

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

*Alma Máter del Magisterio Nacional*

**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**

**Escuela Profesional de Metalmecánica**



## **Factores de corte en el fresado**

Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0860-2018-D-FATEC

Presentada por:

**Eduardo Atilio Torres Vergaray**

Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación

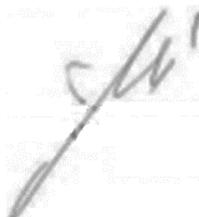
Especialidad: Mecánica de Producción

Lima, Perú

2018

## **Factores de corte en el fresado**

**Designación de jurado Resolución N° 0860-2018- D-FATEC**



.....  
**Dr. BARBACHAN RUALES, Enrique Alejandro**

**PRESIDENTE**



.....  
**Lic. José Elías ALMEIDA SARA VIA**

**SECRETARIO**



.....  
**Mg. TELLO VEGA, Mario Florentino**

**VOCAL**

Líneas de Investigación: Tecnología y Recursos Educativos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN  
Enrique Guzmán y Valle  
“Alma Mater del Magisterio Nacional”



**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**Dirección de la Unidad de Investigación**

---

“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

**N° 77-2023-DUI-FATEC-UNE**

El Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Tecnología.

**Hace constar que:**

El Examen de Suficiencia Profesional, titulado: *Factores de corte en el fresado*; del autor: Eduardo Atilio Torres Vergaray; ha sido sometido en su versión final, al software Turnitin y obtuvo un porcentaje del **23%** de similitud con otras fuentes verificables, lo cual garantiza su originalidad e integridad académica. Asimismo, se comprobó la aplicación de las normas APA/Vancouver de acuerdo con las disposiciones vigentes.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

La Cantuta, 28 de marzo de 2023.

Dr. Raúl Fuertes Meza  
Director de la Unidad de Investigación

Director  
DNI N° 07650526

Eduardo Atilio Torres Vergaray  
DNI N° 32909005  
Exalumno

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN  
Enrique Guzmán y Valle  
"Alma Mater del Magisterio Nacional"



FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
Dirección de la Unidad de Investigación

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document content is as follows:

**Factores de corte en el fresado**  
Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0860-2018-D-FATEC

Presentada por:  
**Eduardo Atilio Torres Vergaray**

Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación  
Especialidad: **Mecánica de Producción**

**LIMA, PERU**  
2018

On the right side, a sidebar titled "Resumen de coincidencias" shows a total similarity score of 23%. Below this, a list of sources is provided:

Source	Similarity
epmms.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
www.investigacion.bibliote... Fuente de Internet	<1 %
Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
metrologos.wikispaces... Fuente de Internet	<1 %
modeleria.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
Entregado a Consorcio ... Trabajo del estudiante	<1 %
foodmag.com.au Fuente de Internet	<1 %

At the bottom of the interface, the status bar indicates: "Página: 1 de 129", "Número de palabras: 19459", "Versión solo texto del informe", "Alta resolución", and "Activado".

Dr. Raúl Fuertes Meza  
Director de la Unidad de Investigación

## Dedicatoria

A Dios el creador.

Dedicado a mi familia, a mi esposa que incondicionalmente me apoyaron en todo momento, siempre ellos a mi lado en momentos de fortaleza y de debilidad, siempre estuvieron para incentivar me a seguir adelante.

## Índice de contenidos

Portada .....	i
Hoja de firmas de jurado .....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Lista de figuras .....	ix
Introducción.....	xii
Capítulo I. Fresadora .....	13
1.1 Concepto de fresadora.....	13
1.2 Introducción del control numérico .....	16
1.2.1 Campo de aplicaciones de control numérico. ....	17
1.2.2 Ventajas de aplicación de control numérico. ....	19
1.3 Tipos de fresadoras .....	20
1.3.1 Por el número de ejes.....	20
1.3.1.1 De tres ejes.....	20
1.3.1.2 De cuatro ejes. ....	21
1.3.1.3 De cinco ejes.....	22
1.3.2 Por la orientación del eje de giro. ....	24
1.3.2.1 Fresadora manual.....	24
1.3.2.2 Fresadora horizontal. ....	26
1.3.2.3 Fresadora vertical.....	27
1.3.2.4 Fresadora universal. ....	29
1.3.2.5 Fresadora especial.....	31

