



MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN



MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

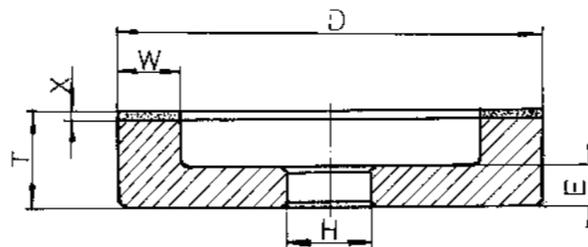
ÍNDICE

1. Tabla de geometría de las muelas	4
Referencia 1 A1	5
Referencia 14 A1	6
Referencia 1 L1	7
Referencia 14 EE 1	8
Referencia 14 F1	9
Referencia 1 FF1	10
Referencia 9 A3	11
Referencia 4 A2	12
Referencia 12 A9	13
Referencia 4 ET9	14
Referencia 4 BT9	15
Referencia 12 A2-45	16
Referencia 6 V9	17
Referencia 6 A2	18
Referencia 6 A2-D	19
Referencia 11 A2	20
Referencia 12 A2	21
Referencia 12 V2	22
Referencia 6 A9	23
Referencia 11 V9	24
Referencia 12 V9	25
Referencia 1 SVM	26
Referencia 12 A2-1	27
Referencia 4 B9	28
Referencia 12 V9	29
Referencia 1 A1 W / 1 A8 W	30
Referencia 14 U1	31

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

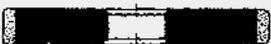
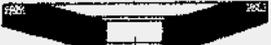
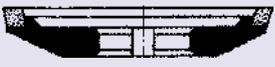
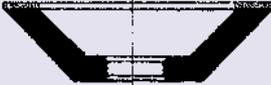
ÍNDICE

2.	Campo de aplicación de muelas de diamante y de nitruro de boro cúbico (CBN)	32
3.	Indicaciones para realizar un pedido	32
4.	Recomendaciones para seleccionar las herramientas de rectificado	33
5.	Especificaciones de calidad	34
5.1	Tipo de abrasivo	34
5.2	Granulación	35
5.3	Aglomerante	37
6.	Aplicación de las herramientas de rectificado	38
7.	Refrigeración	39
8.	Mantenimiento de las muelas	39
9.	Parámetros de rectificado	40
10.	Cuestionario para la elección de la herramienta abrasiva	41



MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

1. TABLA DE GEOMETRÍA DE LAS MUELAS

REFERENCIA	FORMA	PÁGINA	REFERENCIA	FORMA	PÁGINA
1 A1		5	6 A2 6 A2-D		18
14 A		6	11 A2		19
A L1		7	12 A2		20
14 EE1		8	12 V2		21
14 F1		9	6 A9		22
1 FF1		10	11 V9		23
9 A3		11	12 V9		24
4 A2		12	1 SVM		25
12 A9		13	12 A2-1		26
4 ET9		14	4 V9		27
4 BT9		15	12 B9		28
12 A2-45		16	1 A1 W 1 A8 W		29
6 V9		17	14 U1		30

También es posible suministrar muelas con dimensiones no estándar, previo acuerdo con el proveedor.

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

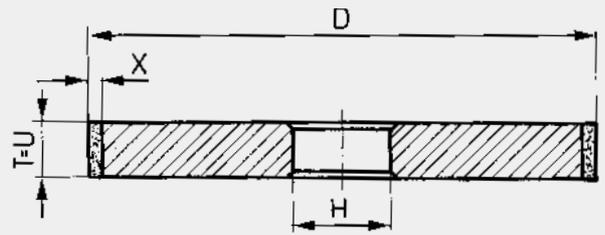
1 A1

Las herramientas de rectificado se fabrican hasta el diámetro **D = 400 mm**.

Proporcione el diámetro del agujero únicamente si no es estándar.

Ejemplo de pedido: 30 - 10 - 3

Forma: D - T - X - H



D	T	H			X		
16	6	6	8	12	13	2	
16	10	6	8	12	13	2	
20	6	6	8	12	13	2	
20	10	6	8	12	13	2	3
20	15	6	8	12	13	2	3
20	20	6	8	12	13	2	3
25	6	6	8	12	13	2	3
25	10	6	8	12	13	2	3
25	15	6	8	12	13	2	3
25	20	6	8	12	13	2	3
30	6	6	8	12	13	2	3
30	10	6	8	12	13	2	3
30	15	6	8	12	13	2	3
30	20	6	8	12	13	2	3
40	6	20	(12)	(13)		2	3
40	10	20	(12)	(13)		2	3
40	15	20	(12)	(13)		2	3
40	20	20	(12)	(13)		2	3

D	T	H	X		
50	6	20	3	2	4
50	10	20	3	2	4
50	15	20	3	2	4
50	20	20	3	2	4
60	6	20	3	2	4
60	10	20	3	2	4
75	4	20	3	2	4
75	6	20	3	2	4
75	10	20	3	2	4
100	4	20	3	2	4
100	6	20	3	2	4
100	10	20	3	2	4
125	4	20	3	2	4
125	6	20	3	2	4
125	10	20	3	2	4
125	15	20	3	2	4
150	4	20	3	2	4
150	6	20	3	2	4
150	10	20	3	2	4
150	15	20	3	2	4
150	20	20	3	2	4

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

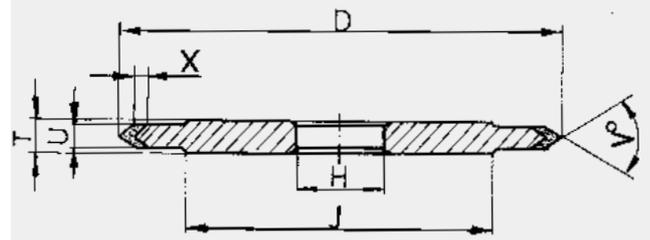
14 EE 1

Las herramientas de rectificado se fabrican hasta el diametro $D = 200$ mm.

