es insuficiente, el diente tendrá un corte arrastrado y se calentará y desafilara rápidamente, mientras que si es demasiado grande, el diente se desgastará rápidamente y el cortador producirá vibraciones. Sin embargo es menos objetable un ángulo de alivio grande que uno muy pequeño.

El ángulo de alivio adecuado depende de una serie de factores, principalmente el tipo y diámetro del cortador y la dureza del material que se va a maquinar.

Por ejemplo, los cortadores empleados en materiales suaves como el bronce pueden tener un ángulo de alivio mayor que aquellos empleados sobre acero o hierro fundido. De la misma manera, el ángulo de alivio deberá ser mayor para cortadores pequeños que para cortadores más grandes.

Por estas razones, se está de acuerdo en que el ángulo de alivio adecuado para un cortador dado deberá estar determinado por la experiencia.

10.8.4 VELOCIDADES PERIFERICAS RECOMENDABLES EN EL  
AFILADO. CON RUEDAS

CONVENCIONALES

ESPECIFICACION

Acero 25 m/s  
Metal duro (manual) 20-25 m/s  
Metal duro (mecánico) 5-15- m/s

BARRENAS PARA MINAS

Con taza de 150 a 200 mm.  
Con ruedas planas tipo 1

C46-60 J K 6V8  
C54-60 K L 6V8

FRESAS Y RIMAS DE CARBURO

Con ruedas tipo 6  
Desbaste en seco  
Acabado en seco

C6019V8  
C100H8V8

BROCAS

Hasta 13 mm. de diámetro  
Más de 13 mm. de diámetro

89A60-80 M N 5V2  
89A46-54 M N 5V2

AFILADO DE CUCHILLAS

Cizallas tipo 2, tipo 6, seg.  
Cortadores de pasto  
Guadañas y hoces  
Machetes  
Navajas  
Para papel (acero rápido)

89A30-36H5V2  
10A60-80 N P 4V2  
10A46-54 O P 4V2  
10A36-46 J K 4V2  
10A70-120 N 4V2  
92A54-60 H I 10 V2

Cuchillería de cocina y de mesa  
Esmerilado de filos dentales

A180 I K 4B  
50A100 I K 4V2 F2

FRESAS

Para matrices  
Para ranurar

89A46-60 I J 4V2  
89A80-120 N4V2

## HACHAS

Afilado manual 10A20-30 P Q 5V2

## SIERRAS CIRCULARES

Para madera 89A46-60 M N 4V2  
10A46-60 M N 4V2  
A36-60 M O B  
Para metales 89A54-70 M N 4V2  
A46 54 Q R 4B  
A70-80 N P 4B  
89A180 M N 4B

## DE CINTA Y SEGUETAS

Para metales 89A46-80 M N 4V2

## TIJERAS

Con anillos, tazas o segmentos 89A30-36 I J 5V2

## REAFILADO

Con ruedas grandes 50A100 K L 5V2  
Con ruedas chicas 89A100 L M 5V2

### 10.8.5 Angulos de Cortes.

Es muy importante conservar los distintos planos de inclinación que debe poseer una herramienta, pues del valor de los mismos dependerá mucho la velocidad de corte de la herramienta.

Los ángulos de corte normalmente empleados son de 60 - 75 grados para acero y hierro forjado, en cuanto a buriles.

En fresas se recomiendan los siguientes ángulos de corte:

Acero de carbono	0° - 7 grados
Acero duro	2 - 5.5 grados
Acero fundido	6 - 7 grados
Fundición	3 - 7 grados
Bronce	10 - 15 grados
Bronce tenaz	4 - 7 grados
Cobre	12 - 15 grados
Aluminio	10 - 12 grados

## CAPITULO II

### " EVALUACION DE LA CALIDAD SUPERFICIAL "

#### II.1 ANTECEDENTES.

El Sr. Kelvin dijo: " Cuando puedes medir algo y expresarlo en número, puedes conocer algo acerca de él, pero cuando no lo puedes medir ni expresarlo en números, tu conocimiento es insuficiente y vago; bien puede ser el principio del conocimiento pero tienes dificultades en tus pensamientos al avanzar hacia el progreso de la ciencia, no importa la materia que sea". Actualmente podemos medir con admirable precisión la longitud y diámetro de las piezas, hasta hace poco tiempo éstas pequeñas irregularidades, constituían la diferencia entre el pulido y la rugosidad y eran muy difíciles de precisar. El objetivo de esta lección es el explorar lo relacionado al pulido y enfocar nuestro esfuerzo a definirlo satisfactoriamente, y a expresarlo inequívocamente, y hacer que los símbolos en una especificación o en un dibujo todos los hombres piensen lo mismo.

#### II.2 SURGE COMO UNA NECESIDAD.

Lograr el acabado adecuado a sido siempre muy importante. Con el cambio en las técnicas de manufactura, en los métodos de producción en masa, la responsabilidad sobre la calidad, cambio del mecánico u operario, al proyectista o diseñador, y debido a esto se utilizan pequeñas anotaciones o símbolos en los planos para determinar la calidad del acabado. Al inicio de la era industrial, el montaje de las máquinas y pruebas de calidad estuvieron en manos de un pequeño grupo de artesanos, quienes estuvieron consultándose y comunicándose sus ideas oralmente hasta que, convinieron en una ruta a seguir para todos.

Utilizando el símbolo F sobre una superficie indicaba al operario que la superficie de la pieza debería ser maquinada y que el metal en exceso no debería ser admitido.

Debido al avance de la técnica se introdujeron posteriormente los símbolos FF y FFF, los cuales estaban basados firmemente en opiniones personales, para dar el acabado final a las partes torneadas o cepilladas. Por medio del desarrollo de máquinas y ruedas esmeriladoras, se puede lograr una producción rápida y económica, con el acabado deseado, lo cual en otro tiempo se consideraba un sueño.

Actualmente las viejas designaciones de acabado superficial y los vagos controles descriptivos son totalmente inadecuados.

### II.3 ESTUDIOS.

Las variables más importantes en los procesos esmeriladores de acabado han sido estudiados por la Carnegie Mellon University; no se incluyeron todas las variables, en vista de que se requieren:

- 1) Las características de la Rueda
- 2) Las características de la máquina
- 3) Las características del trabajo
- 4) Las condiciones de operación

TABLA II.1

Las 8 variables más importantes fueron estudiadas como sigue:

VARIABLE	VALOR BAJO	VALOR ALTO
Técnicas de aderezado	fino	grueso
Tamaño del grano	24	60
Tipo de esmerilado	bajo (descendente)	alto (ascendente)
Dureza de la rueda	F	L
Dureza del trabajo	RB=93	Rc=63
Velocidad de la rueda (sfpm)	4500	6000
Velocidad del trabajo (fpm)	13	53
Alimentación (pulgadas/pasada)	.0002	.0004

Las pruebas se realizaron utilizando todas las combinaciones de alto y bajo valor para todas las variables.

Las conclusiones alcanzadas son:

- 1) La velocidad de trabajo está lejos de ser la variable más importante y debería ser baja para un buen acabado superficial.
- 2) Las siguientes variables son de 1/2 a 1/3 tan importante como la velocidad de trabajo en la provisión de acabado fijo y están en su orden de importancia.

TABLA II.2

VARIABLE	PARA OBTENER UN BUEN ACABADO
1. Dureza de la rueda	alta
2. Técnicas de aderezado	fino
3. tamaño del grano	fino
4. tipo de esmerilado	alto (ascendente)
5. Velocidad de la rueda	alta
6. Alimentación	lenta
7. Dureza del trabajo	alta

Los registros mostrados indican las interacciones de cada variable con la velocidad de trabajo, los efectos combinados de la velocidad de trabajo con cada variable. El acabado superficial puede o no puede ser afectado por las vibraciones o movimientos radiales de la rueda con respecto a la pieza de trabajo y generalmente la vibración tiende a contribuir con acabado superficial rugoso.

#### II.4 ACABADOS NORMALIZADOS.

Antes de hablar de la máquina diremos que muestras mencionadas están estandarizadas para definir valores de rugosidad en micropulgadas. Ejemplo, el conjunto de muestras ofrecido por una Compañía, tiene graduados valores de rugosidad de 2 a 500 micropulgadas. Todos conformados a las especificaciones ANSI.

#### II.5 METODO DE LA MEDIA DE LA RAIZ CUADRADA.

Se conoce el método de la raíz cuadrada "rms". El dibujo mostrado representa un perfil de rugosidad amplificada. Si sobre la línea central de la figura, se trazan perpendiculares a intervalos fijos y la medición de éstos puntos registra y promedia la rugosidad superficial, ésta puede ser medida aritméticamente, (véase la figura 10.1). Se asegura un mejor promedio utilizando el cuadrado de cada lectura, sumando y promediándolos, y luego extraer su raíz cuadrada. Esta práctica es común en muchos talleres, y está basada en el código ANSI-B46.1-1962 reafirmada en 1971 para este tema. La medición de rugosidades con instrumentos para promediar la media de la raíz cuadrada, deberán leer el 11 % mayor del valor obtenido por promedios aritméticos. Los instrumentos originalmente calibrados para leer el promedio de la media raíz cuadrada en muchos casos puede ajustarse para leer el promedio aritmético.



Continuamente se especifican en los dibujos los valores rms, los instrumentos calibrados deben admitir valores hasta un 11% menores de rugosidad, que la originalmente deseada. La diferencia obtenida de un punto a otro en una pieza maquinada es mucho menor que la variación esperada de una pieza a otra. Muchas manufactureras consideran práctico adoptar rangos de promedio sin cambiar los valores de rugosidad rms en los dibujos originales.

## II.6 LIMITACIONES.

Estas descripciones, cuando se correlacionan con las muestras, sirven de guías en la especificación superficial, debe recalcar que la muestra debe ser del mismo metal y producida por el mismo método de trabajo. No se debe comparar un acero inoxidable con una muestra de acero al carbón para evaluar el acabado superficial, ni acero con magnesio o aluminio.