1.3.2.6 Fresadoras circulares.....	32
1.3.2.7 Fresadoras copiadoras.....	33
1.3.2.8 Fresadora de pórtico. ....	34
1.3.2.9 Fresadora de puente móvil.....	35
1.3.2.10 Fresadoras para madera. ....	36
Capitulo II. Procedimientos de trabajos más usuales .....	38
2.1 Operaciones de fresado.....	38
2.2 Planeado.....	39
2.2.1 Planeado con fresa frontal.....	40
2.2.2 Planeado con fresa periférica.....	43
2.2.3 Planeado vertical.....	43
2.3 Ranurado.....	44
2.3.1 Ranurado con fresa de disco o mango.....	44
2.3.2 Ranurado con fresas de pequeño o gran diámetro.....	45
2.3.3 Fresado de ranuras especiales.....	46
2.3.4 Ranurado de árboles acanalados.....	47
2.3.5 Ranurado con varias fresas.....	47
2.3.6 Ranurado con fresas de forma.....	49
2.4 Mortajado con fresadora.....	49
2.5 Taladro y mandrinado con fresadora.....	50
2.6 Fresado de levas.....	51
2.7 Fresador de levas de tambor.....	52
2.8 Fresado de levas de disco.....	52
2.9 Fresado de levas de arquímedes completa.....	53

2.9.1 Fresado de leva de espiral de arquímedes incompleta.....	53
2.10 Torno-fresador .....	54
2.11 Fresado de engranajes.....	56
Capítulo III. Factores de corte en el fresado.....	57
3.1 Consideraciones generales para el fresado .....	57
3.2 Problemas habituales en el fresado.....	58
3.3 Factor de corte en el fresado .....	59
3.4 Velocidad de corte .....	61
3.5 Velocidad de rotación de la herramienta. ....	63
3.6 Velocidad de avance .....	65
3.7 Profundidad de corte o de pasada .....	67
3.8 Espesor y sección de viruta .....	68
3.9 Volumen de viruta arrancada.....	69
3.10 Tiempo de mecanizado .....	70
3.11 Fuerza específica de corte.....	71
3.12 Potencia de corte.....	72
3.12.1 Potencia de corte principal.....	73
3.12.2 Potencia de avance.....	74
3.12.3 Herramientas empleadas en el uso del fresado. ....	74
3.12.3.1 Diámetro de fresas. $d_c$ (mm).....	75
3.13 Mecanizado rápido .....	77
3.14 Fresado en seco y con refrigerante .....	78

3.16. Normas de seguridad .....	82
3.17 Factores de mecanizado .....	83
3.18 Fuerza de corte específica.....	85
Capítulo IV. Aplicación metodológica para el desarrollo de las prácticas	
educativas .....	87
4.1 Planificación de sesión de aprendizaje, hojas de información, hoja de procesos y hoja de presupuesto .....	87
4.1.1 Planificación. ....	87
4.1.2 Planeamiento didáctico. ....	87
4.2 Diversificación curricular .....	88
4.3 Definición de programación curricular.....	89
4.4 Elementos de la programación anual.....	91
4.5 Sesión de aprendizaje. ....	91
4.5.1 Ficha de Actividad. ....	92
4.6 Procedimientos para elaborar la ficha de actividad.....	92
4.7 El aprendizaje en la educación técnico-productiva .....	93
4.8 El aprendizaje .....	94
4.9 Hoja de Información.....	95
4.10 Hoja de procesos.....	95
4.11 Hoja de presupuesto.....	96
4.12 Evaluación del aprendizaje y realimentación .....	96
4.12.1. La evaluación se puede clasificar según los siguientes criterios. ....	98

4.12.1.1 Por su función.....	98
4.12.1.2 Por su temporalización.....	99
4.12.1.3 Por sus agentes.....	100
4.13. Retroalimentación.....	100
4.13.1 Educación para el trabajo.....	101
Aplicación didáctica .....	103
Síntesis.....	117
Apreciación crítica y sugerencias .....	118
Referencias .....	119

