



Centro de  
Utilización  
de la  
Madera

**SERIE DE  
FORMACIÓN  
TÉCNICA**

# **Manual de Rectificado para Cuchillas de Perfil**

*Auspiciado por:*  
Universidad de Kentucky  
Departamento de Ingeniería Forestal  
Servicio de Extensión Cooperativa

# Seguridad en la sala de rectificado

- 1) No use ropas sueltas o abombachadas mientras rectifica.
- 2) Se deben usar gafas de seguridad al rectificar.
- 3) Familiarícese con todos los interruptores de seguridad en la rectificadora.
- 4) Realice una prueba de contacto en toda rueda abrasiva antes de instalarla.
- 5) Póngase a un lado al arrancar por primera vez la rectificadora y durante el reavivado (restauración de la superficie de corte) de la rueda como precaución en caso de rotura de la rueda.
- 6) Siempre gire las llaves alejándolas de las cuchillas del cortador al aflojarlas o apretarlas.
- 7) Los cabezales y las herramientas deben situarse de manera que estén seguros mientras se trabaja en ellos.
- 8) No trate de coger un cabezal si lo ha manejado mal.
- 9) Nunca use aire comprimido en la sala de rectificado.
- 10) No se apure en tratar de repetir los mismos movimientos cada vez que realice una tarea repetitiva.
- 11) Siempre tenga los protectores colocados y en el lugar correcto al operar el equipo rectificador.
- 12) Aleje las manos de la rueda abrasiva.
- 13) No deje herramientas sobre la rectificadora.

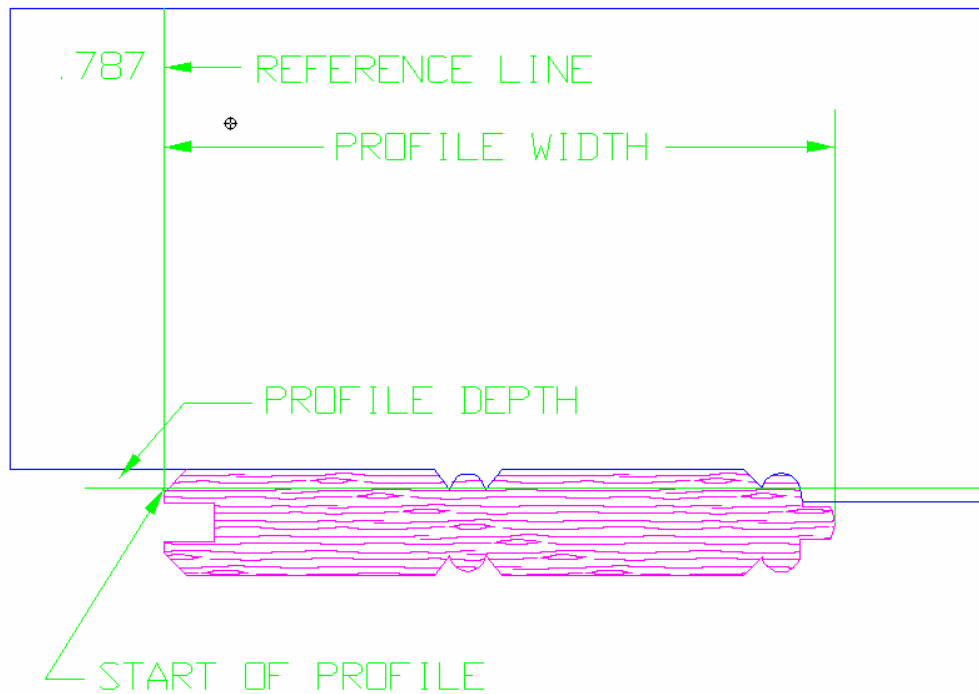
## CÓMO CREAR UNA PLANTILA

Primero hay que entender la diferencia entre el movimiento radial y axial en el moldeador. Consulte el cuadro siguiente.

Posición del cabezal	Movimiento axial	Movimiento radial
Parte superior	Adentro y afuera	Arriba y abajo
Parte inferior	Adentro y afuera	Arriba y abajo
Lado derecho	Arriba y abajo	Adentro y afuera
Lado izquierdo	Arriba y abajo	Adentro y afuera

Entender esto es importante porque el movimiento axial determina todas las referencias para la plantilla, la rectificadora y el moldeador.

Primero corte el material de la plantilla. La plantilla debe tener 1 ½ pulgadas (38 mm) más de largo que el ancho del perfil y también debe tener al menos 2 3/8 pulgadas (60 mm) más de ancho que la profundidad del perfil. También se debe cortar a escuadra la plantilla en todo su alrededor. Véase la ilustración en la página siguiente.