Proporcione el diametro del agujero únicamente si no es estándar.

Ejemplo de pedido: 100 - 3 - 3 - 35°

Forma: D - U - X - H - V°



D	T	H	U	X		V°	J
100	6	20	3	3	6	35	70
100	6	20	3	2,5	5	45	70
100	6	20	3	2	4	60	70
100	6	20	3	1,5	3	90	70
100	6	20	4	3	6	35	70
100	6	20	4	2,5	5	45	70
100	6	20	4	2	4	60	70
100	6	20	4	1,5	3	90	70
125	6	20	3	3	6	35	100
125	6	20	3	2,5	5	45	100
125	6	20	3	2	4	60	100
125	6	20	3	1,5	3	90	100
125	6	20	4	3	6	35	100
125	6	20	4	2,5	5	45	100
125	6	20	4	2	4	60	100
125	6	20	4	1,5	3	90	100
150	6	20	3	3	6	35	120
150	6	20	3	2,5	5	45	120
150	6	20	3	2	4	60	120
150	6	20	3	1,5	3	90	120
150	6	20	4	3	6	35	120
150	6	20	4	2,5	5	45	120
150	6	20	4	2	4	60	120
150	6	20	4	1,5	3	90	120

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

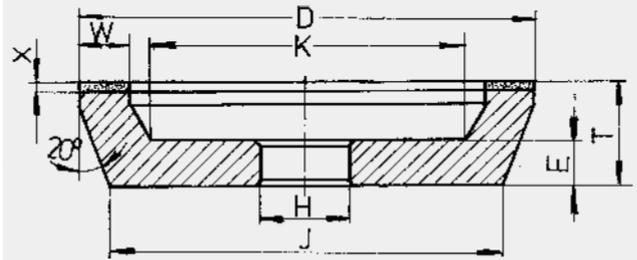
11 A2

Las herramientas de rectificado se fabrican hasta el diámetro **D = 250 mm**.

Proporcione el diámetro del agujero únicamente si no es estándar.

Ejemplo de pedido: 100 - 6 - 3

Forma: D - W - X - H



D	T	H	W	X			K _{min}	J _{min}	E
75	22	20	3	2	3	4	60	63	10
75	22	20	4	2	3	4	58	63	10
75	22	20	5	2	3	4	56	63	10
75	22	20	6	2	3	4	54	63	10
75	22	20	10	2	3	4	46	63	10
100	25	20	4	2	3	4	79	86	10
100	25	20	5	2	3	4	77	86	10
100	25	20	6	2	3	4	75	86	10
100	25	20	8	2	3	4	71	86	10
100	25	20	10	2	3	4	67	86	10
125	25	20	5	2	3	4	102	111	10
125	25	20	6	2	3	4	100	111	10
125	25	20	8	2	3	4	96	111	10
125	25	20	10	2	3	4	92	111	10
125	25	20	12	2	3	4	88	111	10
150	25	20	5	2	3	4	127	136	10
150	25	20	6	2	3	4	125	136	10
150	25	20	8	2	3	4	121	136	10
150	25	20	10	2	3	4	117	136	10
150	25	20	15	2	3	4	107	136	10

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

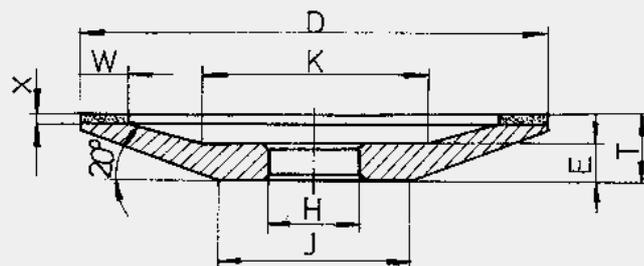
12 A2

Las herramientas de rectificado se fabrican hasta el diámetro **D = 250 mm**.

Proporcione el diámetro del agujero únicamente si no es estándar.

Ejemplo de pedido: 100 - 6 - 3

Forma: D - W - X - H



D	T	H	W	X			K _{min}	J _{min}	E
50	10	20	4	2	3	4	20	20	6
50	10	20	6	2	3	4	16	20	6
75	10	20	4	2	3	4	48	39	6
75	10	20	6	2	3	4	44	39	6
75	10	20	10	2	3	4	36	39	6
100	14	20	4	2	3	4	58	45	8
100	14	20	6	2	3	4	54	45	8
100	14	20	8	2	3	4	50	45	8
100	14	20	10	2	3	4	46	45	8
125	16	20	5	2	3	4	62	57	8
125	16	20	6	2	3	4	60	57	8
125	16	20	8	2	3	4	56	57	8
125	16	20	10	2	3	4	52	57	8
125	16	20	12	2	3	4	48	57	8
150	16	20	5	2	3	4	76	72	8
150	16	20	6	2	3	4	74	72	9
150	18	20	8	2	3	4	70	72	9
150	18	20	10	2	3	4	66	72	9
150	18	20	12	2	3	4	62	72	9
150	18	20	15	2	3	4	56	72	9

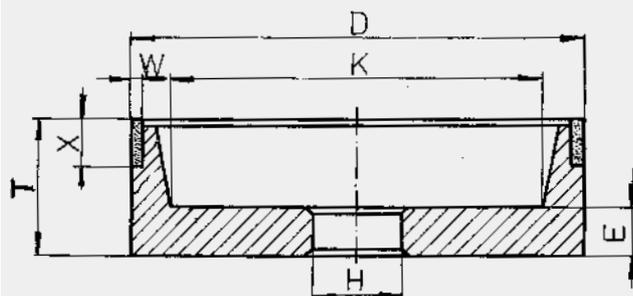
MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

6 A9

Proporcione el diametro del agujero únicamente si no es estándar.