## Lista de figuras

Figura 1. Fresadora Universal Nueva Marca Kenta .....	14
Figura 2. Fresadora antigua .....	15
Figura 3. Control numérico .....	17
Figura 4. Fresadora CNC.....	19
Figura 5. Fresadora de tres ejes .....	21
Figura 6. Fresadora de cuatro ejes.....	22
Figura 7. En función de que dicho eje rote respecto al eje X, Y o Z.....	23
Figura 8. Fresadora manual .....	25
Figura 9. Fresadora Horizontal.....	26
Figura 10. Fresadora orientable .....	27
Figura 11. Fresadora Universal Vertical.....	28
Figura 12. Fresadora universal .....	30
Figura 13. Fresadora especial .....	31
Figura 14. Fresadora circular .....	32
Figura 15. Fresadora copiadora para aluminio .....	34
Figura 16. Fresadora de pórtico .....	35
Figura 17. Fresadora de puente móvil .....	36
Figura 18. Tipo de fresado en madera .....	37
Figura 19. Fresadora para madera manual.....	37
Figura 20. Operaciones de fresado .....	39
Figura 21. Dos tipos básicos de la operación de fresado/a: fresado periférico plano, b: fresado frontal.....	40
Figura 22. Posición de la fresa.....	42
Figura 23. Planeado vertical con la parte frontal de la mesa y el otro con la periférica.....	44

Figura 24. Fresado de disco o mango .....	45
Figura 25. Fresa de diferentes diámetros .....	46
Figura 26. Fresado de ranuras especiales .....	47
Figura 27. Árbol con fresas .....	48
Figura 28. Formas de T y cola de milano. ....	49
Figura 29. Servicio de mortajado, y formas de mortajado .....	50
Figura 30. Mandrinado con la fresadora.....	51
Figura 31. Fresado de levas .....	51
Figura 32. Levas de tambor .....	52
Figura 33. Levas de disco fresado .....	53
Figura 34. Leva de espiral de Arquímedes incompleta de una rama.....	53
Figura 35. Torno fresador .....	54
Figura 36. Fresado de roscas .....	55
Figura 37. Fresado de engranajes .....	56
Figura 38. Problemas habituales en el fresado .....	59
Figura 39. Procedimiento de fresado.....	60
Figura 40. Tabla específica de velocidad de corte.....	63
Figura 41. Velocidad de rotación .....	64
Figura 42. Velocidad de corte.....	65
Figura 43. Sección viruta.....	69
Figura 44. Nomenclatura. ....	71
Figura 45. Fresado en oposición y fresado en concordancia. ....	71
Figura 46. Ángulos de corte. ....	72
Figura 47. Herramientas de fresar .....	75
Figura 48. Diámetro de fresas.....	76

Figura 49. Mecanizado sin refrigerante.....	80
Figura 50. Velocidad de corte.....	84
Figura 51. Fuerza de corte especifica I.....	85
Figura 52. Fuerza de corte especifica II .....	86
Figura 53. Diversificación curricular.....	89

## Introducción

La monografía tiene como objetivo mostrar la importancia de los factores de corte en el proceso de frenado.

Sabemos que una fresadora es una máquina herramienta y su función principal es arrancar viruta.

Teniendo en cuenta éstos criterios es importante conocer un poco más a la fresadora en sus variados tipos y modelos y los factores de corte que intervienen en el maquinado

La presente monografía se clasifica en cuatro capítulos, Los cuales son :

Capítulo I : Fresadora

Capítulo II : Procedimientos de trabajo más usuales

Capítulo III : Factores de corte en el fresado

Capítulo IV : Aplicación Didáctica

El trabajo pretende aportar conocimientos y a la vez recordar que los factores de corte en inherente al maquinado, por ello La fresadora, los procedimientos de trabajo comunes y los avances en el maquinado conlleva a este trabajo.

El tratado de los factores de corte es un tema muy amplio puesto que los conocimientos tecnológicos cada día aumentan en el servicio y mantenimiento, y el área de la producción.

Cada día llegan nuevos datos e inventos en los principios de las herramientas de corte que utilizan un sinnúmero de metales.

## **Capítulo I.**

### **Fresadora**

#### **1.1 Concepto de fresadora**

Lleva la denominación de fresadora toda aquella máquina herramienta la cual posee un eje horizontal o en otros casos puede ser en dirección vertical por medio del cual se ejecuta una actividad mecanizada por arranque de viruta a través de la herramienta rotativa llamada fresa la cual posee diversos filos empelados para hacer cortes. Por medio del fresado es factible otorgar forma a través del corte a materiales tales como madera, acero, fundiciones de hierro, metales que no contengan hierro, material sintético e inclusive superficies de característica plana brindándole curvaturas con entalladura, ranuras, dentado, y más. Adicionalmente, con toda pieza fresada se tiene la posibilidad de ser quitar las partes más gruesas al material que se ha de trabajar. En caso de fresadoras convencionales, las piezas son acercadas a las zonas de corte (fresa), para poder producir diversas formas desde superficies planas u otras más complejas.