## II.7 INSPECCION VISUAL Y AL TACTO.

Nuestro conocimiento del mundo físico viene a través de nuestros 5 sentidos, 2 de los cuales, la vista y el tacto se aprovechan en la evaluación del acabado superficial. El ojo humano puede estimar sin ayuda a una distancia de 10 pulgadas, puntas de .003" y percibir un rayón de 30u" de ancho, pero no las puede evaluar consistentemente. Con relación a la letra griega m, deletreada mu y pronunciada es muy útil para ahorrar tiempo y espacio.

La micropulgada es una millonésima parte de una pulgada, .000001 pulgadas y su símbolo y abreviación es el siguiente:

mu pulg., u", u pulg. o algo parecido.

Los países con sistema métrico decimal utilizamos el micrón, una milésima de un milímetro o la millonésima parte de un metro, equivalente a unas 40 micropulgadas.

Para ayudar al ojo contamos con los dedos, específicamente las uñas que puede correr a través de un modelo de rugosidad. Estos 2 elementos nos proporcionan una buena imagen visual de la superficie bajo prueba, especialmente si se comparan con una muestra de la superficie deseada, la cual es recomendable que sea del mismo material y que sea fabricada en la misma forma que la pieza a evaluar. Numerosas compañías preparan para su uso o bien para su uso o bien para otros, conjuntos de muestras graduadas con forma cilíndrica y planas que nos ayudan a determinar cierto grado de acabado superficial. Un buen conjunto de muestras puede ser duplicado por medios electroquímicos y sus especificaciones y características permiten que se utilicen adecuadamente.

## II.8 MEDICION ACTUAL.

Estos conjuntos de muestras son muy útiles, pero no nos permiten determinar con exactitud y facilidad la rugosidad de la pieza en sus dimensiones de diámetro, longitud y otras para enunciarla en micropulgadas. Se utiliza un punto de diamante sobre la superficie o parte a evaluar su rugosidad, su movimiento es transmitido eléctricamente a una gráfica o indicador por medio de una aguja, registrando así su rugosidad.

## II.9 DISPOSITIVOS OPTICOS.

El uso de ondas para pruebas de superficies planas alisamientos y tamaños con exactitud de millonésimas de pulgada es posible. La longitud de una pequeña onda nunca cambia, consecuentemente si se usan para medir, ésta deberá ser siempre uniforme. Para confirmar lo dicho, el Departamento de Normalización Americana utiliza las ondas en la medición de las dimensiones básicas normalizadas.

Se utilizan equipos ópticos con una fuente de pequeñas ondas minicromáticas de pequeña longitud de onda o color. Estos planes ópticos no pueden considerarse como lentes, ya que no tienen un gran poder visual, pero se confía en la planicidad de una superficie transparente. Un plano óptico típico es el cuarzo fundido con 2 o 3" de diámetro por 3/4" de grueso.

Para determinar la planicidad de una superficie, la pieza se coloca sobre la superficie del plano óptico. Las bandas de interferencia proveerán inmediatamente formas a la superficie que está libre de materias extrañas. Los colores del espectro deberán ser visibles a la luz del día; cuando las bandas son ruelas indican que la superficie es plana, si son curvas se tiene que la altura del plano de la superficie varía.

Si se utiliza una fuente de ondas monocromáticas de helio la interferencia en las bandas deberá aparecer en cualquier punto la diferencia entre el plano y el trabajo, y es de 11.6 micropulgadas o bien múltiplos de este valor. En otras palabras el número de bandas entre 2 puntos de una superficie puede emplearse para determinar la diferencia de altura relativa en millonésimas de una pulgada entre el plano y la superficie, multiplicando el número de bandas entre los puntos por ".0000116". Sin quitar importancia al equipo y a los planos ópticos, debe mencionarse que es muy importante el trazo de un punto de referencia del instrumento, en el cual un punto de diamante pasa sobre la muestra fija y traza la cima y valle en forma ampliificada sobre una carta o los indica en un cuadrante.

## II. IO MEDICION ACTUAL.

La mayor parte de éstas máquinas, aunque son originalmente herramientas de laboratorio, son simples y muy esperas, no son para trabajos pesados y presentan un cuadro impreciso de la superficie bajo inspección. Únicamente inspeccionan los campos de las superficies que acontecen bajo el trazo y se evalúan, las características generales de la superficie. El radio de la punta no le permite penetrar en partes profundas de los valles angostos. Estas máquinas indican las variaciones de la superficie en un cierto orden de magnitud, las proporciones **accidentales** en la elevación de valores es debido a agentes externos. Pero éstas máquinas dan la proximidad comercial más cerrada en medidas de rugosidad.

## II. II LAS MAQUINAS.

El punto de diamante en cada una de las máquinas, está suspendido flexiblemente en un cabezal trazador, el cual se desliza lentamente sobre la superficie bajo inspección, ya sea en forma manual o mecánicamente. Tiene movimiento de arriba-abajo por medio de una espiral movida através de un campo magnético, con la generación de un voltaje variable, éstos movimientos se amplifican con el propósito de indicar y registrar los descubrimientos. Todos los instrumentos tienen inexactitudes y limitaciones inherentes, de aquí que las lecturas no deberán ser necesariamente un valor de superficie.

## II.I2 SIMBOLOGIA.

Al lado de las grietas accidentales las irregularidades que se presentan en un maquinado superficial son: las ondas, con pequeñas plegamientos sobre los costados de pieza, éstas son el resultado de algunos disturbios como la deflexión del trabajo o de la máquina vibraciones, deformaciones por el calor o cosas similares, aunque los plegamientos finamente espaciados y sobrepuestos en las ondas, son producidos por la acción de corte de los granos abrasivos. El dibujo mostrado está basado en la Norma Americana B46.1 - 1962, reafirmada en 1971, que indica los principales términos y los símbolos en los cuales pueden ser expresadas las especificaciones para entendimiento universal.

## II.I3 MARCADO.

El símbolo especificado en las normas ANSI B46.1-1962, reafirmada en 1971, en la marca de contra-seña y la extensión horizontal, mostrada en el acompañamiento de la figura. Esta marca de contra-seña puede estar sobre la línea que indica la superficie del dibujo, sobre la línea de prueba sobre una flecha punteada a la superficie. La altura de los valores de rugosidad es adyacente al final de la longitud de la base. Cuando se requieren altos valores de plegamientos se indican por el símbolo de contorno ubicado bajo la extensión de la recta. Los valores de rugosidad en micropulgadas están a la derecha del símbolo de contorno.

## II.I4 MODELOS GEOMETRICOS.

Hemos hablado sobre diversos tipos de conjuntos de modelos y sus valores medidos en micropulgadas a pesar de sus debilidades y dependencia en el juicio humano y las fallas de los inspectores éstos conjuntos son grandemente populares.

Algunos conjuntos son reproducidos exactamente por medios electroquímicos, junto con éstos modelos están los conjuntos geométricos que son preparados por corte con una punta de diamante, generalmente en placas de oro pulido, con una superficie para cada grado de rugosidad. Lo cual puede llamarse una rugosidad idealizada; los picos y los valles son uniformemente espaciados, pulidos en los costados con diversos tipos de superficie que se trabajan comercialmente.

## II.15 CINTAS DE SECCIONAMIENTO.

Existe un ingenioso método para determinar el contorno superficial el cual se prensa, estrictamente de laboratorio. La superficie se cubre con una espesa capa adherente de níquel, ésta placa de níquel soporta las irregularidades durante el seccionamiento y permite la línea de separación entre los 2 metales, que se acentúa por el grabado o coloración del calor.

Microfotografías del área donde los dos metales se encuentran en la cinta de seccionamiento, facilitan la medición exacta de los elementos del contorno y proveen un medio para revisar los instrumentos de control.

Existen dos elementos que se confunden fácilmente, la calidad superficial y la exactitud, ejemplo. Si el acabado superficial no es bueno, no se puede trabajar con tolerancias cerradas o con exactitud. En otros casos la superficie es más importante que la precisión en las dimensiones, cada aplicación será considerada de acuerdo a sus méritos.

La siguiente tabla, sirve como guía de rugosidad para las tolerancias requeridas.

DIMENSION DE LA TOLERANCIA

RUGOSIDAD SUPERFICIAL

abajo de	.0002"
.0002 a	.0005"
.0005 a	.0020"
.0020 a	.0050"
.0005 a	.0100"

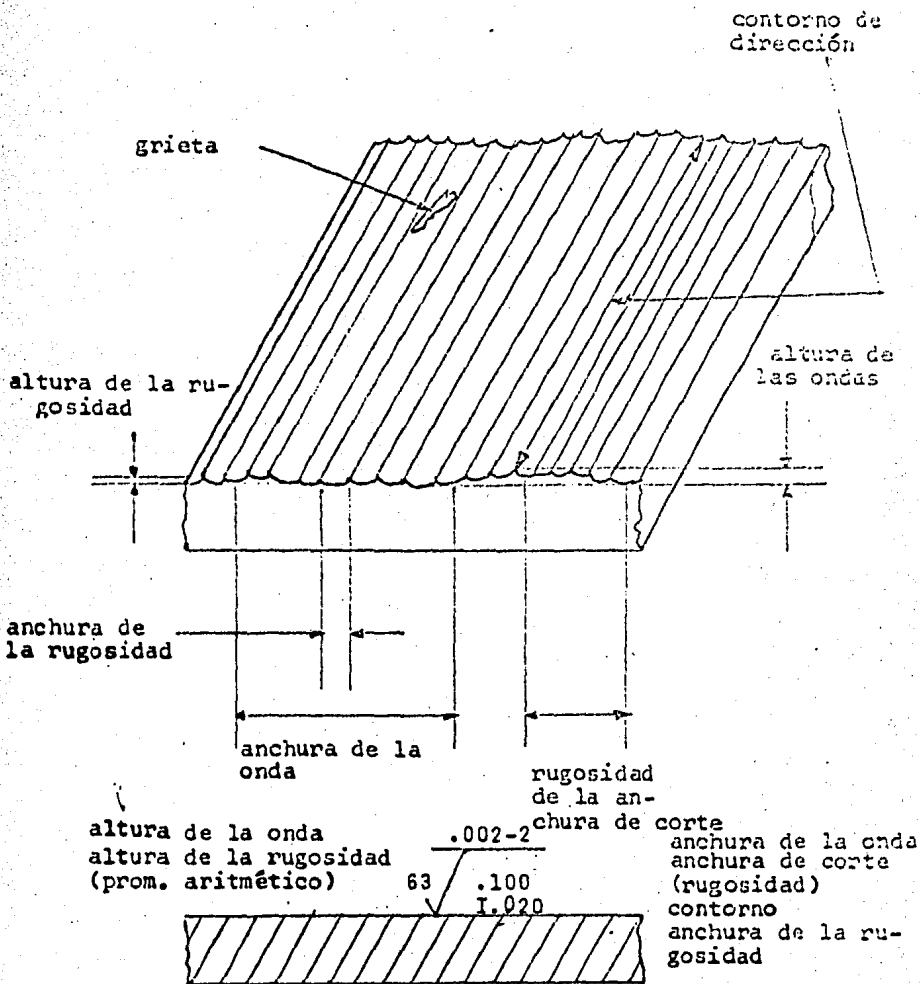
abajo de	8 mu
8 a	16 mu
16 a	32 mu
32 a	64 mu
64 a	250 mu

II.16 CONCLUSION.