Ejemplo de pedido: 75 - 2 - 6

Forma: D - W - X - H



D	T	H	W	X			K	E
75	25	20	1,5	5	6	10	55	10
75	25	20	2	5	6	10	55	10
75	25	20	3	5	6	10	55	10
100	30	20	1,5	5	6	10	80	13
100	30	20	2	5	6	10	80	13
100	30	20	3	5	6	10	80	13
125	30	20	1,5	5	6	10	105	13
125	30	20	2	5	6	10	105	13
125	30	20	3	5	6	10	105	13
150	35	20	1,5	5	6	10	127	13
150	35	20	2	5	6	10	127	13
150	35	20	3	5	6	10	127	13

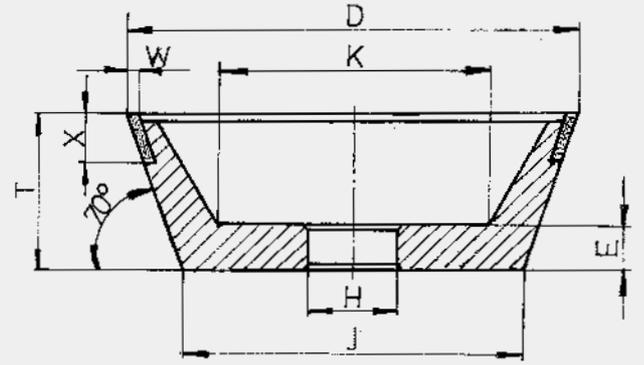
MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

11 V9

Proporcione el diametro del agujero únicamente si no es estándar.

Ejemplo de pedido: 100 - 2 - 6

Forma: D - W - X - H



D	T	H	W	X		K _{min}	J	E
50	25	20	1,5	6	10	23	31	10
50	25	20	2	6	10	23	31	10
50	25	20	3	6	10	23	31	10
75	30	20	1,5	6	10	40	52	10
75	30	20	2	6	10	40	52	10
75	30	20	3	6	10	40	52	10
100	35	20	1,5	6	10	55	74	10
100	35	20	2	6	10	55	74	10
100	35	20	3	6	10	55	74	10
125	40	20	1,5	6	10	75	95	10
125	40	20	2	6	10	75	95	10
125	40	20	3	6	10	75	95	10
150	50	20	1,5	6	10	90	113	10

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

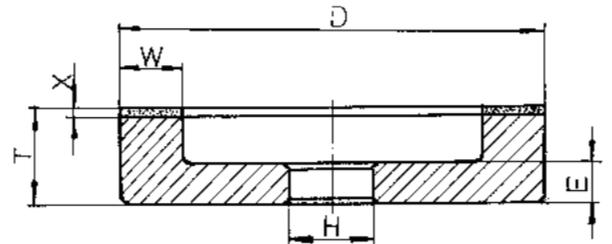
2. CAMPO DE APLICACIÓN DE MUELAS DE DIAMANTE Y DE NITRURO DE BORO CÚBICO (CBN)

Las herramientas diamantadas y de nitruro de boro cúbico (CBN) son adecuadas para los rectificados más exigentes ya que garantizan un trabajo rápido, preciso y económico. Las muelas de rectificado se distinguen por su gran resistencia al desgaste y su gran poder de corte. Esmerilan con presiones insignificantes, durante el esmerilado no se producen recalentamientos y por eso tampoco se producen defectos o fisuras incluso en los materiales más difíciles de trabajar.

Las herramientas abrasivas diamantadas y de nitruro de boro cúbico (CBN) están fabricadas con aglomerante resinoide y su aplicación es universal. Se pueden utilizar para el rectificado en seco o húmedo (con o sin refrigeración).

CAMPO DE APLICACIÓN	Tipo de abrasivo:	
	DIAMANTE	CBN
Metal duro	●	
Combinación de acero y metal duro	●	
Recubrimientos de máquina	●	
Aceros altamente aleados		●
Aceros al cromo		●
Aceros de alta velocidad		●
Aceros para trabajos en caliente y en frío		●
Aceros para bolas de ranurado		●

En esta tabla se muestran las aplicaciones de las herramientas a rectificar en función del tipo de abrasivo.



3. CÓMO HACER UN PEDIDO

En el pedido es necesario especificar:

1. Forma de la herramienta abrasiva.
2. Dimensiones de la herramienta abrasiva.
3. Características de los componentes:
 - Tipo de abrasivo, granulación.
 - Dureza de la herramienta abrasiva.
 - Concentración del abrasivo.
 - Tipo de aglomerante.
4. Tipo de rectificado: seco o húmedo (con o sin refrigerante).

Ejemplo de pedido: 6 A2 100 – 6 – 2
102 B 107 R 100 B 47 S

6 A2	Forma de la herramienta
100	Diámetro de la herramienta (D)
6	Ancho del recubrimiento abrasivo (W)
2	Espesor del recubrimiento abrasivo (X)
	Diámetro de agujero (H)
102B	Tipo de grano
107	Tamaño de grano
R	Dureza
100	Concentración de granos de abrasivo
B 47 S	Tipo de aglomerante

Proporcione el diámetro del agujero (H) únicamente en caso de no ser estándar (20mm).