*Figura 1.* Fresadora Universal Nueva Marca Kenta. Fuente: [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-609869577-%20fresadora-universal-nueva-marca-kenta-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-609869577-%20fresadora-universal-nueva-marca-kenta-_JM).

Para los inicios del siglo XIX, las fresadoras llegaron a ser máquinas básicas dentro del rubro mecanizado. Debido a la integración del control numérico, estas son consideradas como máquinas herramientas de carácter más polivalentes a razón de la diversidad de mecanizados que ejecutan, así como su flexibilidad que posibilita la obtención del producto deseado. La gran variedad de procesos mecánicos más el incremento de la competitividad a nivel global ha sido el punto de arranque de una amplia variedad que toman diferencia de acuerdo al sector donde se utilicen. En añadidura a lo mencionado, manifestaremos que los procesos técnicos de diseño así como de calidad que se han implementado en la herramienta de fresar, generaron la posibilidad de corte muy altos, cuya consecuencia es la reducción de los tiempos de mecanismo.



*Figura 2.* Fresadora antigua. Fuente:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora#/media/File:U\\_Wash\\_surplus\\_05.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora#/media/File:U_Wash_surplus_05.jpg)

Cabe mencionar, que teniendo en cuenta todas las diferencias existentes entre las fresadoras sean por razones de accesorios, características técnicas y empleabilidad, se

demanda personal idóneo para el manejo y programación de las mismas, llámense programadores o fresadores.

A su vez, esta actividad a desarrollar con la fresadora, demanda adecuadas condiciones de trabajo en el aspecto de seguridad y salud para los trabajadores, quienes están en contacto o manipulación de elementos móviles, cortantes, líquidos tóxicos que son empleados para la refrigeración y lubricación del corte, a su vez se debe de procurar el adecuado mantenimiento a las maquinas como a la infraestructura a fin de evitar daños en las mismas, así como en el producto final o semielaborado.

## **1.2 Introducción del control numérico**

En la década de los 40 John T. Parsons inventor americano nacido en Detroit en el año de 1913 en colaboración de Frank L. Stulen quien para ese entonces fuera su empleado, fueron los responsables del primer desarrollo en el área del control numérico por computadora (CNC).

Por su parte, el control numérico comprende una diversidad de procesos, cuyas aplicaciones se han particionado en dos categorías: las que tienen maquina a las cuales pueden denominarse taladro, fresado, laminado o torneado, y, por otro lado, tenemos a las que son sin máquina denominados como ensamblaje, trazado, oxicorte. o metrología.

En el caso de las aplicaciones de control numérico rige un principio de operación común que consiste en el control de la posición relativa de una herramienta o llamado de otra forma el elemento de procesado en relación al objeto a procesar. En sus inicios todo lo que correspondía a desplazamientos se ejecutaban de punto a punto empleando entaladradoras. Posterior a ello, una nueva generación de máquinas herramientas fueron creadas a raíz del hallazgo de las funciones referidas a la interpolación lineal, así como la circular y el cambio automático de herramientas con la que es posible taladrar, roscar,

fresar e inclusive tornear y recibieron la denominación de centros de mecanizado en lugar de fresadoras.



*Figura 3.* Control numérico. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora>

### **1.2.1 Campo de aplicaciones de control numérico.**

Las fresadoras que poseen control numérico por computadora (CNC) viabilizan el modo automático que se ha de programar para obtener el producto. Los diseños de estas están preparados para responder a las adaptaciones diversas por medio de los cuales son configurados los productos. Si nos refiriésemos a su aplicación diremos que principalmente está centrado en una cantidad media de producción de piezas sencillas y a su vez en una cantidad que va de media a baja en lo que respecta a piezas complejas, facilitando la realización de mecanizados de precisión con las facilidades que representan el cambio de un modelo de pieza hacia otra por medio de la inserción del programa que es

pertinente y en consonancia con las nuevas herramientas que han de ser empleadas, así como el sistema que refiere a la unión de las piezas.