Concluimos en que la rugosidad la podemos expresar numericamente y discutirla en terminos entendibles del todo, si el Sr. Kelvin pudiera observarnos, veria que vamos hacia adelante a buen paso y con determinación.

FIGURA 11.1

RELACION DE LOS SIMBOLOS PARA CARACTERIS-  
TICAS SUPERFICIALES DEL TRABAJO.





## CAPITULO 12

### PROBLEMAS EN EL ESMERILADO

#### 12.1 PROBLEMAS COMUNES.

Uno de los problemas más comunes en el esmerilado es la mala selección de la rueda abrasiva.

#### 12.1.1 SON VARIOS FACTORES LOS QUE INFLUYEN EN LA ADECUADA SELECCION DE UNA RUEDA ABRASIVA:

- a) Material de la pieza y dureza.
- b) Tipo de operación (Rectificado cil. exterior, rectificado cil. de interiores, rectificado de superficies planas, afilado, desbaste, corte, etc.).
- c) Velocidades de operación (Tanto de la rueda abrasiva como la de la pieza).
- d) Condiciones de la operación (Desbaste, acabado, en seco o en húmedo).
- e) Estado de la máquina.
- f) Area de contacto entre rueda abrasiva y pieza.

#### 12.1.2 DUREZA.

- a) La rueda abrasiva tiene dos tipos de dureza, una es la de calidad de construcción, la cual trae indicada en la etiqueta de especificaciones con un determinado tipo de abrasivo y grado.
- b) La otra es su dureza dinámica y ésta puede variar de acuerdo a la relación entre velocidades y diámetros de ruedas.

### 12.1.3 CONTANDO CON LA PERICIA Y EXPERIENCIA DEL OPERARIO, SE PUEDEN VARIAR LOS RESULTADOS DE UNA OPERACIÓN DE ESMERILADO.

En el caso de que se cuente con una rueda de grano relativamente grueso y las normas exigen que la pieza lleve un mejor acabado, se puede recurrir a varios cambios en la operación para lograrlo.

- a) El rectificando de la rueda con el diamante se hará lentamente y con menor avance, para con esto matar los filos de los granos abrasivos y la penetración de los mismos disminuye.
- b) Disminuir el avance de penetración de la rueda hacia la pieza.
- c) Variando velocidades de operación.  
Aumentando RPM a la rueda abrasiva, ésta actuará más dura, por lo tanto mejorará el acabado y viceversa, si se baja RPM actuará más blanda.  
Bajando velocidad de la pieza, ayudará a que la rueda actúe también más dura.
- d) Aumentando la concentración de aceite en el refrigerante, disminuirá la fricción entre abrasivo y material dejando una superficie más tersa.

### 12.1.4 RUEDA TAPADA.

Se debe a la adhesión de partículas de metal, ya sea por mala selección de la rueda o mal uso del líquido refrigerante.

### 12.1.5 RUEDA ALISADA.

Ocasionado por la mala selección de la rueda, pudiendo ser ésta de alta dureza, grano muy fino o estructura cerrada.

## 12.1.6 VIBRACION.

Las marcas dejadas en el trabajo debido a la vibración pueden tomar varias formas, pudiendo ser ocasionadas por las siguientes causas:

- a) MAL ESTADO DE LA MAQUINA.  
Entendemos por ésto que la máquina debe ser de construcción rígida y las partes que la componen deberán funcionar a la perfección, para ésto es necesario que se le de un mantenimiento adecuado y eficaz.
- b) La máquina deberá estar anclada o sujeta a una base rígida para evitar se mueva de su lugar y con ésto aumentar las vibraciones.
- c) La repercusión de otras máquinas (troqueladas, martillos, barrenadoras, etc.) pueden transmitir vibraciones a máquinas rectificadas si éstas no cuentan con una cimentación separada y rígida.
- d) Es muy común encontrar que los baleros están en mal estado cuando se ha descuidado el mantenimiento de la máquina, lo que ocasiona que haya juego en la flecha de la misma, produciendo con ésto vibraciones.

## 12.1.7 RUEDA DESBALANCEADA.

Prácticamente no existe una rueda perfectamente balanceada, pero si deberán estar dentro de las tolerancias que marque el fabricante.

Máximo 0.002 Kg. por cada kilogramo.

Cuando la operación es de precisión o bien no admite las tolerancias de desbalanceamiento de la rueda, se hará un rebalanceo cuidadoso sobre el caballete de balanceo o sobre el propio eje o mesa, utilizando para ésto los contrapesos que se localizan en las bridas de sujeción

Cuando se hace trabajar una rueda abrasiva es necesario asegurarse de que esté perfectamente balanceada. El empleo de una rueda desbalanceada presenta considerables inconvenientes; como por ejemplo, errores dimensionales en la pieza, la necesidad de rectificaciones más frecuentes, alteraciones de las características estructurales de la rueda, que se comporta como si fuera más blanda.

El desbalanceo se manifiesta en forma de vibraciones que repercuten en toda la máquina, generando superficies onduladas sobre la pieza.

Cuando el barrenado de la rueda resulta de mayor diámetro con respecto al árbol portamuelas, encontraremos excentricidad o desbalanceo.

También las bridas pueden resultar desequilibradas, por esto antes del montaje definitivo es necesario proceder siempre a equilibrar el conjunto ruedas-bridas colocando adecuadamente los contrapesos.

Para tener una idea de la importancia que puede adquirir incluso un pequeño desbalanceo, basta pensar que una muela de 250 mm. de diámetro desbalanceada en unos 7 gramos, cuando gira a 2450 rpm. puede generar una fuerza centrífuga de unos 6 Kilogramos, por lo que puede resultar peligroso tanto para la máquina como para el operario.

Existen dos tipos de balanceo: Dinámico, Estático, según se efectúe, con la muela parada o en rotación.

Para corregir una rueda excéntrica se puede recurrir a un rectificador de diamante.

#### 12.1.8 RUEDA CON CARAS NO PARALELAS.

También provoca otro tipo de vibraciones que al igual que en el punto anterior se puede corregir con un rectificador de diamante.

### 12.1.9 RUEDA DURA.

Una rueda que tenga una dureza mayor a la que el material o la operación requiera, también puede ocasionar vibraciones y dejar marcas en el material que se esté rectificando. Esto es debido a que como no tiene poder de corte, rebota sobre el material.

### 12.1.10 ACUMULACION DE SOLUBLE.

Sucede cuando se utiliza refrigerante durante la operación de esmerilado y al terminar dicha operación se para de inmediato la máquina, provocando con esto que el líquido que la rueda ha absorbido se acumule en la parte inferior de la rueda provocando desbalanceamiento y vibración.

Es recomendable que al terminar de utilizar la rueda, se deje ésta girar libremente y sin refrigerante durante tres minutos como mínimo para que con la velocidad expulse el líquido acumulado y se seque.

### 12.1.11 ONDULACIONES O FACETADO.

Pueden variar en tamaño y dibujo, Pueden ser causa de:

- a) Defectos en los soportes de trabajo,
- b) Vibraciones.
- c) Desajustes en la máquina.
- d) Rueda mal seleccionada.
- e) Ruedas desbalanceadas.
- f) Rueda mal rectificada.

## I2.I.I2 RAYAS O ARAÑAZOS.

Son mordeduras en formas variables y pueden ser causadas por:

- a) Ruedas mal seleccionadas.
- b) Ruedas mal ederezadas.
- c) Empleo inadecuado del líquido refrigerante.

Estas rayas o arañazos en la pieza de trabajo, se pueden presentar de la siguiente forma:

- a) Marcas angostas y profundas que pueden ser ocasionadas por rueda de grano muy grueso.
- b) Marcas anchas o irregulares, variando su profundidad, debido a rueda demasiado blanda.
- c) Marcas a distancia.  
Causa: Rueda con áreas impregnadas de aceite, cara vidriada, o falta de uniformidad en la dureza de la rueda.
- d) Marcas profundas y separadas.  
Causa: Mal rectificado de la rueda, partículas de metal adheridas a la cara de la rueda.
- e) Marcas irregulares.  
Causa: Suciedad suelta en la máquina.
- f) Marcas de varios largos y anchos (cola de pescado).  
Causa: Refrigerante sucio.  
Es importante limpiar el tanque con frecuencia, así como la manguera.

### I2.I.I3 QUEMADURAS Y GRIETAS.

Esto se presenta debido a sobrecalentamiento en el área de contacto, entre rueda abrasiva y trabajo.

Causa: Rueda Dura

Solución: Disminuir velocidad de la rueda o aumentar velocidad de trabajo.

Disminuir área de contacto, haciendo más angosta la rueda.

Utilizar mayor cantidad de refrigerante

Usar rueda más suave.

### I2.I.I4 PIEZAS FUERA DE MEDIDA.

Causa: Soportes del trabajo en mal estado.