NOTA: Si usted no puede especificar los datos del pedido, contacte con nuestros técnicos.

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

4. RECOMENDACIONES DE CÓMO SELECCIONAR LAS HERRAMIENTAS DE RECTIFICADO

La selección de la **forma de la herramienta de rectificado** depende de la forma y tamaño de la pieza de trabajo, de la máquina de rectificado y de la tecnología utilizada para el rectificado.

Para la designación de las formas y dimensiones hemos adoptado la norma FEPA (Asociación Europea de Fabricantes de Abrasivo).

Las **dimensiones de las herramientas de rectificar** incluyen datos como el diámetro, la altura y el agujero así como la anchura y espesor del tipo de abrasivo.

Cuando determinamos la velocidad periférica de la muela, se debe tener en cuenta las condiciones de rectificado. En la tabla de abajo se muestran las revoluciones por minuto con relación a la velocidad periférica y al diámetro de la herramienta de rectificado.

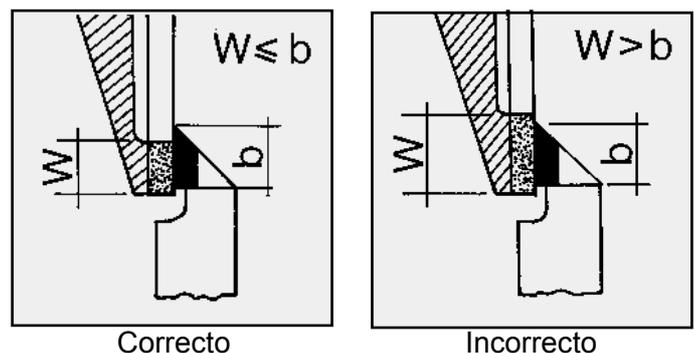
Ø mm	10 m/sec.	12 m/sec.	16 m/sec.	18 m/sec.	20 m/sec.	22 m/sec.	25m/sec.	30m/sec.
5								
10	19108	22930	30950					
15	12740	15300	20390	22900	25500	28000		
20	9550	9200	15280	17200	19100	21000	23880	28600
25	7700	9200	12250	13800	15300	16850	19100	23000
50	3820	4580	6100	6870	7650	8400	9550	11450
75	2550	3060	4080	4580	5100	5600	6380	7650
100	1910	2290	3060	3440	3825	4200	4775	5730
125	1530	1830	2440	2750	3050	3355	3800	4600
150	1290	1530	2020	2290	2550	2800	3200	3800
200	955	1145	1530	1720	1910	2120	2390	2875
250	760	920	1225	1380	1525	1685	1910	2300
300	640	765	1020	1145	1275	1400	1590	1900
350	550	655	870	980	1090	1200	1360	1640
400	480	570	760	860	960	1050	1190	1450

El espesor del recubrimiento depende tanto del tamaño de la superficie de la pieza, que vamos a rectificar, como de las condiciones de rectificado.

Cuanto más ancho sea el abrasivo, más efectivo y económico será el rectificado. Para superficies de contacto largas, piezas pequeñas y avance mecánico se recomienda un recubrimiento abrasivo más estrecho, para prevenir el calentamiento de la pieza.

Como norma es más económico rectificar con recubrimiento abrasivo más ancho.

El sketch muestra una herramienta de rectificado con la anchura correcta e incorrecta del recubrimiento abrasivo.



MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

5 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

5.1 Tipo de abrasivo

En la tabla se muestran las características del tipo de grano tanto del diamante como del nitruro de boro cúbico (CBN).

ABRASIVO	Ref. del grano	APLICACIÓN		Características del grano durante el rectificado
		Rectificado húmedo	Rectificado seco	
DIAMANTE SINTÉTICO con encamisado metálico	101 D	Metal duro. Aplicación general.	Metal duro. Aplicación general.	Buen corte. Este grano es adecuado para afilados y para esmerilado redondo exterior.
	102 D	Metal duro, combinación metal duro / acero.	Metal duro, combinación metal duro / <15% acero.	Buen corte. Óptima relación entre el corte y la fuerza necesaria durante el esmerilado.
	103 D	Metal duro, cerámica. Metal duro en base TIC-TIN.	Metal duro, cerámica.	Muy buen corte. Buena resistencia al desgaste. Durante el esmerilado no se producen fisuras en el material.
	104 D	Metal duro, combinación metal duro / 15-75% de acero		Óptima resistencia al desgaste. Aumento de la fuerza durante el esmerilado. Óptima economía respecto a su efectividad.
	501 D	Metal duro, cerámica.	Metal duro, cerámica.	Microgranulaciones (de D 15 a D 30).
CBN con encamisado metálico	101 B	Esmerilado de precisión en matrices de acero, aceros aleados, aceros inoxidables y otros aceros aleados duros con durezas entre 58 - 64 HRC		Buen corte. Grano adecuado para afilados.
	102 B			Muy buen corte. Buena superficie esmerilada. Buen corte. Buena resistencia al desgaste. Disminuye la fuerza necesaria durante el esmerilado.
	103 B			Tenacidad aumentada. Resistencia térmica aumentada. Máxima resistencia al desgaste. Mayor capacidad de desahogo para las virutas. Peor superficie esmerilada.

Le aconsejamos consulte con su proveedor a la hora de elegir las especificaciones de calidad.