El equipo que está comprendido por el control numérico es controlado a través de un programa el cual emplea números, letras y otros símbolos, como ejemplo de ello podemos mencionar los códigos G que refieren a movimientos y ciclos fijos y los M que son en relación a funciones auxiliares. Cada uno de estos ya sean números, letras o símbolos, poseen una codificación los cuales están en formatos propios y pertinentes para desarrollar la tarea que se demande a la máquina, así también responde a las variaciones de la tarea y su programación respectivamente.

A la fecha, las fresadoras que son modernas y de tipo universal tienen visores de tipo electrónico por medio de los cuales se pueden ver los emplazamientos de las herramientas, de acuerdo a un sistema compuesto por coordenadas, con el objeto de simplificar la lectura que se debe de conocer a raíz de sus cambios de posición. Por otro lado, para optimizar la automatización del trabajo, las fresadoras tienen incorporados un sistema consistente en el control numérico por computadora (CNC). Adicionalmente, a las fresadoras de tipo copadoras se les inserta un dispositivo de copiado con el afán de obtener copias idénticas de las piezas requeridas por medio del mecanizado.

En cuanto a las fresadoras podemos manifestar a su vez, que se han diseñado diversos lenguajes para optimizar la programación CNC, cada uno de estos tiene en cuenta el carácter numérico, de los cuales podemos resaltar un tipo de lenguaje que se encuentra estandarizado y normalizado a nivel internacional ISO, así también existen otros denominados HEIDENHAIN, Fagor y Siemens. Es necesario mencionar que para el desarrollo de un programa CNC es común el empleo de simuladores los cuales son manejados mediante computadora y posibilitan la corroboración de la sucesión y orden de operaciones que son programadas.



Figura 4. Fresadora CNC. Fuente: <http://industriasmcenter.com/servicios-ime/fresadora-cnc/>

### 1.2.2 Ventajas de aplicación de control numérico.

Una de las ventajas de la aplicación de este tipo de sistema es de hacer posible el aumento de la productividad en comparación al de las máquinas tradicionales y ha permitido ejecutar operaciones de constitución con un alto grado de precisión a nivel dimensional como por ejemplo la elaboración de superficies esféricas. Otra ventaja, es que reduce los gastos en relación a la diversidad de máquinas a adquirir y emplear a la no existencia de esta.

Cabe mencionar que, es cierto que las máquinas herramientas que poseen control numérico demandan un coste horario más alto que el de las máquinas convencionales, sin embargo, hay que reconocer que es inferior en cuanto a los procesos que han de ser empleadas por las máquinas especiales que poseen en su estructura mecanismos de transferencia que posibilitan la alimentación y retiro de piezas de modo automatizado.

Cabe mencionar también, que, en cuanto a la preparación de la secuencia de instrucciones del control numérico que se verán reflejadas en las operaciones del proceso, el tiempo que demanda es mayor a comparación de una máquina convencional. Pero, si se

trata del tiempo de operación podremos manifestar que son menores, por ende, a partir ciertos números de piezas en un lote, el mecanizado es más económico utilizando el control numérico, y si se tratase de lotes grandes, pues resulta menos costoso utilizar máquinas que son especializadas con mecanismo de transferencia.

### **1.3 Tipos de fresadoras**

En cuanto a las fresadoras, estas serán clasificadas, teniendo en cuenta los aspectos que a continuación mencionaremos: la orientación que se le asigna al eje de giro o el número o cantidad de ejes de operaciones que posea. Ahora mencionaremos las clasificaciones más usuales.

#### **1.3.1 Por el número de ejes.**

La cantidad de ejes que una fresadora posea, permite determinar las opciones de movimiento a ejecutar por esta, en otras palabras, cuanto mayor sea la cantidad de ejes, mayores oportunidades de movimiento o mayor grado de libertad.

Cabe resaltar que al hablar de ejes, nos referimos a los ejes del sistema cartesiano, (X, Y, Z,...). En suma, existen tres tipos:

##### ***1.3.1.1 De tres ejes.***

Cuyos movimientos se dan de modo horizontal, así mismo son en dirección vertical y oblicuo. En el caso de este último movimiento mencionado se da cuando el movimiento entre mesa, la ménsula y el husillo se combinan. Ello posibilita el control en relación al movimiento que se genera en comunión en la máquina herramienta y la pieza.