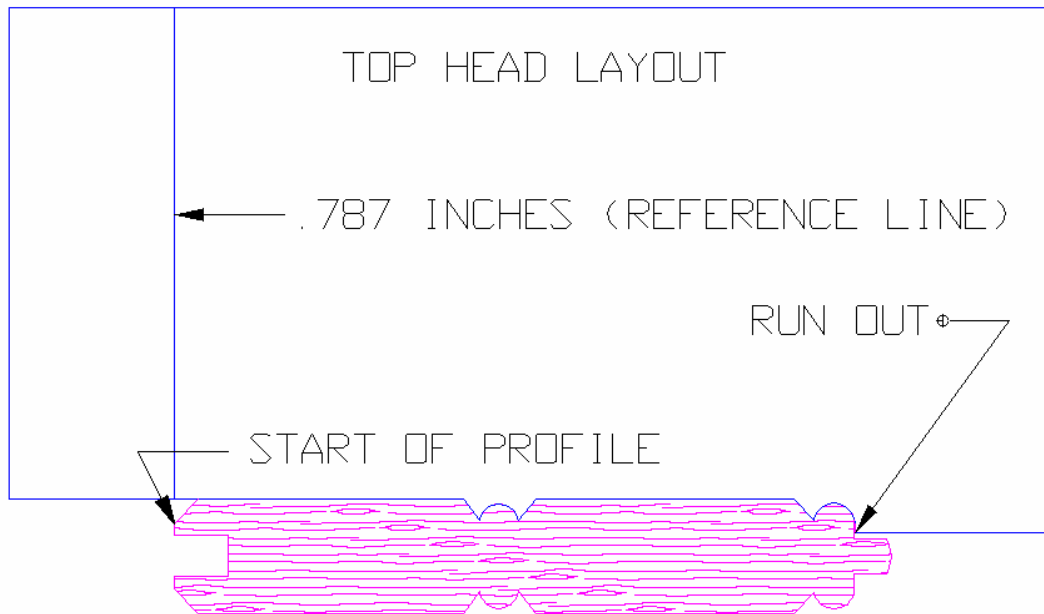


**CAPTIONS**

REFERENCE LINE	LÍNEA DE REFERENCIA
PROFILE WIDTH	ANCHO DEL PERFIL
PROFILE DEPTH	PROFUNDIDAD DEL PERFIL
START OF PROFILE	COMIENZO DEL PERFIL

A continuación, trace una línea de referencia en la plantilla. Se debe trazar esta línea a 0,787 pulgadas (20 mm) desde el borde de referencia del perfil. Esta línea es importante porque establece el punto de referencia para el comienzo del perfil en la rectificadora y en el moldeador. Esta línea debe trazarse en el mismo lado de la plantilla en que comienza el perfil. Siempre dibuje o trace la pieza torneada como se tornaría saliendo del extremo del moldeador. Ve a las ilustraciones en las páginas siguientes.

## Esquema del cabezal superior

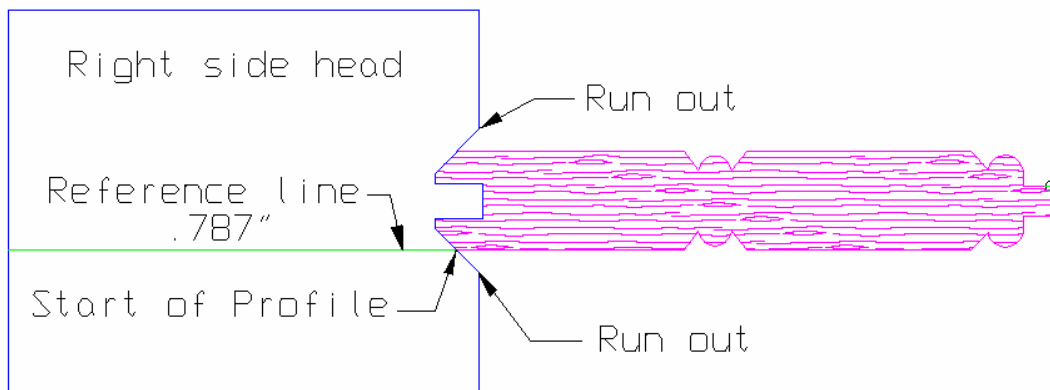


### CAPTIONS

TOP HEAD LAYOUT	ESQUEMA DEL CABEZAL SUPERIOR
.787 INCHES (REFERENCE LINE)	20 MM (LÍNEA DE REFERENCIA)
START OF PROFILE	COMIENZO DEL PERFIL

- Las referencias de plantilla a la derecha en el dispositivo para plantilla.
- Las referencias de las cuchillas a la derecha en el cabezal.
- Las referencias del cabezal a la derecha en el huso cilíndrico de la rectificadora.

## Esquema del cabezal del lado derecho

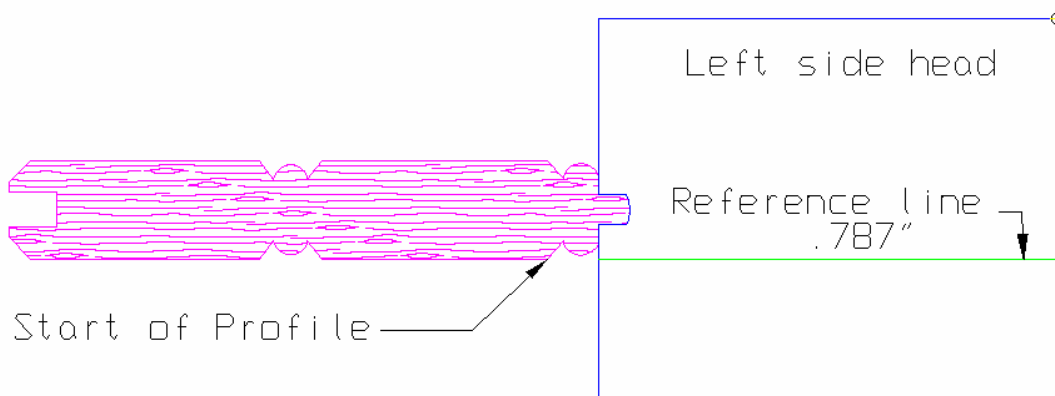


### CAPTIONS

Right side head	Cabezal del lado derecho
Reference line .787"	Línea de referencia 20 mm
Start of Profile	Comienzo del perfil
Run out	Salida
Run out	Salida

- Las referencias de plantilla a la derecha en el dispositivo para plantilla.
- Las referencias de las cuchillas a la derecha en el cabezal.
- Las referencias del cabezal a la derecha en el huso cilíndrico de la rectificadora.