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

5.2 Granulación

Para la elección del grano debemos tener en cuenta que los granos finos dan mejor calidad a la superficie trabajada, aumentan la duración del perfil, pero disminuyen la efectividad del rectificado.

Por eso es más económico elegir el grano más grueso con el que conseguimos la calidad de esmerilado deseada. Los tamaños de los granos de diamante y de nitruro de boro cúbico CBN están especificados según la norma FEPA.

Así mismo, usted puede encontrar las comparaciones con los tamaños de América (ASTM), Inglaterra (BS), Alemania (DIN), y Rusia (GOST).

Las normas DIN y GOST definen el tamaño del grano y tamiz de los agujeros en dimensiones micrométricas, mientras que el Americano y el Inglés definen el tamiz de los agujeros en pulgadas (25,4mm).

Tabla comparativa para el tamaño de grano de diamante y de nitruro de boro cúbico CBN.

FEPA-estándar		US-estándar ASTM-E-11-70		BRIT. BS	DIN 848 Junio 65		ISO R 565	DIN 848 Junio 65	GOST
Estrecho	Ancho	Estrecho	Ancho		Estrecho	Ancho	μm	μm	μm
601	602	30/35	30/40	25/30	550	500	600/500	500/630	630/500
501		35/40		30/36	450		500/425	400/500	500/400
426	427	40/45	40/50	36/44		350	425/355	315/400	400/315
356		45/50		44/52			355/300		
301	252	50/60		52/60	280	250	300/250	250/315	315/250
251		60/70		60/72	220		250/212	200/250	250/200
213		70/80		72/85	180	150	212/180	160/200	200/160
181	80/100		85/100						
151		100/120		100/120	140		150/125	125/160	160/125
126		120/140		120/150	110		125/106	100/125	125/100
						100		90/125	
107		140/170		150/170	90		106/90	80/100	100/80
91		170/200		200/240		70	90/75	63/90	80/63
76		200/230			65		75/63	63/80	
64		230/270		240/300	55	50	63/53	50/63	63/50
54		270/325		300/350	45		53/45	40/50	50/40
46		325/400							
					35	30		32/40	
					25		25/32		

ELECCIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO SEGÚN EL ACABADO SUPERFICIAL NECESARIO

Tamaño de grano	FEPA (μ)	7	15	54	76	107	181	251
Clase de rugosidad	N	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Rugosidad media	Ra (μ)	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
Rugosidad media	CLA (μ'')	2	4	8	16	32	64	128
Valores complementarios de Ra	Rt (μ)	0,25	0,4	0,8	1,6	2,5	5	10

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

MICROGRANO

Referencia Swaty	30	20	15	9	6	4	3
μm	20-40	15-25	10-20	6-12	4-8	2-6	2-4

TIPO DE RECTIFICADO	TAMAÑO DE GRANO
Rectificado muy gueso	D 151 - 126
	B 151 - 126
Rectificado universal	D 107 - 64
	B 107 - 64
Rectificado fino	D 54 - 46
	B 54 - 46
Rectificado preciso y pulido	30 - 15 μm
	10 - 12 μm

Recomendaciones para elegir el tamaño de grano correcto

1 ct = 0,200 g

Recomendaciones para elegir la correcta dureza del aglomerante de la herramienta de rectificado.

La dureza del aglomerante de la herramienta de rectificado depende de la cantidad de granos y de la estructura del grano.

DUREZA	APLICACIÓN
N medio	Para las muelas y vasos abrasivos con recubrimiento abrasivo ancho
R duro	Para vasos abrasivos con capa abrasiva de calidad normal y muelas de duración aumentada
T muy duro	Para usos especiales

*Las calidades que se muestran en la tabla, son las que utilizamos nosotros para fabricar las herramientas.

Concentración del grano de diamante o de nitruro de boro cúbico (CBN): es el peso del grano de diamante o CBN en la unidad de volumen (cm^3) del revestimiento abrasivo. Una concentración 100 significa el contenido de 0.88g (4.4 quilates) de grano de diamante o de nitruro de boro cúbico (CBN) en 1 cm^3 del revestimiento abrasivo (o sea alrededor del 25% volumétrico). Los valores de las concentraciones restantes están especificados en la tabla.

CONCENTRACIÓN	g/cm^3	Quilates ct/cm^3
25	0,22	1,1
50	0,44	2,2
75	0,66	3,3
100	0,88	4,4
125	1,10	5,5
150	1,32	6,6

La efectividad de las muelas abrasivas depende en gran parte de la concentración del grano de diamante o de nitruro de boro cúbico (CBN).

La **concentración alta** (100-125) se utiliza con las granulaciones más gruesas, para el rectificado cilíndrico y perfilado, con pequeñas superficies de contacto y revestimientos angostos.

La **concentración baja** (50-75) se utiliza con granulaciones más finas, para rectificadores frontales y planos (vasos abrasivos) y con revestimientos abrasivos más anchos.

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

5.3 Aglomerante

El aglomerante ejerce una influencia decisiva en el proceso de rectificado. Las muelas de rectificado con aglomerante blando sin tratamiento térmico, con condiciones bajas de presión y con altas velocidades de corte, se pueden desgastar rápidamente. Las muelas de rectificado con aglomerantes endurecidos, alta presión y baja velocidad de corte, dan lugar a un bajo desgaste y a una alta conservación de la forma.