*Figura 5.* Fresadora de tres ejes. Fuente:  
<https://fresadora+de+tres+ejes&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj7-Xa->:

### ***1.3.1.2 De cuatro ejes.***

Este tipo de fresadores, ejecutan todos los movimientos descritos en el tipo anterior, teniendo como agregado el control de giro de la pieza movimiento que se da sobre uno de los ejes, ello en consecuencia a que posee un plato giratorio o denominado también mecanismo divisor. Siendo así, este tipo de fresadoras son exclusivas para

producir superficies en donde el labrado se da sobre patrones cilíndricos un claro ejemplo de ello es el labrado de ejes estriados o denominados también como engranajes.

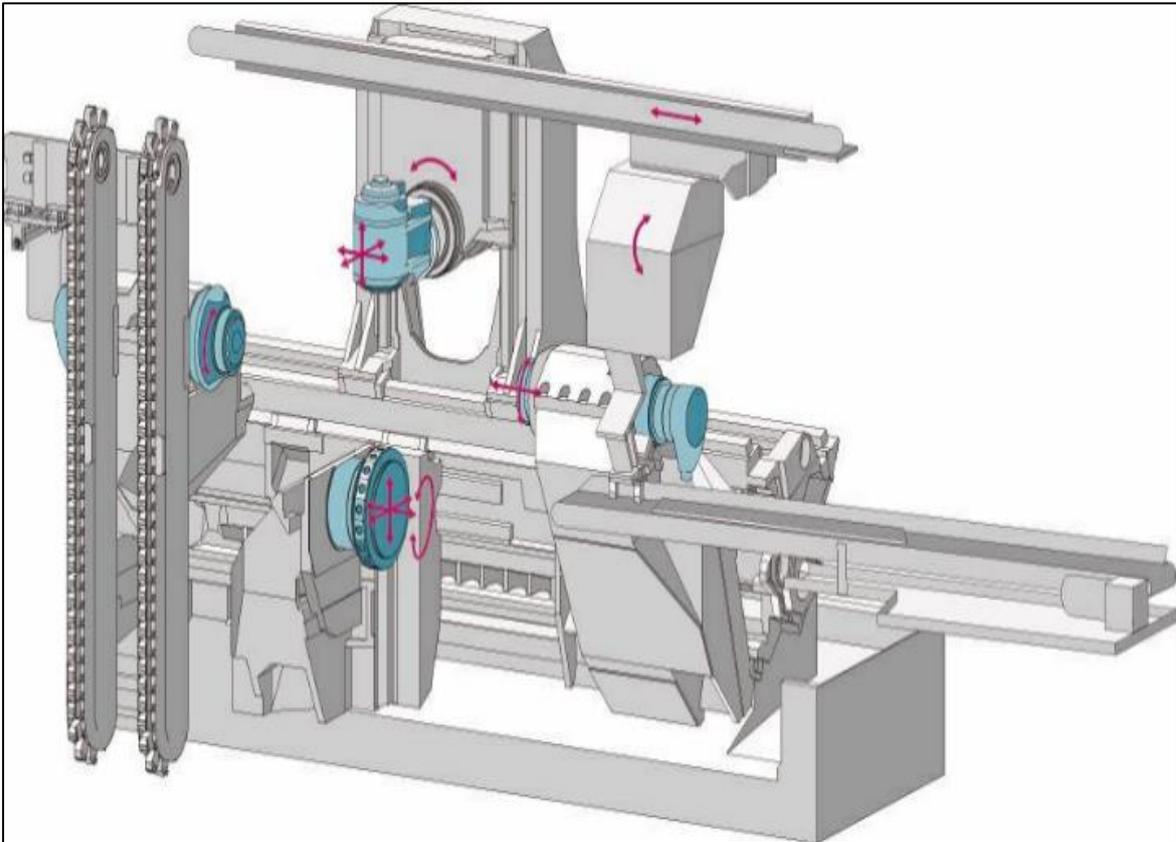


Figura 6. Fresadora de cuatro ejes. Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/index-werke/product-5689-1612698.html>