Desgranamiento de la rueda abrasiva. Rueda blanda.

Líquido refrigerante mal empleado.

Sobrecalentamiento.

### I2.I.I5 ROTURA DE RUEDAS.

Prácticamente no existe una rueda abrasiva que sea irrompible, principalmente con las ruedas de liga cerámica las precauciones se deben extremar.

Las principales causas de rotura pueden ser:

a) Velocidad excesiva.

Por ningún motivo se debe exceder de la velocidad recomendada por el fabricante, aunque haya sido probada la rueda a una mayor velocidad de la marcada, es para tener un margen de seguridad, por la fuerza centrífuga, la presión, y los demás esfuerzos a los que es sometida la rueda al estar trabajando.

- b) Flecha con diámetro mayor al barreno de la rueda.  
No se debe forzar la rueda para colocarla en la máquina, sino se limpiará el barreno con una rasqueta o se cambiará la rueda por una que entre libremente en la flecha.
- c) Generación excesiva de calor en la flecha.  
Una mala lubricación en los baleros de la flecha ocasionará la generación de calor, la que puede provocar que el acero se expanda y ejerza presión en el barreno de la rueda.
- d) Bridas de apriete en mal estado.  
Las bridas deberán estar siempre limpias y planas (área de apriete), para que la sujeción sea pareja.
- e) Bridas de apriete de diferente diámetro.  
Deberán tener las mismas dimensiones para que la presión sea igual.
- f) Aceleración repentina.  
Recomendable que gradualmente vaya aumentando de velocidad.
- g) Desaceleración brusca.  
El frenado repentino se debe evitar y procurar que sea lento.
- h) Presión excesiva.  
Puede ocasionar la rotura por atoramiento o enterrón.
- i) Apriete excesivo.  
El apriete de sujeción se hará con cuidado y sin demasiada fuerza, colocando etiquetas o cartoncillo entre la rueda y las bridas para que ese esfuerzo disminuya.
- j) Apriete disparado.  
En las ruedas tipo 1TR, 2TR, 2PA, el apriete deberá hacerse en cruz y poco a poco para evitar que las tuercas se safen, o platos metálicos se tuercen.  
Los platos metálicos no deberán estar alabeados sino perfectamente planos.



- k) Acumulación parcial de soluble.  
La acumulación de soluble puede provocar desbalanceamiento y ésto rotura.

### 12.I.16 LIQUIDOS REFRIGERANTES.

La función del líquido refrigerante es la prevención de sobrecalentamientos, reducir la fricción entre la rueda y la pieza de trabajo, lavar la pieza y la rueda para así evitar que las partículas desprendidas del metal y el abrasivo provoquen arañazos en la pieza o se adhieran a la rueda provocando que se tape.

El volumen empleado de refrigerante es más importante que la presión a la que se suministre. Debe emplearse en abundancia y el chorro dirigido al área donde hacen contacto la rueda y el trabajo.  
El líquido deberá estar limpio para evitar rayas o arañazos.

#### 12.I.16.I METODOS DE APLICACION.

- a) Inundamiento.  
El líquido puede envolver la pieza de trabajo completamente dirigiendo las boquillas al área de contacto.
- b) Neblina.  
Se usa aire o aerosol presurizado y equipo para que lo distribuya como pequeñas gotitas transportadas en una neblina para estar presentes en el área de contacto.
- c) Inmersión.  
Se aplica sumergiendo la pieza de trabajo en un tanque.

## 12.I.I7 CORTE CON DISCO ABRASIVO.

Se conoce al corte con discos abrasivos como un método moderno y eficaz para cortar no solamente metales, sino otros materiales como vidrio, cerámica y materiales de construcción.

Es la operación abrasiva donde se generan las más altas temperaturas, debido a la presión que se ejerce para efectuarla eficazmente.

Se recomienda contar con máquinas suficientemente rígidas y con motores con la suficiente potencia (H.P), para poder mantener la velocidad periférica constante, que produce un corte limpio y preciso.

Si no se cuenta con potencia suficiente, los cortes serán más lentos, y habrá mayor generación de calor. La velocidad periférica será menor y disminuirá el rendimiento del disco.

El sistema de sujeción de la pieza debe ser rígido y las abrasaderas deben colocarse tan cerca del corte como sea posible, pero sin interferir en la operación.

En el corte de pruebas metalográficas, donde se utilizan discos muy delgados, es frecuente encontrar que los cortes salen chuecos, esto se puede deber a que las bridas de apriete son de diámetro pequeño, tomando en cuenta si el disco es de gran diámetro y por lo delgado del mismo la flexión es mayor.

En éste caso se podrían utilizar bridas mayores cuando el disco es nuevo y al reducir el diámetro utilizar bridas de diámetro menor.

DIAMETRO D.C. (mm) 250 300 350 400 450 600

POTENCIA (H.P.) 4a5 7a10 10a15 15a20 20a25

25a30

### 12.I.18 DESBASTE CON DT-27.

Es una operación de esmerilado muy fuerte, en la que se deben observar principalmente las medidas de seguridad:

- R. P. M.
- Guardas protectoras
- Bridas de apriete (Adaptador) SF-113
- Angulos de trabajo.

### 12.I.19 PUNTAS MONTADAS.

Es una operación de esmerilado muy segura, ya que por el poco peso del cuerpo abrasivo no sale proyectado en caso de rotura.

Un problema muy frecuente es encontrar que los vástagos se doblan y ésto es debido a exceso en la velocidad o bien que la distancia "O" entre máquina y abrasivo es mayor a la recomendada ( 13 mm.).

## CAPITULO 13

### LA ESTABILIDAD DE LA MAQUINA ESMERILADORA Y SU EFECTO SOBRE LA EFICIENCIA DE LAS RUEDAS DE DIAMANTE

#### 13.1 INTRODUCCION

#### PARTE EXPERIMENTAL

Para obtener la eficiencia máxima de cualquier rueda de diamante, la máquina debe ser lo más rígida posible. Los baleros de la flecha deben estar en óptimas condiciones, el ensamble con la flecha no debe tener vibraciones y la bancada no debe tomar vibraciones ni del motor, ni de las bandas.

En éste capítulo se determina la eficiencia de las ruedas cuando se usan en dos máquinas de características mecánicas diferentes.

#### 13.2 PROGRAMA DE LA PRUEBA.

##### 13.2.1 MAQUINAS.

La máquina A es una rectificadora de superficie con avance automático, toma vibraciones de la transmisión y del motor.

El movimiento de la mesa no es exacto ni firme, pero su condición y resultados de eficiencia son comparables a los de las esmeriladoras normales de herramientas y cortadores usados en la industria .

Se usa para pruebas de esmerilado en seco.

La máquina B es una esmeriladora más sofisticada que la máquina A. Tiene un movimiento transversal de mesa muy suave y cabezal con indicador automático.

El avance al final de cada ciclo se aplica manualmente. No toma vibraciones ni de la transmisión ni del motor.

### 13.2.2 RUEDAS.

Se usaron tres diferentes tipos de ruedas:

- 1.- 11V9 de 125x45x31.7 mm (125-11-2) ruedas de copa
- 2.- 6A9 de 100x40x31.7 mm (100-8-3) ruedas de copa recta
- 3.- 12A2 de 100x20x31.7 mm (100-5-2) ruedas de platillo

Los detalles de los diamantes usados en las pruebas se dan en la siguiente tabla:

TABLA I

<u>Rueda No.</u>	<u>Tipo de rueda</u>	<u>Tipo de grano</u>	<u>tamaño de grano</u>
<u>Serie I</u>			
1	11V9	4D	80/100
2	11V9	15D	80/100
3	11V9	6D	80/100
<u>Serie II</u>			
4	6A9	15D	120/140
5	6A9	15D	120/140
<u>Serie III</u>			
6	12A2	4D	60/80
7	12A2	4D	60/80
8	12A2	4D	100/120
9	12A2	4D	100/120
10	12A2	4D	140/170
11	12A2	4D	140/170
12	12A2	4D	200/230

Todas las ruedas fueron concentración 44 (4.4 quilates por  $\text{cm}^3$  de rueda) y de dureza R. Las ruedas de las Series I y II tenían el mismo tipo de liga. Las ruedas 6, 8, 10, y 12 de la Serie III tenían un tipo de liga y las restantes otro.

### 13.3 PARAMETROS DE LA PRUEBA.

	<u>Máquina A</u>	<u>Máquina B</u>
Velocidad de la flecha	3800 rev/min	3300 rev/min
Velocidad periférica de la rueda		
Serie I	25.0 m/seg	21.6 m/seg
Serie II	19.6 m/seg	17.0 m/seg
Serie III	19.6 m/seg	17.0 m/seg
Avance por doble paso		
1	0.025 mm	0.025 mm
2	0.050 mm	0.050 mm
Avance total por prueba	1.00 mm	1.00 mm
Velocidad transversal de la mesa	2.0 m/min	2.0 m/min
Tipo de la muestra	Harmet (6% Co balto) G-6	Harmet G-6
Tamaño de la muestra	51x13x6 mm	51x13x6 mm
Area presentada por paso de esmerilado	13x6=0.8 $\text{cm}^2$	13x6=0.8 $\text{cm}^2$
Velocidad de remoción volumétrica.		
1	2.88 $\text{cm}^3/\text{hr}$	2.88 $\text{cm}^3/\text{hr}$
2	5.76 $\text{cm}^3/\text{hr}$	5.76 $\text{cm}^3/\text{hr}$
Refrigerante	ninguno	ninguno
Pasos por rueda	4	4

Después de cada prueba se dejó reposar la rueda durante 24 horas para que se estabilizara antes de volverla a medir. El tiempo que necesita una rueda para estabilizarse depende: del tamaño de la rueda, de las bridas, del tiempo de esmerilado y de la profundidad de los cortes. Varía entre 7 y 15 horas. El desgaste de la rueda se midió con un calibrador de carátula a temperatura controlada y tolerancias de 0.001 mm. El desgaste de las muestras se midió con un micrómetro dando tolerancias de 0.01 mm. La velocidad de la mesa se verificó al principio y durante cada prueba usando un tacómetro, cuidando que fuera la misma en ambas máquinas.