## Esquema del cabezal del lado izquierdo

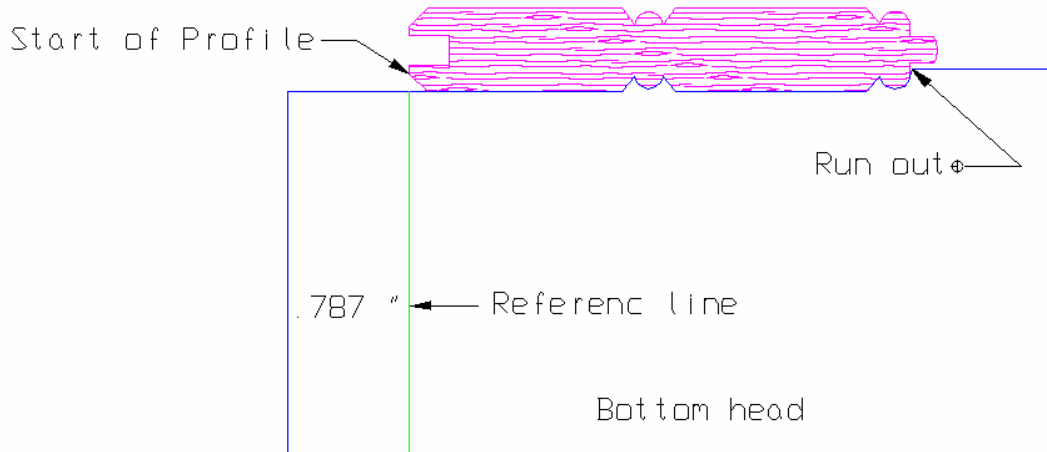


### CAPTIONS

Left side head	Cabezal del lado izquierdo
Reference line .787"	Línea de referencia 20 mm
Start of Profile	Comienzo del perfil

- Las referencias de plantilla a la izquierda en el dispositivo para plantilla.
- Las referencias de las cuchillas a la izquierda en el cabezal.
- Las referencias del cabezal a la izquierda en el huso cilíndrico de la rectificadora.

## Esquema del cabezal inferior



### CAPTIONS

Start of Profile	Comienzo del perfil
Run out	Salida
.787" Reference line	20 mm Línea de referencia
Bottom head	Cabezal inferior

- Las referencias de plantilla a la izquierda en el dispositivo para plantilla.
- Las referencias de las cuchillas a la izquierda en el cabezal.
- Las referencias del cabezal a la izquierda en el huso cilíndrico de la rectificadora.

Cuando trace o dibuje la forma del perfil en su plantilla, cerciórese de situar el comienzo del perfil en la línea de referencia y manténgalo perpendicular a ésta.



## **Selección del material**

Hay una amplia variedad de materiales que se utilizan para cortar y dar forma a los productos de madera. Los materiales de mayor aceptación son el acero de corte rápido, el carburo y el cobalto. El acero de corte rápido (M2 o M3) se usa mayormente para rectificado dentro de la planta y en moldeadores que funcionan articulados, mientras que el carburo se utiliza cuando el rectificado se realiza en otro lugar y en moldeadores que no funcionan articulados pero tienen tramos largos. Si piensa rectificar con carburo en su propia planta necesitará equipo especializado. El cobalto no se utiliza ampliamente.

## **Corte del acero**

Seleccione un acero que sea cuando menos 1 3/8 pulgadas (35 mm) más ancho que la profundidad del perfil. Corte el acero 3/4 de pulgada (19 mm) más largo que el ancho del perfil. Una vez que se haya cortado el acero, habrá que equilibrarlo. Cerciórese de que también se equilibren las contrachavetas.

Ponga las cuchillas en el cabezal. Cerciórese de que sobresalgan del cabezal 1/2 pulgada (12,7 mm) más la profundidad del perfil. Alinee las cuchillas con una regla contra el lado de referencia del cabezal. Primero apriete suavemente los tornillos centrales de cada ranura de cuchilla, después trabaje del centro hacia afuera. Cada vez que apriete suavemente un tornillo, vaya a la siguiente ranura de cuchilla hasta que todos los tornillos estén apretados. Cuando todos los tornillos estén apretados suavemente, vuelva al comienzo y repita el proceso, esta vez apretando bien los tornillos.

## Selección de una rueda abrasiva

Una rueda abrasiva consta de grano abrasivo y material adhesivo. El tamaño, la forma y la estructura del grano se puede determinar al seleccionar la rueda a usar. Hay cuatro tipos básicos de abrasivos: óxido de aluminio, carburo de silicio, diamante y nitrato de boro cúbico. Se asocian números al tamaño del grano, y mientras mayor sea el número, menor es el tamaño del grano. Generalmente mientras menor sea el número, más áspera será la rueda y más material eliminará.

Hay cuatro tipos básicos de adhesivos usados en las ruedas abrasivas: vitrificados (V), resinoides (B), de caucho (R) y de metal (M). El adhesivo en la rueda es la sustancia que mantiene el grano en la misma. También hay un grado de dureza, que se designa con una letra de A a Z (suave a duro). Este grado de dureza se refiere a la cantidad de material adhesivo contenido en la rueda. Normalmente, los grados más duros producen una mejor calidad de acabado pero eliminan menos viruta.

### Números de identificación en las ruedas abrasivas

10A	código de tipo de grano
52	tamaño arena
A	código de dureza
5	estructura del grano
V6	tipo de adhesivo
MOS	Velocidad máxima de operación
225	diámetro interior
5	espesor de la rueda
60	tamaño del diámetro interior

La mayor parte de la industria de transformación de la madera utiliza una rueda abrasiva de óxido de aluminio vitrificado de grano 60 para el rectificado basto y una piedra de nitrato de boro cúbico (CBN) de 2 mm para rectificado de acabado. La rueda de óxido de aluminio se desgastará con bastante rapidez, no así la rueda de CBN. La rueda de CBN se utiliza para el rectificado de acabado porque no se desgasta ni pierde su forma fácilmente. La rueda de CBN sólo se puede usar para rectificado de acabado. Sin embargo, si se tiene buen cuidado, las ruedas vitrificadas harán un buen trabajo en rectificado de acabado.