Cuándo se aconseja un aglomerante duro y cuándo uno blando:

AGLOMERANTE DURO	AGLOMERANTE BLANDO
Capa de abrasivo estrecha	Capa de abrasivo ancha
Tamaño de grano grande	Tamaño de grano fino
Alta concentración de grano	Baja concentración de grano
Necesidad de una alta conservación del perfil	Piezas de material delicado
Rectificado húmedo (con refrigerante)	

El aglomerante duro permite un rectificado más económico, ya que posee las mejores condiciones de corte. Esto significa que los granos no se deben desprender de la capa de abrasivo antes que los elementos de corte se hayan desgastado. Por otro lado los granos no se deben embotar en el aglomerante, ya que este embotamiento ocasiona un rectificado incorrecto.



Agglomerante perfecto: En la superficie del recubrimiento del abrasivo hay el máximo número de elementos de corte.



Agglomerante demasiado suave: los granos se desprenden antes de que los elementos de corte se desgasten.



Agglomerante demasiado duro: Los granos no se desprenden del recubrimiento del abrasivo a tiempo, ya que el aglomerante no se ha desgastado lo suficiente.

DESIGNACIÓN	APLICACIÓN
B 40S	Aplicación universal (rectificado seco y húmedo)
B 45S	Rectificado de materiales especiales, combinación de acero y metal duro o carburo metálico (rectificado seco y húmedo)
B 47S	Para herramientas de rectificado con CBN

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

6. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE RECTIFICADO

Para una aplicación efectiva y económica de las herramientas de rectificado no es suficiente elegir correctamente la calidad de la superficie y de la forma.

Las herramientas de rectificado con nitruro de boro cúbico se deben utilizar en máquinas correctamente mantenidas y con una construcción estable para que no aparezcan vibraciones en el proceso de rectificado. Si existen vibraciones en la máquina de rectificar, la superficie de la pieza de trabajo no será buena y el desgaste de las muelas será muy rápido.

6.1 Montaje de las muelas.

Se debe tener especialmente cuidado en el montaje de la muela para conseguir un desgaste homogéneo y conseguir la calidad superficial deseada. La herramienta abrasiva está fabricada con tal precisión que, con un montaje correcto, los desvíos radiales y axiales no exceden de 0.02mm. La tolerancia del agujero es H7.

Durante el montaje hay que utilizar bridas equilibradas. Las superficies de contacto de la herramienta abrasiva deben estar limpias.

La herramienta abrasiva con recubrimiento frontal de abrasivo, tiene el sentido de rotación indicado con una flecha, que es indispensable respetar durante el montaje de la máquina.

6.2 La velocidad periférica

La velocidad periférica depende del proceso de rectificado (rectificado, afilado), del método de rectificado (seco o húmedo) y de la calidad de la superficie a obtener.

Con velocidades periféricas mayores se consigue una mejor superficie de acabado y se reduce el desgaste de la muela.

Consecuentemente es más económico utilizar velocidades periféricas medias en el desbaste. En el afilado en cambio si se emplean velocidades tan altas es posible que se produzcan afluencias de viruta y generar calor continuamente.

La siguiente información le puede ser de ayuda para elegir la velocidad periférica adecuada.

TIPO DE RECTIFICADO	MÉTODO DE RECTIFICADO			
	HÚMEDO		SECO	
	DIAMANTE	CBN	DIAMANTE	CBN
Rectificado de superficie	20-30 m/s	22-35 m/s		
Rectificado interior	10-20 m/s	18-30 m/s	8-12 m/s	15-20 m/s
Rectificado cilíndrico	20-30 m/s	25-35 m/s		
Rectificado de herramientas	18-28 m/s	20-30 m/s	15-20	18-25 m/s

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

7. REFRIGERACIÓN

Es aconsejable suministrar refrigerante siempre que la construcción de la máquina lo permita, de tal forma que se extraiga el calor y que el líquido extraiga la viruta.

Generalmente el rectificado con refrigerante resulta más económico. El refrigerante debe ser puro; si no, la superficie de la pieza puede deteriorarse.

Los refrigerantes más utilizados son los siguientes:

Aceite con aditivos EP: Tiene excelentes propiedades de lubricación y proporciona estabilidad en la muela y una mejor superficie de acabado. Los aceites son especialmente recomendables para recubrimientos de nitruro de boro cúbico (CBN), dado que los resultados son mejores con emulsión de alto contenido en aceite que los obtenidos con emulsión con bajo contenido de aceite o con disolución de agua.

Las **emulsiones de agua con un contenido de 0.5-2% de aceite** tienen gran capacidad de extracción de calor. Se usan para rectificado de diamante y nitruro de boro cúbico (CBN).

Disolución de agua y sal con aditivos EP: Se distinguen por una buena humidificación y por poder observar el proceso de mecanizado dada su transparencia. Se usan en rectificadores de diamante donde se requieren una rápida evacuación de la viruta y rugosidad superficial. No es aconsejable su utilización en procesos de rectificado de CBN porque se origina la descomposición química del CBN (proceso de hidrólisis).

Hay que señalar el posible efecto negativo de la refrigeración sobre la consistencia de la muela con aglomerantes resinoides, cuando el valor de pH excede de 9 y la temperatura es mayor de 30°C.

Antes de verter los refrigerantes usados, es necesario separar el aceite y los elementos no descomponibles. En el rectificado en seco se debe prestar atención a que las especificaciones de las herramientas de rectificado estén elegidas correctamente, para permitir presiones más bajas y velocidades periféricas más lentas. Para el rectificado se aconseja separar la herramienta de la pieza de vez en cuando, para que ambas se enfríen.

8. MANTENIMIENTO DE LAS MUELAS

Si se eligen los parámetros correctos de esmerilado la herramienta abrasiva se afila sola durante el uso.

Si los parámetros elegidos son incorrectos, la herramienta abrasiva se empasta con las virutas y se desafila. En este caso es necesario el afilado para abrir la estructura y quitar las virutas adheridas.