#### 13.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA.

Serie I Ruedas 11V9 de 125 mm Avance 0.025 mm

<u>Rueda No.</u>	<u>Eficiencia Promedio</u>		<u>Aumento</u>
	<u>Máquina A</u>	<u>Máquina B</u>	
1	22.5	95	4 . 2 : 1
2	46.3	229	4 . 9 : 1
3	44.5	222	5 . 0 : 1

Aumento de Eficiencia Promedio 4. 7: 1

Serie II Ruedas 6A9 de 100 mm Avance 0.050 mm

<u>Rueda No.</u>	<u>Eficiencia Promedio</u>		<u>Aumento</u>
	<u>Máquina A</u>	<u>Máquina B</u>	
4	9.15	43.5	4 . 8 : 1
5	8.91	42.8	4 . 8 : 1

Aumento de Eficiencia Promedio 4. 8:1

Serie III A

Ruedas D12A2 de 100 mm Avance 0.025 mm

<u>Rueda No.</u>	<u>Eficiencia Promedio</u>		<u>Aumento</u>
	<u>Máquina A</u>	<u>Máquina B</u>	
6	52.5	545	10.4 : 1
7	73.0	780	10.7 : 1
8	41.7	450	10.8 : 1
9	56.1	558	9.9 : 1
10	26.0	265	10.2 : 1
11	29.6	270	9.1 : 1
12	18.2	213	11.7 : 1

Aumento de eficiencia promedio 10.4:1

Serie III B

Ruedas D12A2 de 100 mm Avance 0.050 mm

<u>Rueda No.</u>	<u>Eficiencia Promedio</u>		<u>Aumento</u>
	<u>Máquina A</u>	<u>Máquina B</u>	
6	10.6	120	11.3 : 1
7	17.3	256	14.8 : 1
8	7.7	131	17.0 : 1
9	9.2	136	14.8 : 1
10	5.2	79	15.2 : 1
11	6.9	75	10.9 : 1
12	5.3	59	11.1 : 1

Aumento de eficiencia promedio 13.6 : 1

Todos los valores de eficiencia son relaciones volumétricas reales (volumen de material removido / volumen de rueda desgastada), obtenidas durante las pruebas efectuadas.



### 3.5 DISCUSION.

Los resultados muestran una mejor eficiencia de las ruedas montadas en la máquina B que las montadas en la máquina A.

Las razones de ésto son:

1. La disminución de la velocidad de la flecha de 3800 a 3300 rev/min.
  2. La máquina B es una esmeriladora más completa y precisa que la máquina A.
  3. El movimiento transversal de la mesa de la máquina B es muy suave.
  4. La máquina B no tiene vibraciones.
- Por lo anterior, se esperaba un aumento en la eficiencia promedio de todas las ruedas montadas en la máquina B.

Las ruedas de las series I y II tenían cuerpo de baquelita, las de la Serie III tenían cuerpo de aluminio para disipar mejor el calor.

Las ruedas de las Series I y II muestran un aumento de eficiencia de 4.7 y 4.8 : 1 respectivamente.

Las ruedas de la Serie III que debido a su forma de platillo son más fáciles de flexionar, muestran un aumento de 10.4 : 1 con un avance de 0.025 mm.

La Serie III con avance de 0.050 mm aumentó su eficiencia promedio a 13.6 : 1 .

Esto demuestra que la máquina B soporta mejor avances mayores que la máquina A.

Los datos de los avances individuales en cada máquina muestran una disminución en la eficiencia al pasar de 0.025 mm a 0.050 mm.

Siendo de 4.8 : 1 para la máquina A y de 3.6 : 1 para la máquina B.

### 13.6 COMPARACION DE COSTOS.

Tomando una rueda de cada serie podemos mostrar lo que los resultados anteriores significan en el taller de una planta donde las esmeriladoras se usan en un sólo tipo de trabajo con un sólo avance y un sólo tipo de ruedas.

Se supone una jornada de 8 horas y 240 días laborales por año.

### 13.7 CONCLUSIONES.

Los aumentos en las relaciones de eficiencia 4.7, 4.8, 10.4, 13.6 a 1 son muy significativos. Estos aumentos se lograrán siempre que se use la máquina más estable disponible para el trabajo. Generalmente esto representa un gasto inicial mayor al adquirir una máquina mejor, pero la recuperación de la inversión se logra en corto tiempo. Para obtener la eficiencia máxima de las ruedas de diamante, es necesario que las máquinas en que se usen tengan las siguientes características:

1. Debe ser de construcción muy rígida, sin que sea muy pesada del cabezal. Su base debe ser amplia de modo que se asiente firmemente.
2. No debe tener vibraciones.
3. El movimiento transversal de la mesa debe ser suave y sin vibraciones, especialmente a bajas velocidades.
4. La flecha debe girar suavemente y sin calentarse a cualquier velocidad. Las vibraciones aquí son las más dañinas para la vida de la rueda.
5. El movimiento de la flecha debe ser mínimo al aplicar la carga de esmerilado.
6. Si se usa el cabezal y el contrapunto no debe haber tolerancia.

## CAPITULO I4

### NORMAS DE SEGURIDAD EN EL USO DE RUEDAS ABRASIVAS

#### I4.1 DEFINICION.

Las ruedas abrasivas son herramientas seguras y necesarias para la remoción del metal pero no son irrompibles, por lo que deben manejarse, montarse y emplearse cuidadosamente.

#### I4.2 ALMACENAMIENTO.

Es un factor muy importante dentro de la vida útil de la rueda, un almacenaje correcto debe permitir sacar a una rueda sin que se lastime alguna de las demás, deben usarse primeramente las ruedas más antiguas, lo que elimina la posibilidad de deterioros debido a un almacenaje largo.

##### I4.2.1 Estanteria.

Debe ser construida y localizada de acuerdo a las necesidades del usuario, deben colocarse en lugares donde:

- 1.- La temperatura sea constante y de 18 a 21 grados Centígrados, ya que cambios bruscos de temperatura perjudican a las ligas.
- 2.- Que sean secos o se mantengan con una humedad Relativa controlada de 45 a 50 %.
- 3.- Que permitan un almacenaje ordenado y seguro a cada uno de los diferentes tipos de ruedas.
- 4.- Que sean resistentes y con retenes para que no se caigan las ruedas.
- 5.- Que permita un marcaje adecuado de la cantidad, tipo y especificación de las ruedas.

Recomendaciones Generales sobre el almacenaje de cada uno de los tipos de las Ruedas.

- 1.- Las Ruedas tipo 1 deben almacenarse de Canto.
- 2.- Las Ruedas tipo taza deben apilarse una sobre otra, cuando se trate de ruedas grandes, el número no debe exceder a 3 piezas.
- 3.- Las ruedas tipo copa deben apilarse una sobre otra, pero de forma encontrada.
- 4.- Los discos rectos deben acomodarse en forma plana, procurando poner una pieza pesada sobre ellos y una pieza como soporte para que no se pandeen.
- 5.- Los conos y puntas montadas deben acomodarse en cajas resistentes.
- 6.- Las ruedas de cara especiales deberán acomodarse de forma tal que la cara no se perjudique.
- 7.- Las ruedas tipo plato deben acomodarse de manera que el diámetro menor quede siempre hacia abajo.
- 8.- Las limas y ladrillos deben acomodarse de manera que queden uno junto a otro en forma alineada.
- 9.- Los rollos deben almacenarse en forma horizontal.
- 10.- Las bandas pueden acomodarse colgadas o bien en su empaque original.
- 11.- Las hojas de lija deben permanecer siempre en su empaque original.
- 12.- Las ruedas de Diamante y Nitruro de Boro deben permanecer siempre en su caja de empaque original.

## 14.2.2 IDENTIFICACION DEL PRODUCTO.

La identificación del producto almacenado es un factor muy importante, ya que permitirá identificarlo rápidamente, debe tenerse cuidado de no quitar la etiqueta original de identificación.

FIG. 14. I

### ALMACENAJE CORRECTO DE LAS RUEDAS ABRASIVAS

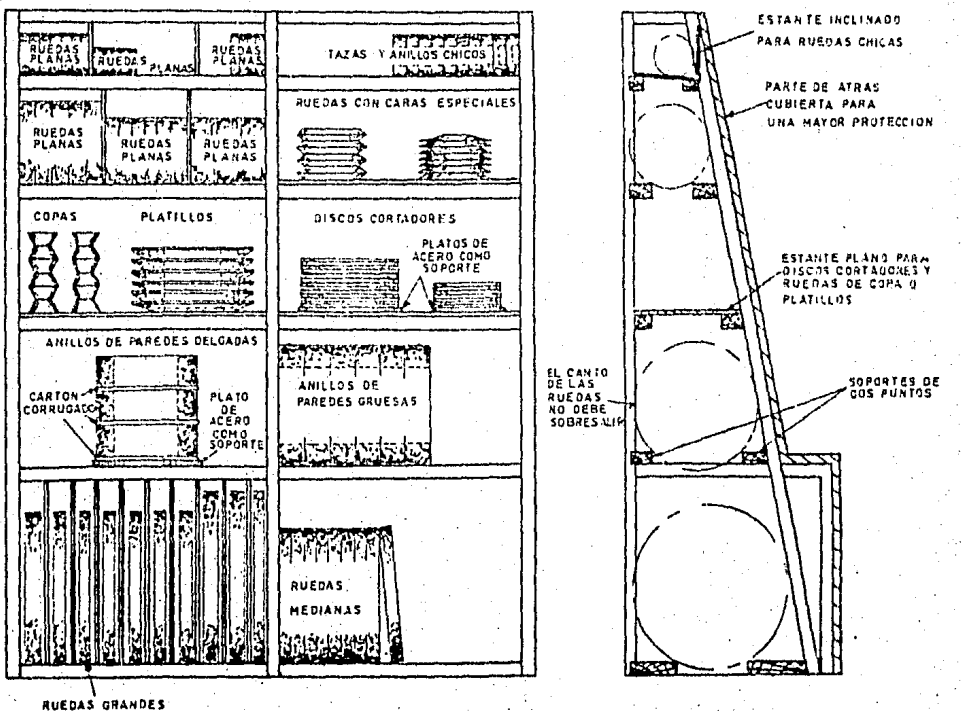
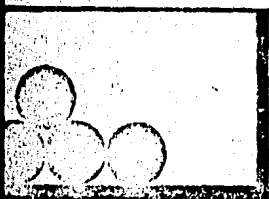
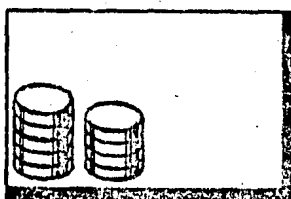


FIG. 14.2

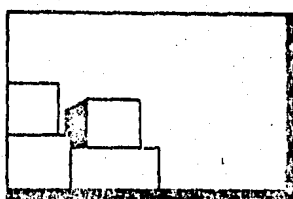
ALMACENAJE CORRECTO DE LIJAS Y BANDAS DE ESMERIL.