### **Reavivado de la rueda abrasiva**

Haga la prueba de contacto de una rueda abrasiva y coloque esta rueda en el cuello del eje de la rectificadora. Apriete bien los pernos del cuello en forma alternada hasta que todos estén muy ceñidos, y después ponga la rueda en la rectificadora. Asegúrese también de no apretar demasiado la tuerca del eje. Si está utilizando un vástago de aguja de 4 mm, todo lo que necesitará será una piedra vitrificada de grano 60. Si necesita utilizar un vástago más pequeño para el rectificado para acabado, tendrá que usar una rueda de grano 100. No se puede reavivar una rueda de grano 60 de menos de 4 mm. El siguiente paso es calibrar el tamaño de la rueda abrasiva para que coincida con el ancho del vástago de aguja. Ajuste el reavivador de diamante de manera que apenas toque un lado de la rueda. Luego arranque la rueda abrasiva y ajuste la velocidad de la rectificadora a 1800 rpm (velocidad de reavivado). No permita que nadie se pare frente a la rueda, ya que en este momento la rueda no está protegida y si se rompe saldrá disparada de la máquina. Mueva el reavivador hacia arriba y abajo hasta que ya no se elimine más material. A continuación, ponga el reavivador en el otro lado de la rueda y repita el proceso. Ajuste el reavivador en una línea y repita el mismo proceso en ambos lados de la rueda hasta que tenga el

mismo grosor que el vástago de aguja. Use un calibrador para medir la rueda y el vástago. Ahora la rueda debe estar a escuadra. Se debe poner un borde redondeado en la rueda abrasiva que coincida con el vástago de aguja. Coloque el reavivador de manera que pueda hacer eso. Rote el reavivador de un lado al otro hasta que escuche que el reavivador toque la rueda abrasiva en toda su circunferencia. Apague la rectificadora y ponga todos los protectores en la posición correcta.

### **Cómo cargar los cabezales en el rectificador**

Tome el huso cilíndrico y deslícelo en el cabezal que desea rectificar (Recuerde que los cabezales superior y del lado derecho son referenciados en el lado derecho del huso, de manera que los cabezales se deberán deslizar contra la tuerca del eje después que se aprieta la tuerca). Use una abrazadera de eje (para los cabezales superior y del lado derecho, la abrazadera de eje va antes que el cabezal) para bloquear el huso en los cabezales. Si el cabezal va en el huso izquierdo o inferior del moldeador, deslice el cabezal en el huso de la rectificadora hasta que descansa contra el resalto del lado izquierdo del huso. Después, deslice la abrazadera de eje en el huso y fíjela en éste y al cabezal. Ponga la tuerca de eje y apriete. Coloque el huso y el cabezal en el dispositivo para huso de la rectificadora, empujando el lado exterior de la tuerca de eje contra el vástago de tope axial. Fije el huso en su sitio. Tome la plantilla y colóquela en el dispositivo para plantilla en el mismo lado del dispositivo en el que colocó el cabezal en el huso de la rectificadora.

### **Rectificado basto de cuchillas**

Con los protectores en su sitio, el cabezal y el huso en su lugar, y la plantilla fijada en el dispositivo para plantilla, fije el ángulo de rectificado a 25 grados (30 si las cuchillas serán articuladas). Revise para comprobar que la velocidad de la rectificadora está fijada a 1800 rpm si está usando una rueda vitrificada (revise en la tabla de la contratapa de este manual la velocidades de rectificado si no está usando una rueda vitrificada). Cerciórese de que la rueda esté reavivada, y gire la aguja hacia el extremo a escuadra. A medida que rectifica, la rueda quedará plana. Si se está usando el extremo redondo de la aguja, la rueda está cortando la cuchilla por delante del vástago de aguja, creando así una oportunidad para que la rueda elimine material necesario de la cuchilla. Ajuste el soporte de herramienta a 0,020 pulgadas (0,5 mm) de la rueda abrasiva. Sitúe el carro de manera que el vástago de aguja toque el punto más ancho de la plantilla. Con el rectificador apagado, gire el botón de ajuste radial hasta que la rueda apenas toque las cuchillas. Ahora está listo para arrancar la rueda abrasiva y el refrigerante. A medida que rectifica, trate de hacerlo lateralmente y no de adentro hacia afuera. Ajuste el botón radial hacia adentro a medida que rectifica material eliminándolo. Cuando todas las cuchillas queden toscas, vuelva a reavivarlas y ajuste la rueda 0,020 pulgadas (0,5 mm) hacia el soporte de herramienta. En este punto, deje el botón radial sin tocar; no tendrá que tocar este botón otra vez. Continúe rectificando todas las cuchillas hasta que suenen igual en todo su recorrido. Aunque no debería tener que hacerlo, vuelva a reavivar la rueda y reposicione el soporte de herramienta si necesita hacerlo. Si tiene línea de 60 grados o más, esas líneas necesitarán un ángulo de holgura incrustado en ellas para crear un espacio para que pase el aire de manera que se pueda disipar el calor del borde de la cuchilla. Para esas líneas, rote la rueda abrasiva 5 grados (10 grados si están articuladas) hacia el metal que necesita eliminar. Si no ha movido ni girado nada después de la última pasada de rectificado basto, no puede estropear este paso incluso si ha rotado la rueda en la dirección equivocada. A continuación, rectifique aquellas líneas que tengan

60 grados o más hasta que apenas pueda escuchar que la rectificadora elimina metal. Rote la rueda hacia el otro lado si tiene líneas de perfil que corren en la dirección opuesta.