Cómo eliminar las virutas adheridas:

Con muelas abrasivas de carburo de silicio o corindón puro blanco con durezas I-L, con una granulación algo más gruesa que la granulación de la herramienta abrasiva. Se monta la muela de limpieza en la máquina sobre un soporte deslizante para alisar o reparar y se hace girar en el mismo sentido que la herramienta abrasiva con una velocidad periférica de 20-30 m/s. La herramienta abrasiva debe tener una velocidad periférica baja: 12 m/s.

También se puede dar una deformación de la geometría del recubrimiento como consecuencia de una elección incorrecta de los parámetros de rectificado. Se elimina con lima de corindón blanco, cuando la muela no está empastada. También es posible renovar la superficie de rectificado friccionando contra una superficie de acero con carburo de silicio con granulometría F 150-180.

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

9. PARÁMETROS DE RECTIFICADO

Los mejores resultados de rectificado se consiguen eligiendo adecuadamente las condiciones de rectificado (avance cruzado, avance de la mesa, presión de rectificado).

RECTIFICADO CILÍNDRICO EXTERNO	
Profundidad de rectificado	Avance
D (B) 181, 151	0,01 - 0,03 mm
D (B) 126, 107, 91	0,01 - 0,02 mm
D (B) 76, 64, 54, 46	0,005 - 0,01 mm
(Los tamaños de grano son los designados por la norma FEPA)	
Velocidad de avance de la mesa:	0,5-3 m/min
Velocidad perital de la pieza de trabajo:	20-40 m/min
Avance de la mesa:	10-40% del espesor del recubrimiento abrasivo

RECTIFICADO CILÍNDRICO INTERNO	
Profundidad de rectificado	Avance
D (B) 181 - 91	0,07 - 0,002 mm
D (B) 76 - 46	0,001 - 0,007 mm
(Los tamaños de grano son los designados por la norma FEPA)	
Velocidad de avance de la mesa:	0,3-2 m/min
Velocidad perital de la pieza de trabajo:	20-40 m/min
Avance de la mesa excesivo:	10-40% del espesor del recubrimiento abrasivo

Efectividad de la muela

La efectividad del rectificado se mide a través de la calidad y del material extraído, de la calidad de la superficie de acabado y de la presión de forma y dimensiones.

El caudal del material extraído en unidades de tiempo es determinado a través del factor Qb.

$$Q_b = \frac{\text{volumen de material extraído}}{\text{tiempo}}$$

El factor Qb influye sobre el efecto G, expresado de dos maneras:

$$G_v = \frac{\text{volumen de material extraído}}{\text{volumen de abrasivo utilizado}}$$

$$G_m = \frac{\text{masa de material extraído}}{\text{masa de abrasivo utilizado}}$$

RECTIFICADO DE SUPERFICIE	
Profundidad de rectificado	Avance
D (B) 181, 151	0,01 - 0,03 mm
D (B) 126, 107, 91	0,01 - 0,02 mm
D (B) 76, 64, 54, 46	0,005 - 0,01 mm
(Los tamaños de grano son los designados por la norma FEPA)	
Velocidad de avance de la mesa:	10-20 m/min
Avance cruzado:	
1/5-1/3 del espesor del recubrimiento abrasivo. (para diamante)	1/4-1/3 del espesor del recubrimiento abrasivo. (para CBN)

RECTIFICADO DE HERRAMIENTAS	
Profundidad de rectificado	Avance
D (B) 181, 151	0,02 - 0,05 mm
D (B) 126, 107, 91	0,01 - 0,02 mm
D (B) 76, 64, 54, 46	0,005 - 0,01 mm
(Los tamaños de grano son los designados por la norma FEPA)	
Velocidad de avance de la mesa:	0,5-3 m/min

AFILADO A MANO

La presión sobre la muela debe realizarse de tal modo que la presión superficial sea entorno a 5/15 N/cm².