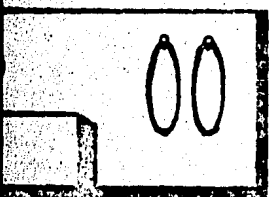
1.—Rollos almacenados horizontalmente.



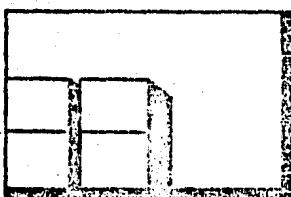
2.—Rollos angostos.



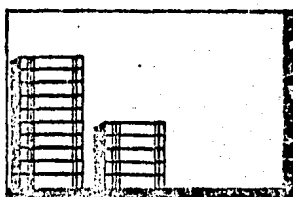
3.—Bandas en sus cajas.



4.—Bandas en cajas y colgadas.



5.—Hojas almacenadas en sus cajas originales.



6.—Hojas almacenadas en sus fajillas originales.

### I4.3 MANEJO.

Es uno de los factores más importantes, ya que un mal manejo puede ocasionar fracturas o desbalanceamientos a las ruedas.

Las recomendaciones generales para el manejo de las ruedas abrasivas son:

- 1.- Evitar que la rueda se caiga o golpee.
- 2.- La rueda no debe rodarse en el piso, sino que debe manejarse con aparatos adecuados.
- 3.- Los discos y ruedas que vayan empacados deberán transportarse de ese modo.

### I4.4 INSPECCION VISUAL.

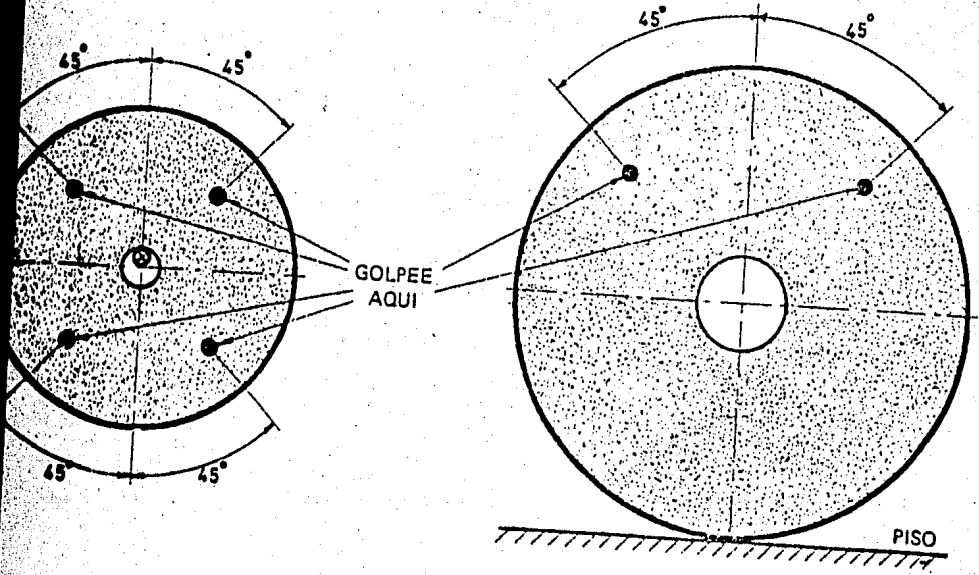
Antes de montar una rueda abrasiva es necesario inspeccionarla para observar que no haya evidencias de algún deterioro.

- 1.- Cuando se sospeche que una rueda ha sufrido algún deterioro deberá desecharse.
- 2.- Otra prueba o inspección visual que pueda hacerse rápidamente es la de la prueba del Sonido.

### I4.5 PRUEBA DEL SONIDO.

Suspéndase la rueda por el agujero con un dedo y con un objeto no metálico golpee la rueda a 45 grados de la vertical y a unos 3 o 4 centímetros de la periferia, al ser golpeada la rueda deberá escucharse un sonido metálico parecido al de una campana, si se produce un sonido sordo, no deberá emplearse esa rueda, ya que puede estar fracturada. Si la rueda es muy grande puede apoyarse en el suelo, el cual deberá estar duro y limpio, las ruedas rificadas son las únicas que dan éste sonido, las ruedas resinosas dan un sonido más opaco.

FIG. 14.3





#### 14.6 MEDIDAS MINIMAS DE LAS RUEDAS.

De acuerdo a la American Standard Safety Code, Care, and Protection of the Abrasive Wheels párrafos E-7.1 y E-7.2 de 1964, las ruedas abrasivas deben tener un mínimo de medidas en cuanto a diámetro, espesor y barrenos, las cuales deben ser de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA 14.I

DIAMETRO DE LA RUEDA MM	GRUESO DE LA RUEDA EN MILIMETROS																	DIAMETRO DE LA RUEDA MM			
	6	10	13	15	20	25	30	40	45	50	55	65	70	75	80	90	100		115	125	
	DIAMETROS DEL EJE EN MILIMETROS																				
50	3.2	4.8	4.8	6.4	6.4	9.5														50	
75	6.4	6.4	9.5	9.5	9.5	9.5															75
100	7.9	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	12.7	12.7	12.7	12.7											100
125	9.5	9.5	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7											125
150	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	15.9	15.9	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	25.4	150
175	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	15.9	15.9	15.9	15.9	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	25.4	25.4	175
200	12.7	12.7	12.7	12.7	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	200
225	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	19.1	19.1	19.1	19.1	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	31.7	31.7	31.7	31.7	225
250	15.9	15.9	15.9	15.9	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	25.4	25.4	25.4	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	250
300	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	300
350	19.1	19.1	19.1	19.1	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	38.1	38.1	38.1	38.1	350
400					31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	44.4	400
450					31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	44.4	44.4	44.4	44.4	450
500						38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	44.4	44.4	44.4	44.4	50.8	50.8	500
600						38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	44.4	44.4	44.4	44.4	50.8	50.8	50.8	600
650							38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	44.4	44.4	44.4	44.4	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	650
750											44.4	44.4	44.4	44.4	44.4	50.8	50.8	50.8	50.8	57.1	750
900											44.4	50.8	50.8	50.8	50.8	57.1	57.1	57.1	63.5	63.5	900

# 14.7 PESOS MINIMOS DE LAS RUEDAS.

De acuerdo al Código anterior, las Ruedas abrasivas deben tener un peso mínimo, el cual debe ser en base a su diámetro y espesor, los cuales son en base a la siguiente tabla.

TABLA I4.2

DIAMETRO DE LA RUEDA	ANCHO EN MILIMETROS																			DIAMETRO DE LA RUEDA
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	115	125	150	175	200		
	PESO APROXIMADO EN KGS.																			
75	0.056	0.112	0.170	0.225	0.280	0.340	0.450	0.560	0.670	0.780	0.890	1.000	1.120	1.240	1.400	1.700	2.000	2.250	75	
100	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.300	2.500	3.000	3.500	4.000	100	
125	0.160	0.320	0.480	0.640	0.800	0.960	1.280	1.600	1.920	2.240	2.560	2.880	3.200	3.600	4.000	4.800	5.600	6.400	125	
150	0.225	0.450	0.680	0.900	1.130	1.350	1.800	2.250	2.700	3.200	3.600	4.000	4.500	5.150	5.500	6.750	7.900	9.000	150	
175	0.300	0.600	0.900	1.200	1.500	1.800	2.400	3.000	3.600	4.200	4.800	5.400	6	7	7.5	9	10.5	12	175	
200	0.400	0.800	1.200	1.600	2.000	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400	7.200	8	9	10	12	14	16	200	
225	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8	9	10	11.5	12.5	15	17.5	20	225	
250	0.630	1.260	1.880	2.500	3.150	3.750	5.000	6.250	7.500	8.750	10	11	13	14.5	16	19	22	25	250	
300	0.900	1.800	2.700	3.600	4.500	5.400	7.200	9	11	13	14	16	18	21	23	27	31	36	300	
350	1.230	2.460	3.700	4.900	6.100	7.350	9.800	12	15	17	20	22	25	29	31	37	43	50	350	
400	1.600	3.200	4.800	6.400	8	9.600	13	16	19	22	26	29	32	37	40	48	56	64	400	
450	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	32	36	40	46	50	60	70	80	450	
500	2.50	5	8	10	13	15	20	25	30	35	40	45	50	58	63	75	87	100	500	
550				12	15	18	24	30	37	43	49	55	61	70	76	91	107	122	550	
600					18	22	29	36	43	50	58	65	72	83	90	108	126	144	600	
650					21	25	34	42	50	59	67	76	84	96	105	126	147	168	650	
700					25	29	39	49	59	68	78	88	98	113	122	147	172	198	700	
750						34	45	56	67	78	90	101	112	129	140	168	198	225	750	
800						38	51	64	77	89	102	115	128	148	160	192	224	256	800	

### 14.8 VELOCIDAD PERIFERICA.

Es la Velocidad a la cual viaja un punto de la periferia superficial y que normalmente se expresa en m./seg.