### **Rectificado de acabado**

Reponga el ángulo de rectificado a 20 grados (27 si se van a articular). Tenga cuidado al ajustar el ángulo de rectificado; es posible impulsar la rueda abrasiva hacia el soporte de herramienta. Si se eliminó mucho material después del último reavivado de la rueda, necesitará volver a reavivarla en este momento. A continuación, ajuste la rueda 0,020 pulgadas (0,5 mm) hacia el soporte de herramienta. Fije la velocidad de la rueda abrasiva a 2500 rpm (nota: a medida que disminuye el diámetro de la rueda abrasiva debido al deterioro y reavivado, se tendrá que aumentar la velocidad de la rueda abrasiva para compensar). Rectifique todas las cuchillas hasta que apenas escuche el roce y hasta que el sonido sea el mismo entre cuchillas y en todo su recorrido. Podrá ser necesario reajustar la rueda al soporte de herramienta o volver a reavivar la rueda si se ha eliminado bastante material antes de terminar. Debe haber terminado de rectificar y estar listo para desarmar esta configuración. A medida que haga esto, compruebe que todo se lave, limpie y seque.

### **Afilado de las cuchillas existentes**

Ponga el cabezal, las cuchillas, el huso y la plantilla en el dispositivo para rectificadora como se indicó. Compruebe que todas las cuchillas a rectificar estén situadas en las mismas ranuras y que las cuchillas sobresalen del cabezal  $\frac{1}{2}$  pulgada (12,7 mm) más la profundidad del perfil. Una vez más, reavive la rueda para que coincida con el vástago de aguja. Ajuste la rueda abrasiva a 0,020 pulgadas (0,5 mm) del soporte de herramienta. Con la

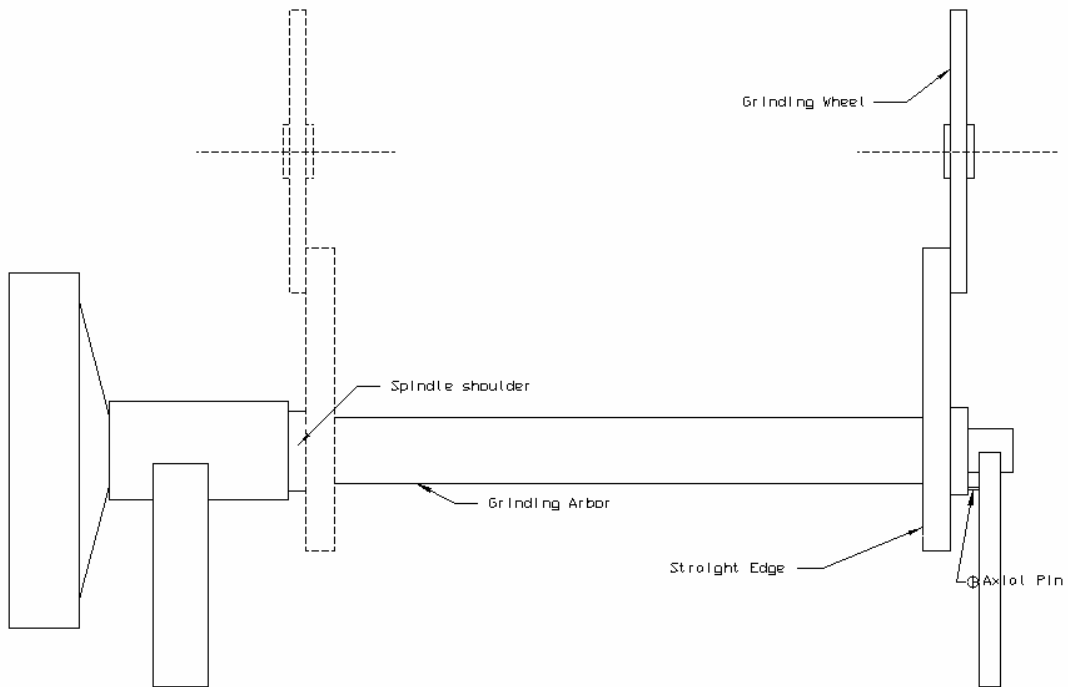
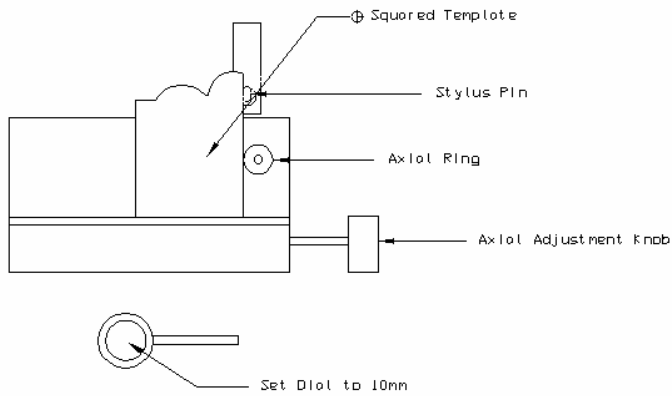
rectificadora apagado, sitúe la aguja en la plantilla y lentamente gire el botón de ajuste radial hasta que la cuchilla apenas toque la rueda. Si la rueda está chocando con la cuchilla y no le permite situar la aguja contra la plantilla, gire lentamente el ajuste radial en la otra dirección hasta que el vástago de aguja apenas toque la plantilla. Encienda la rectificadora y comience a rectificar. Una vez que haya rectificado hasta la mitad a lo ancho del rectificado basto, tendrá que retroceder y repetir la secuencia de rectificado basto. Haga rectificado basto lo suficiente como para eliminar la totalidad del rectificado de acabado anterior de las cuchillas. Después repita los pasos de rectificado de acabado tal como se indicó anteriormente.