RECTIFICADO PROFUNDO

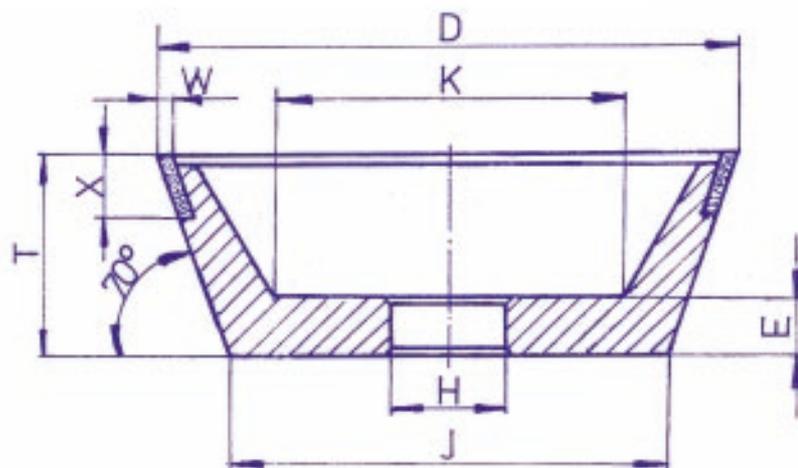
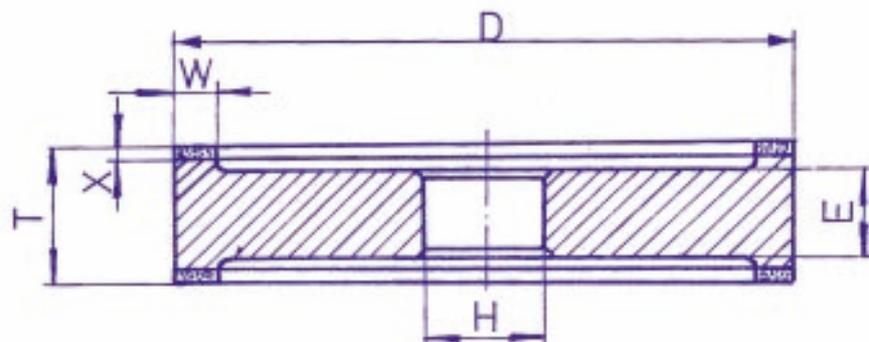
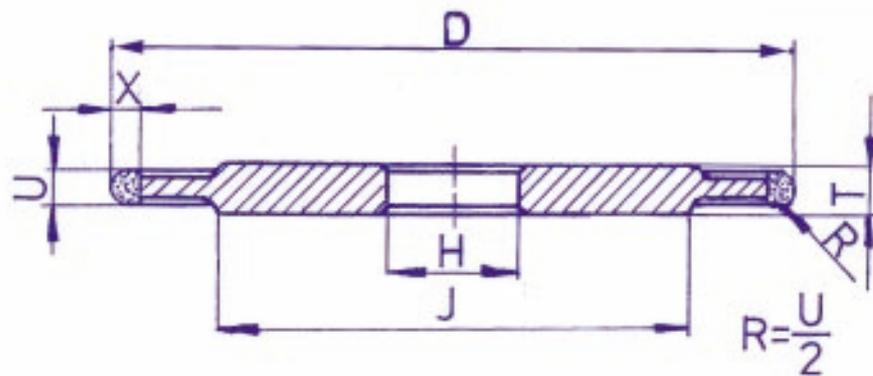
Es un rectificado húmedo con grandes profundidades de rectificado y pequeños avances. Esto es importante, ya que de este modo incrementamos la efectividad. Para esta aplicación la máquina de rectificado debe ser de construcción estable.

Avance: 0,2 - 1,0 mm/avance
Velocidad de avance de la mesa: 10 - 300 mm/min

MUELAS DE RECTIFICADO DE DIAMANTE Y CBN

CUESTIONARIO PARA LA ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA ABRASIVA

CLIENTE:	<input type="text"/>			
MUELA:	Abrasivo: <input type="radio"/>	Diamante: <input type="radio"/>	CBN: <input type="radio"/>	
Fabricante:	<input type="text"/>	Consumo anual:	<input type="text"/>	
Dimensiones / Especificación:	<input type="text"/>			
Efectividad de la muela (n° de piezas....):	<input type="text"/>			
MUELA:	Desgaste:	Capacidad de corte:	Embozamiento:	Balanceo:
	<input type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Baja	<input type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Bajo
	<input type="radio"/> Normal	<input type="radio"/> Normal	<input type="radio"/> Normal	<input type="radio"/> Normal
	<input type="radio"/> Alto	<input type="radio"/> Alta	<input type="radio"/> Alto	<input type="radio"/> Alto
PIEZA:	Calentamiento:	Calidad superficial:		
	<input type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Mala		
	<input type="radio"/> Normal	<input type="radio"/> Normal		
	<input type="radio"/> Alto	<input type="radio"/> Buena		
MÁQUINA RECTIFICADORA - PROCESO DE RECTIFICADO:				
Operación de rectificado:	<input type="text"/>	Tipo de máquina:	<input type="text"/>	
Muela abrasiva, velocidad periférica:	<input type="text"/> m/s	Revoluciones:	<input type="text"/>	
Velocidad de la pieza:	<input type="text"/> m/s	Revoluciones:	<input type="text"/>	
Tabla de velocidad de avance:	<input type="text"/> m/s			
Avance:	<input type="text"/> μm	Exceso:	<input type="text"/> μm	
Montaje de la pieza de trabajo:	<input type="text"/>	Repasado con:	<input type="text"/>	
Velocidad de repasado:	Despacio: <input type="radio"/>	Medio: <input type="radio"/>	Rápido: <input type="radio"/>	m/min: <input type="text"/>
Rectificado húmedo: <input type="radio"/>	Con: <input type="text"/>	Rectificado seco: <input type="radio"/>		
Cantidad de refrigerante:	Grande: <input type="radio"/>	Medio: <input type="radio"/>	Bajo: <input type="radio"/>	l/min: <input type="text"/>
Superficie: Rugosidad:	N <input type="text"/>	Ra <input type="text"/> μm	CLA-AA <input type="text"/> μ''	RZ <input type="text"/> μm
PIEZA DE TRABAJO:				
Especificaciones de material:	Blando: <input type="radio"/>	Templado: <input type="radio"/>	Recocido: <input type="radio"/>	
Tipo:	<input type="text"/>	Dureza:	<input type="text"/>	
Resistencia a la tracción:	<input type="text"/>	Elasticidad:	<input type="text"/> Si <input type="text"/> No	Plasticidad: <input type="text"/> Si <input type="text"/> No
Análisis de la pieza de trabajo:	C Si Mn P S Co Cr Ni Cu Al Mo V W	<input type="text"/>		
Dimensiones de superficies rectificadas de la pieza:	<input type="text"/>			
Notas:	<input type="text"/>			
Fecha:	<input type="text"/>	Nombre:	<input type="text"/>	



ORBA

B^o Santa Lucía
Apartado 17
20700 Zumárraga
(Guipúzcoa)

Tel: 943 72 90 70
Fax: 943 72 92 06