### 14.8.I VELOCIDADES PERIFERICAS RECOMENDABLES.

En la siguiente table se dan las velocidades periféricas recomendables para cada tipo de operación.

TABLA 14.3

### VELOCIDADES PERIFERICAS RECOMENDABLES

Ruedas de liga resinosa	Diamante		Tyabor CBN	
	En húmedo	En seco	En húmedo	En seco
Proceso de esmerilado				
Esmerilado de superficie	20-30 m/s		22-35 m/s	
Esmerilado de interiores	10-20 m/s	8-12 m/s	18-30 m/s	15-20 m/s
Esmerilado cil. exterior	20-30 m/s		25-35 m/s	
Filado	18-28 m/s	15-22 m/s	20-30 m/s	18-25 m/s

Según los diferentes tipos de esmerilado, se recomiendan las velocidades indicadas a continuación:

RECTIFICADO	m/seg.	De carburos cementados con ruedas de diamante	
Cilíndrico exterior	25-32	En húmedo	18-28
Cilíndrico interior	20-30	En seco	15-22
De superficie con copas o segmentos	20-25	DESBASTE CON MAQUINAS PORTATILES	
De superficie con ruedas planas	22-27	Ruedas vitrificadas	25-30
FILADO DE HERRAMIENTAS		Ruedas resinosas	48
De acero	25	DESBASTE CON DISCOS REFORZADOS DE RESAQUE	80
De carburos cementados (manual)	20-25	CORTE CON DISCOS ABRASIVOS	60-80
De carburos cementados (mecánico)	5-15	CORTE CON DISCOS REFORZADOS EN MAQUINA FIJA	80

# TABLA DE VELOCIDADES PERIFERICAS

## TABLA I 4.4

		METROS POR SEGUNDO																	
Ø		15	18	20	23	25	28	30	33	35	37	45	48	50	60	65	80	Ø	
		REVOLUCIONES POR MINUTO																	PLG. MM
25	1	11 503	13 803	15 279	17 189	19 098	21 008	22 918	24 828	26 737	28 374	34 377	36 287	38 196	45 836	49 846	61 116	1	25
30	2	5 729	6 875	7 639	8 594	9 549	10 504	11 459	12 414	13 368	14 132	17 189	18 143	19 098	22 918	24 828	30 558	2	50
75	3	3 819	4 583	5 093	5 729	6 366	7 003	7 639	8 276	8 913	9 421	11 459	12 096	12 732	15 278	16 552	20 372	3	75
100	4	2 864	3 437	3 820	4 297	4 775	5 252	5 729	6 207	6 685	7 066	8 595	9 072	9 549	11 459	12 414	15 278	4	100
125	5	2 291	2 750	3 056	3 438	3 820	4 202	4 584	4 966	5 348	5 653	6 876	7 258	7 640	9 168	9 931	12 224	5	125
150	6	1 809	2 281	2 546	2 865	3 183	3 501	3 820	4 138	4 456	4 710	5 729	6 048	6 366	7 639	8 276	10 186	6	150
175	7	1 437	1 964	2 183	2 455	2 728	3 001	3 274	3 547	3 820	4 037	4 911	5 183	5 456	6 548	7 093	8 732	7	175
200	8	1 132	1 718	1 910	2 148	2 387	2 626	2 865	3 103	3 342	3 533	4 297	4 535	4 775	5 729	6 207	7 640	8	200
225	9	1 273	1 527	1 698	1 910	2 122	2 334	2 546	2 758	2 970	3 140	3 820	4 032	4 244	5 092	5 517	6 795	9	225
250	10	1 145	1 375	1 528	1 719	1 910	2 101	2 292	2 483	2 674	2 826	3 438	3 629	3 820	4 584	4 965	6 112	10	250
300	12	954	1 145	1 273	1 432	1 591	1 751	1 910	2 069	2 228	2 355	2 864	3 023	3 183	3 820	4 138	5 092	12	300
350	14	818	982	1 091	1 228	1 364	1 500	1 637	1 773	1 910	2 018	2 455	2 592	2 728	3 274	3 546	4 366	14	350
400	16	716	859	955	1 074	1 194	1 313	1 432	1 552	1 672	1 766	2 149	2 268	2 387	2 865	3 103	3 820	16	400
450	18	636	763	849	955	1 061	1 167	1 273	1 379	1 485	1 570	1 910	2 016	2 122	2 545	2 758	3 396	18	450
500	20	572	687	764	859	955	1 050	1 146	1 241	1 337	1 413	1 719	1 814	1 910	2 292	2 482	3 056	20	500
550	22	520	625	694	781	868	955	1 042	1 128	1 215	1 284	1 562	1 649	1 736	2 084	2 257	2 776	22	550
610	24	469	563	637	716	796	875	955	1 034	1 115	1 158	1 433	1 512	1 591	1 910	2 035	2 546	24	610
660	26	434	520	588	661	734	808	881	955	1 028	1 070	1 322	1 395	1 468	1 762	1 880	2 352	26	660
710	28	403	484	548	614	682	750	818	887	955	995	1 092	1 159	1 228	1 296	1 784	2 182	28	710
760	30	376	452	509	573	637	700	764	828	891	929	1 146	1 210	1 274	1 528	1 633	2 056	30	760
810	32	353	424	477	537	597	656	716	776	836	872	1 074	1 134	1 194	1 432	1 532	1 910	32	810
864	34	331	397	442	508	552	618	663	729	773	817	994	1 061	1 105	1 326	1 436	1 768	34	864
912	36	314	376	418	481	523	586	628	691	732	774	942	1 005	1 047	1 256	1 361	1 675	36	912

#### 4.8.2 VELOCIDADES PERIFERICAS DE ETIQUETADO.

Es aquella velocidad bajo la cual una rueda puede ser trabajada por norma del fabricante y la cual se indica en la etiqueta de identificación de la rueda.

#### TABLA DE VELOCIDADES DE ETIQUETADO

TABLA I4.5

TIPOS DE RUEDA	m/seg.
RUEDAS VITRIFICADAS SUPERPOROSAS	30
RUEDAS VITRIFICADAS NORMALES	37
RUEDAS VITRIFICADAS PARA 45 a 50 m/seg. (V245, V345, V914, V964, V250, V350, V915, V965)	50
RUEDAS VITRIFICADAS PARA 60 a 65 m/seg. (V260, V360, V660, V916, V966)	65
RUEDAS VITRIFICADAS PARA 80 m/seg. (V968)	80
RUEDAS RESINOSAS NORMALES	50
RUEDAS RESINOSAS A60	60
RUEDAS RESINOSAS A80	80
DISCOS CORTADORES SIN REFUERZO	65
DISCOS CORTADORES CON REFUERZO	80
DISCOS CORTADORES REFORZADOS PARA 100 m/seg.	100
DISCOS ESMERILADORES REFORZADOS	80

#### 4.9 NORMAS DE VELOCIDAD.

- 1.- Cerciórese que la rueda pueda ser empleada a las revoluciones por minuto que desarrolla la máquina.
- 2.- No deberá excederse nunca la velocidad máxima de operación establecida para cada una de las ruedas.
- 3.- Al montarse la rueda debe dejarse girar libremente a la velocidad a la cual va a trabajar, por lo menos durante un minuto antes de comenzar a esmerilar.
- 4.- Todas las ruedas fabricadas para velocidades de trabajo excepcionales únicamente se emplearán para los trabajos adecuados y en las máquinas adecuadas.
- 5.- Use las velocidades de operación recomendadas, una velocidad muy baja hace que la rueda actúe muy suave, tenga corte lento y se desgaste rápidamente, una velocidad muy alta, hace que la rueda actúe dura que el material se desgaste rápido, especialmente si la rueda es resinosa.

#### 4.10 USOS DE LA RUEDA.

- 1.- Asegúrese que la máquina se encuentre en buenas condiciones de operación y revísela periódicamente.
- 2.- Esmerile en húmedo siempre que sea posible, el uso de líquido esmerilador aumenta la eficiencia de la rueda, debe evitarse el uso de líquidos Alcalinos.
- 3.- Esmerile en seco únicamente en casos extremos y solamente con ruedas de liga resinosa.
- 4.- No intente remover demasiado material por paso de la rueda, los avances recomendados son los siguientes.

TABLA I4.6

GRANO	AVANCE
80 - 120	0.025 - 0.050 mm
140 - 230	0.013 mm
270 en adelante	0.006 mm

- 5.- El avance transversal debe ser lento y no mayor de 0.075 mm por paso.
- 6.- La velocidad de la mesa no debe ser mayor de 1 m/min para desbaste y de 0.25 m/min. para acabado.
- 7.- La rueda debe estar perfectamente rectificada y con una tolerancia en la excentricidad de 0.025 mm para ruedas tipo copa y tipo plato y de 0.013 mm para ruedas rectas y ruedas resinosas.
- 8.-Debe revisarse continuamente la flecha y la brida de asiento con un indicador de carátula. La excentricidad se corrige golpeando suavemente la rueda con un martillo de madera.
- 9.- El aderezado y rectificado correctos aumentarán significativamente el rendimiento de la rueda, que es un factor importante por cuidar.
- 10.-No esmerile por el lado plano de la rueda, a menos de que haya sido diseñada para ésto.
- 11.-No golpee la rueda con la pieza que se está esmerinando porque puede fracturarse.
- 12.- Cuando se trabaja con líquido enfriador, antes de parar la máquina cierre la llave de paso, para evitar que se creen condiciones de desbalanceamiento en la rueda.

13.-La pieza que se va a esmerilar no debe aplicarse con presión muy fuerte sobre la rueda fría, ya que el calor súbitamente desprendido por la fricción puede provocar tensiones y por consecuencia rajaduras en la rueda.

14.-El soporte de la pieza debe estar lo más cerca posible de la rueda, con un máximo de 3 mm de distancia para evitar que la pieza se trabe entre la rueda y el soporte.

15.-No altere la rueda en la flecha, ni altere el diámetro del equipo, si la rueda no entra en la flecha no debe montarse.