## **Calibración de la rectificadora**

Ponga la tuerca del eje en el huso de rectificado y asegúrela en la rectificadora. A continuación puede comenzar el proceso de calibración. Tome una plantilla a escuadra e introdúzcala en el dispositivo para plantilla. Alinee el borde de la plantilla contra el borde del vástago de aguja. Debe ser capaz de tender una regla contra la parte interior de la tuerca de eje. El otro extremo de la regla apenas debe rozar el mismo lado de la rueda abrasiva contra el que está la regla en la tuerca de eje. En caso contrario, gire el botón de ajuste radial hasta que apenas roce el borde de la rueda. Después que trabaje este lado, deberá ir al otro lado del huso y hacer lo mismo. Esta vez, tienda la regla contra el resalto del huso cilíndrico. Nuevamente, el otro extremo de la regla debe rozar apenas el lado de la rueda abrasiva contra el cual se apoya la regla. Si un lado choca más fuerte que el otro, sólo tiene que dividir la diferencia hasta que ambos lados choquen por igual. Vea la ilustración en la página siguiente.



## Calibración de la rectificadora



### CAPTIONS

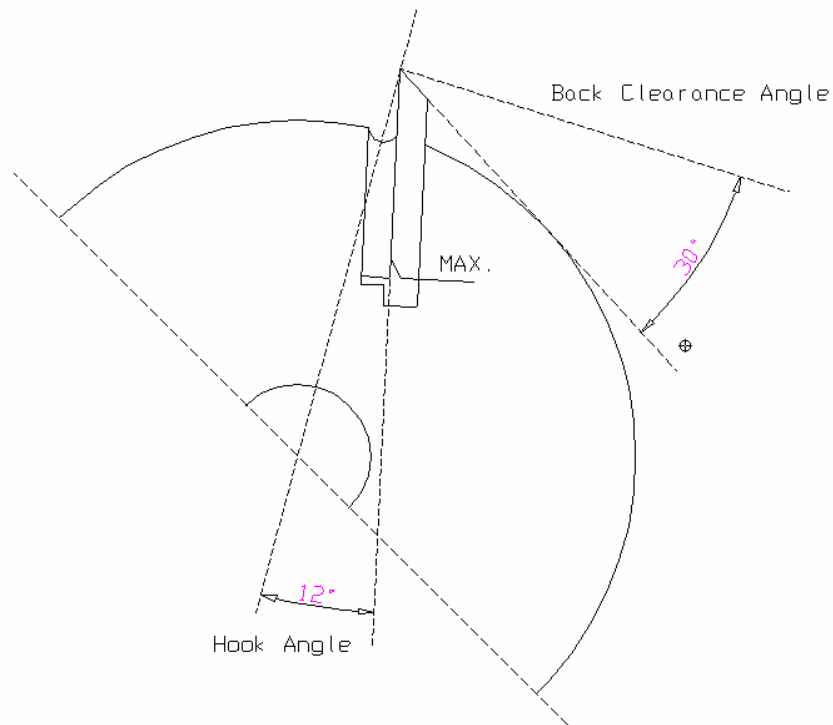
Squared Template	Plantilla a escuadra
Stylus Pin	Vástago de aguja

Axial ring	Anillo axial
Set Dial to 10 mm	Fijar cuadrante a 100 mm

**CAPTIONS**

Spindle shoulder	Resalto del huso
Grinding Arbor	Eje de rectificado
Grinding Wheel	Rueda abrasiva
Straight Edge	Regla
Axial Pin	Vástago axial

## Tecnología de cabezal de cortador



**CAPTIONS**

Back Clearance Angle	Ángulo de holgura trasero
Hook Angle	Ángulo de enganche
MAX.	MÁX.

**Fórmula para marcas de cuchilla por pulgada (KMPI):**

$KMPI = (RPM \times \text{número de cuchillas en corte de acabado}) / (12 \times \text{velocidad de avance})$ .

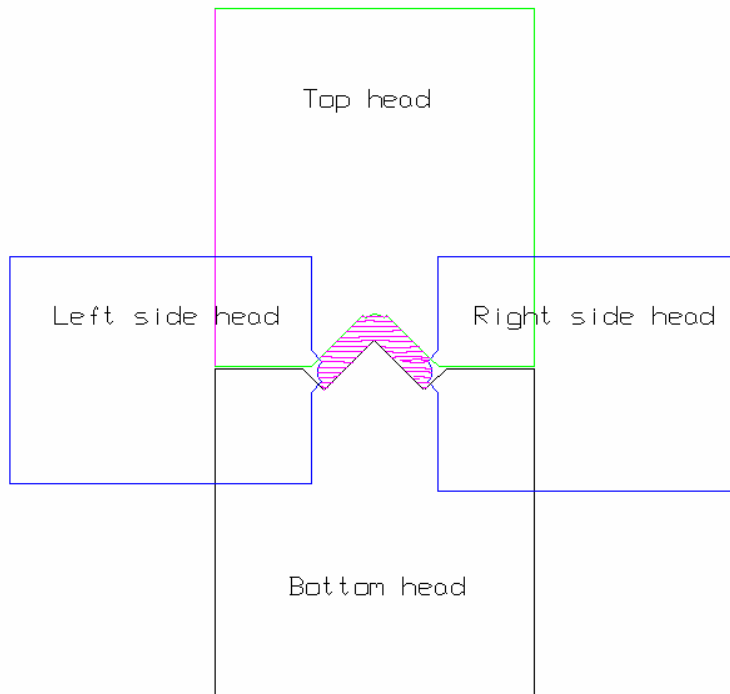
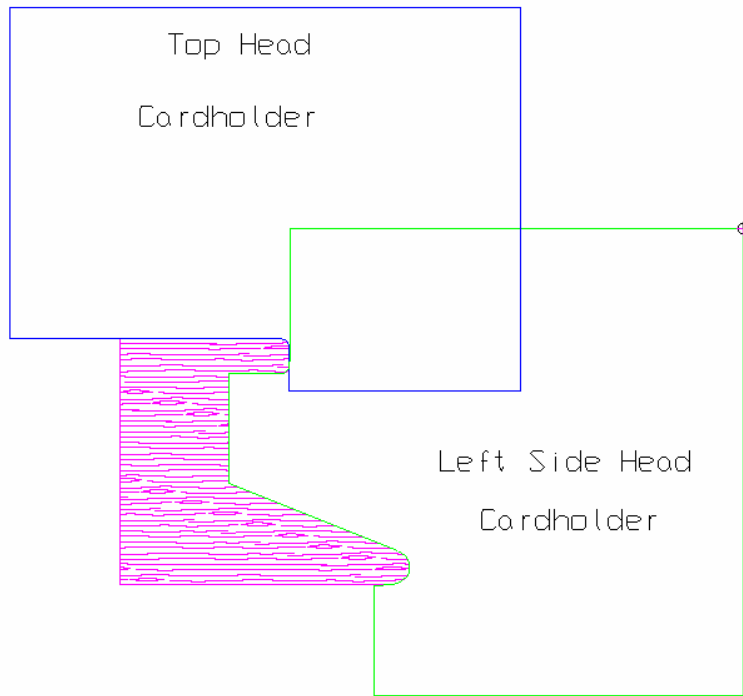
$\text{Velocidad de avance} = (RPM \times \text{número de cuchillas de acabado}) / (12 \times KMPI)$ .

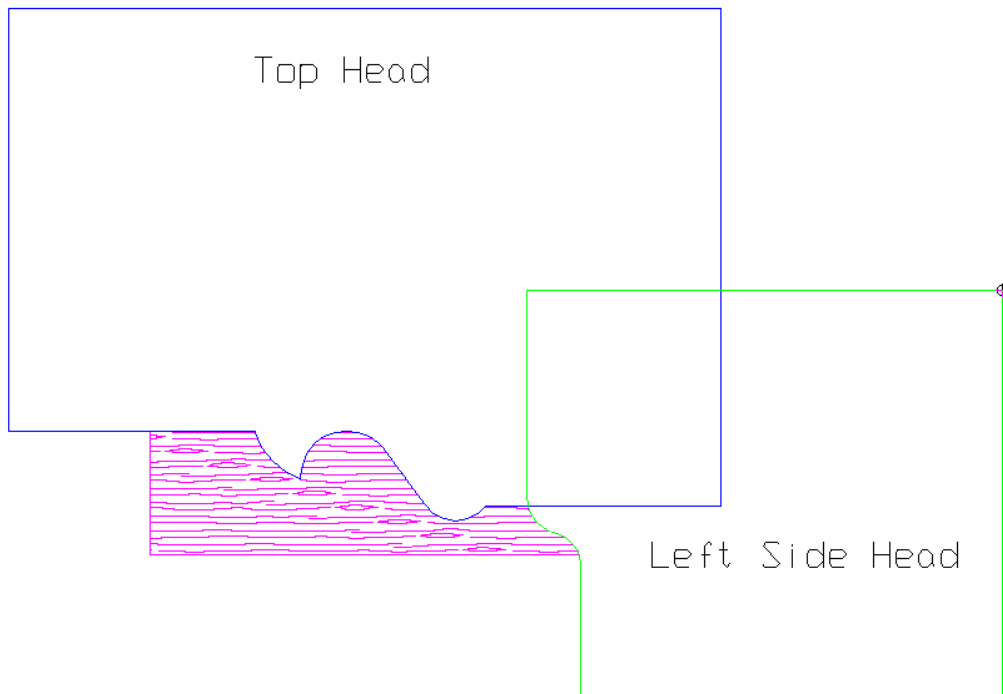
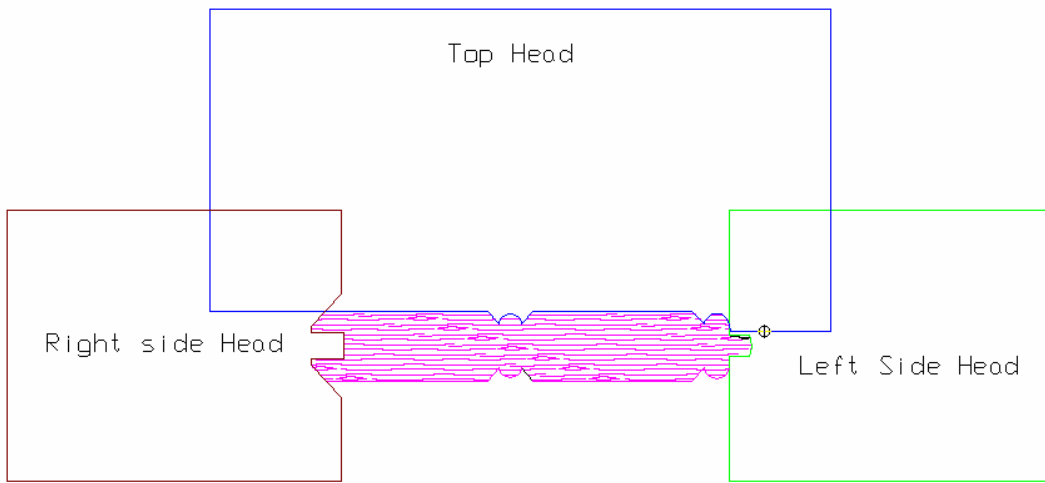
### **Puntos de interés:**