16.-No debe colocarse enfrente de la rueda cuando se esté esmerilando.

17.-Siempre emplee anteojos de seguridad cuando esté operando la máquina esmeriladora.

18.-Se debe cuidar el engrase regular de la flecha para evitar su calentamiento, así como el de la rueda.

#### 4.II TENSIONES.

Bajo condiciones normales de operación las ruedas se encuentran sometidas a una serie de tensiones provocadas por los siguientes factores:

1.-Aceleración Rotacional.

Se produce cuando la rueda se lleva a su velocidad normal de operación.

2.-Desbalanceamiento Dinámico.

Es producido cuando existe un mal montaje de la rueda.

3.-Impactos Radiales.

Se producen como resultado del impacto ocasionado por el avance de la rueda en la pieza de trabajo o viceversa.

4.-Tensión Tangencial.

Es la producida por los esfuerzos en la superficie de la rueda.



- 5.-Tensión térmica.  
Es producida por el calor generado entre la rueda y la pieza de trabajo.
- 6.-Impactos Laterales.  
Se producen por golpeteos intermitentes de la rueda en la pieza de trabajo o viceversa.
- 7.-Cargas Laterales.  
Es la tensión producida por presión ejercida en las caras de las ruedas.
- 8.-Cargas por Desaceleración o Frenado.  
Se producen al disminuir la velocidad de la rueda aplicando un freno o desaceleración.
- 9.-Tensión por Compresión.  
Se produce al monter la rueda entre las bridas.
- 10.-Tensión Rotacional.  
Es la producida por la fuerza centrífuga generada al girar la rueda.

#### 14.12 RESPONSABILIDADES DE SEGURIDAD DEL FABRICANTE DE RUEDAS ABRASIVAS.

La seguridad de la rueda abrasiva comienza desde su fabricación, por lo que el fabricante debe tener las siguientes normas:

- 1.-Producir ruedas que garanticen la seguridad del operario.
- 2.-Proporcionar asesoría técnica al usuario.
- 3.-Realizar estudios para mejorar sus especificaciones.
- 4.-Tener un estricto control de calidad durante la fabricación tanto de las materias primas como del producto terminado.

**4 A.- Control de Calidad de Materias Primas.**

- a).- Tipo de Grano
- b).- Tamizado
- c).- Calidad de Grano
- d).- Calidad de Liga o Aglutinante.

**4 B.- Control de Calidad de Producto Terminado.**

- a).- Medida de Dimensiones
- b).- Prueba de Sonido (A ruedas Vitrificadas solamente).
- c).- Prueba de Balanceo
- d).- Prueba de Velocidad
- e).- Prueba de Dureza y Estructura.

**4.13 RESPONSABILIDADES DE SEGURIDAD DEL FABRICANTE DE MÁQUINAS ESMERILADORAS.**

El fabricante de las máquinas esmeriladoras debe tener en mente construir las tomando en cuenta los siguientes factores:

- a).- Diseñar las máquinas para que sean seguras y precisas.
- b).- Proporcionar los dispositivos y montajes que sean adecuados y seguros.
- c).- Capacitar al personal que va a operar las máquinas.
- d).- Debe diseñarlas para que trabajen fácilmente a las velocidades requeridas.

#### 4.I4 RESPONSABILIDADES DE SEGURIDAD DEL USUARIO.

La mayor parte de los accidentes son causados por un mal manejo de las ruedas por los operarios, por lo que éstos deben seguir las siguientes normas de seguridad:

- 1).-Examinar los materiales al recibirlos.
- 2).-Fijar procedimientos de manejo y almacenaje seguros.
- 3).-Suministrar el equipo de protección que garantice un uso seguro(Lentes, Botas, Caretas, Cascos guantes, etc.)
- 4).-Revisar que las máquinas y el equipo trabajen en forma segura.
- 5).-Seguir las recomendaciones de seguridad del fabricante de las ruedas abrasivas correctamente.
- 6).-Seguir adecuadamente las recomendaciones de seguridad del fabricante de máquinas esmeriladoras.
- 7).-Adiestrar al personal en el uso de ruedas y máquinas esmeriladoras.

#### I4.I5 GUARDAS PROTECTORAS.

Es la parte de la máquina que da resguardo a la rueda esmeriladora y tiene las siguientes características:

- 1.-Deben emplearse siempre.
- 2.-Deben cubrir por lo menos la mitad de la rueda.
- 3.-Hasta que se encuentren bien montadas debe ponerse a funcionar la máquina esmeriladora.
- 4.-Pueden no emplearse con ruedas menores de 50 mm.
- 5.-Se deben colocar de modo que permanezcan siempre firmes y rígidas pero deben tener fácil movimiento.

#### 4.I6 BRIDAS.

Son la parte de la máquina que da sujeción a la rueda y permiten su correcto ajuste en la máquina debe tener las siguientes características:

- 1.- Deben ser del mismo tamaño y características las dos.
- 2.- Deben tener las dos un diámetro de por lo menos  $1/3$  del diámetro de la rueda.
- 3.- No se deben usar bridas de apriete cuya superficie no esté limpia y plana.
- 4.- Deben emplearse siempre las ruedas con la etiqueta ya que éstas permiten el apriete con las bridas.
- 5.- Deben tener un receso alrededor del agujero.

#### 4.I7 FLECHA.

Es la parte de la máquina que permite soporte de la rueda y le da transmisión para que ésta gire, debiendo tener las siguientes características:

- 1.- Un diámetro mínimo que garantice el uso seguro de la rueda.
- 2.- Un diámetro que impida que haya mucho juego con el barreno de la rueda.
- 3.- Debe evitarse su calentamiento, ya que al expandirse puede fracturarse o fracturar a la rueda, lo que hace lubricando los baleros.
- 4.- Debe ser lo suficientemente larga para permitir el montaje de la rueda y las bridas y lo suficientemente corta para permitir el correcto apriete con las tuercas.

#### 14.18 TUERCAS.

Es la parte de la máquina que permite que haya una buena sujeción de la rueda en la flecha e impide que se salga de ésta sus características primordiales deben ser:

- 1.- Tener el diámetro adecuado para permitir el apriete en la flecha.
- 2.- Su apriete no debe ser excesivo ya que puede fracturar a la rueda.
- 3.- Su apriete debe ser en sentido contrario al movimiento de giro de la rueda.
- 4.- Deben ser fácilmente ajustables y de fácil desmonte en la flecha.

#### 14.19 POSAMANO.

Es la parte de la máquina que permite al operario la sujeción de la pieza de trabajo sin necesidad de que él tenga que soportarla, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Debe ser rígido.
- 2.- Debe tener fácil movimiento.
- 3.- La separación entre la rueda y él debe ser máximo de 3 mm para evitar que la pieza se atore.

#### 14.20 CONCLUSION.

Puede decirse que el esmerilado es una de las operaciones de remoción de material más cómodas y seguras que existen en la actualidad siempre y cuando se cumpla con los requisitos expuestos para el empleo de las ruedas abrasivas.

BIBLIOGRAFIA

- CT 1970; Máquinas herramientas I, Rectificado; Ed. Gustavo Gili, S. A.; Barcelona.
- INDING WHEEL  
STITUTE 1960; Normas de especificación de abrasivos Asesoría Técnica; Ed. American Standard Association; New York.
- INDING WHEEL  
STITUTE 1967; U.S.A. Standard. Grinding of abrasive microgrits; Ed. United States of America Standards Institute; New York.
- UMNEI W.E. 1976; Aplicaciones de mecanizado y rendimiento de las herramientas de plaquitas - Compax y las herramientas compactas - B2N; Ed. General Electric Co., U.S.A.

### C A T A L O G O S

- ANDELI 1977; Información general sobre abrasivos revestidos; Bol. I, Vol. I: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Clases de abrasivos; Bol. II, Vol. I: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Gradación de minerales abrasivos; Bol. III, Vol. I: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Sistema de identificación de productos; Bol. IV, Vol. I: 1-2 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Adhesivos; Bol. V, Vol. I: 1-2 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Dorsos; Bol. VI, Vol. I: 1-2 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Manufactura de abrasivos revestidos; Bol. VII, Vol. I: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI. 1977; Procesos de acabado; Bol. VIII, Vol. I: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.

- ANDELI 1977; Funciones de los abrasivos revestidos; Bol. XIX, Vol. I: 1-2 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Formas Standard de productos revestidos; Bol. X, Vol. I: 1-2 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Manejo y almacenamiento de abrasivos revestidos; Bol. XI, Vol. I: 1-2 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Operaciones efectuadas con bandas; Bol. XII, Vol. I: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Problemas de bandas I; Bol. I, Vol. II: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Problemas de bandas II; Bol. II, Vol. II: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Aplicaciones generales de bandas abrasivas; Bol. III, Vol. II: 1-2 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- ANDELI 1977; Industria de la madera; Bol. IV, Vol. III: 1-3 Fandeli, S. A. de C. V.; México.
- GENERAL ELECTRIC CO. 1972; Man-Made Diamante Industrial tipo RUG-880; Ed. General Electric Co.; U.S.A.
- GENERAL ELECTRIC CO. 1976; Como aumentar la productividad y reducir los cortes de amolado con Borazon CBN; Ed. General Electric Co.; U.S.A.
- GENERAL ELECTRIC CO. 1976; Man-Made Diamante Industrial tipo CSG-11; Ed. General Electric Co.; U.S.A.
- GENERAL ELECTRIC CO. 1977; Directivas para el empleo de ruedas de Borazon CBN; Ed. General Electric Co.; U.S.A.
- GENERAL ELECTRIC CO. 1979; El empleo de ruedas de Borazon CBN en el amolado interno; Ed. General Electric Co.; U.S.A.



ERAL ELECTRIC

1979; *Directivas para el amolado de carburos cementados con diamante Man-Made*; Ed. General Electric Co.; U.S.A.

H. BULLARD

1971; *Abrasivos*; Ed. GEO. H. Bullard Co.,

OLIT -  
TROMEX

1981; *Catálogo de existencias*; Tyrolit - Austromex; México.