- $KMPI =$  Marcas de cuchilla por pulgada.
- Situar las cuchillas lo más cerca posible del cabezal producirá un acabado más uniforme y también reducirá el número de marcas de cuchilla por pulgada.
- Usar cuchillas en un cabezal sin volverlas a rectificar deformará el perfil si las cuchillas se rectificaron originalmente en un cabezal con un ángulo de enganche diferente.
- Nunca use cabezales con ranuras vacías para contrachavetas.
- Los ángulos de 90 grados no se pueden volver a rectificar sin cambiar el perfil.
- La humedad tiene un efecto importante en el rendimiento del moldeador.
- Haga que el vástago de aguja y la rueda coincidan mientras rectifica.
- Rectifique al menos una línea de 1/16 de pulgada en rectificado basto antes de iniciar el rectificado de acabado.
- Cuando el rectificado de acabado deja más de 3/64 de pulgada, es hora de volver al rectificado basto.

## Velocidades de rectificado

Diámetro de rueda	Vitrificado	Nitruro de boro sintetizado	
	Rectificado basto	Rectificado de acabado	
RPM	RPM	RPM	RPM
6.0	2450	3000	3000
6.5	2300	3000	3000
7.0	2050	3000	3000
7.5	1950	3000	3000
8.0	1850	3000	3000
8.5	1750	2750	3000
9.0	1700	2750	3000





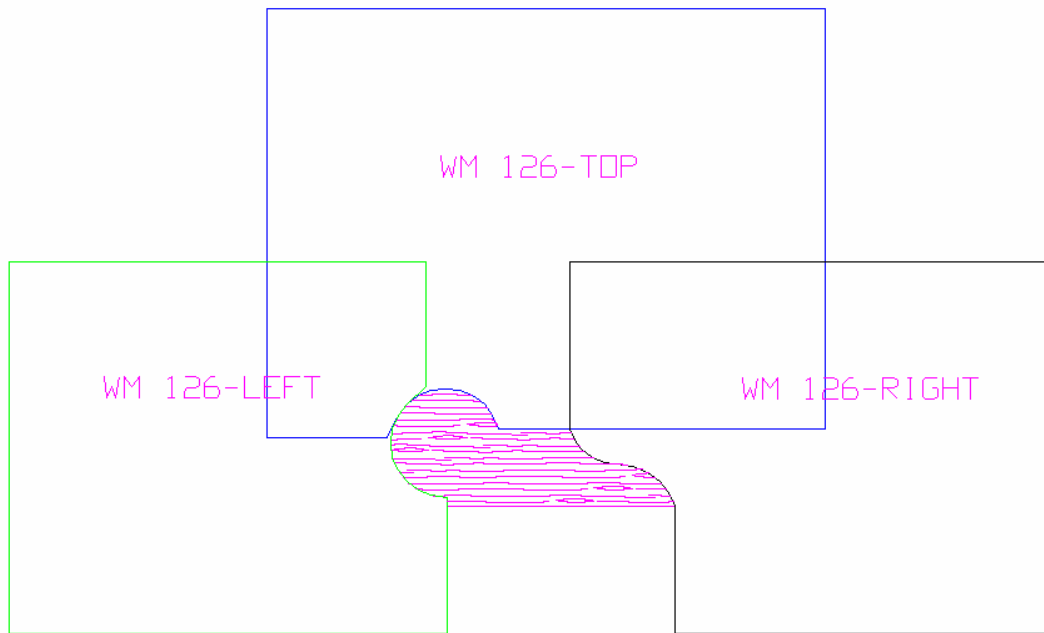
CAPTIONS

Top Head Cardholder	Portatarjeta de cabezal superior
Left Side Head Cardholder	Portatarjeta de cabezal del lado izquierdo
Top head	Cabezal superior

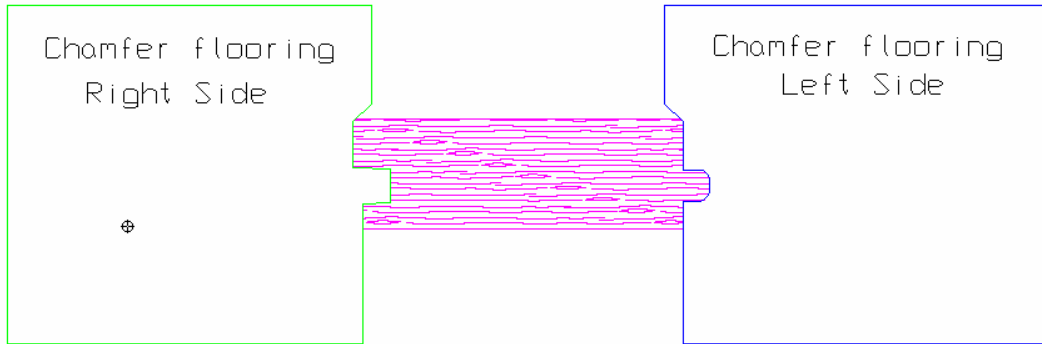
Left side head	Cabecal del lado izquierdo
Right side head	Cabecal del lado derecho
Bottom head	Cabecal inferior

Top head	Cabecal superior
Right side head	Cabecal del lado derecho
Left side head	Cabecal del lado izquierdo

Top head	Cabecal superior
Left side head	Cabecal del lado izquierdo



WM 126-TOP	WM 126-SUPERIOR
WM 126-LEFT	WM 126-IZQUIERDA
WM 126-RIGHT	WM 126-DERECHA



Chamfer flooring Right Side	Piso achaflanado Lado derecho
Chamfer flooring Left Side	Piso achaflanado Lado izquierdo