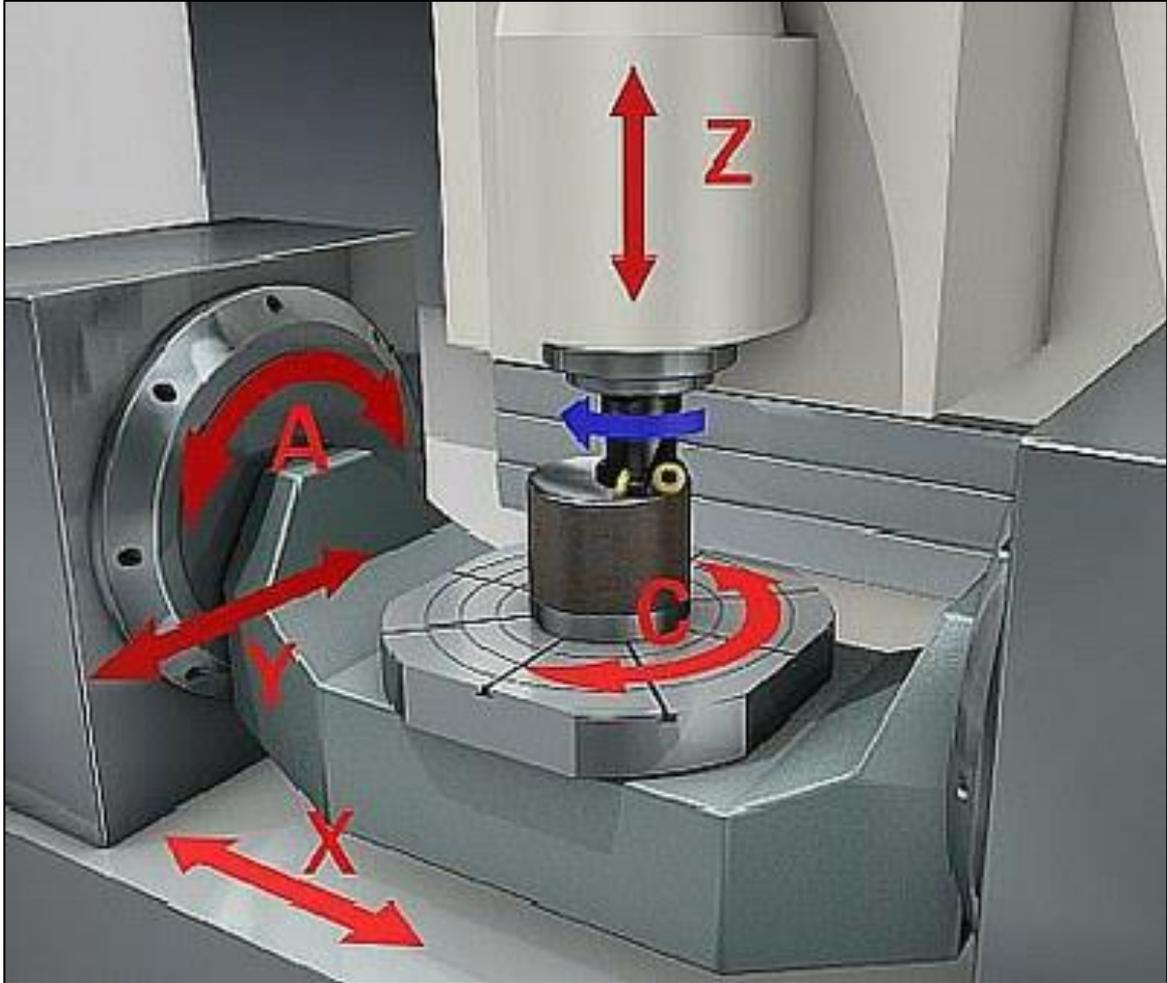
### ***1.3.1.3 De cinco ejes.***

Cuentas con todas las bondades de todas las fresadoras antes descritas; incluidas dos características más:

La primera es que posibilita el control de giro que ha de tener la pieza con relación a dos de sus ejes, siendo uno de los mencionados de tipo perpendicular con relación al husillo mientras que el segundo es de tipo paralelo (similar al caso que posee cuatro ejes, que se obtiene a través de un plato giratorio o mecanismo divisor). Y, por otro lado, nos posibilita el giro de la pieza sobre un eje horizontal facilitando de este modo que la

herramienta se incline alrededor de un eje, el cual se encontrará en posición perpendicular al anterior.

Este tipo de fresadoras son empleadas para trabajos de alta complejidad.



*Figura 7.* En función de que dicho eje rote respecto al eje X, Y o Z. Fuente: <https://bitfab.io/es/blog/fresadoras/>

La foto que se muestra es de una máquina cuya cantidad de ejes es de cinco además de ellos posee una mesa giratoria, se debe tener en cuenta que la mesa puede ser fija y dotando al cabezal de articulaciones para su inclinación o rotación.

### **1.3.2 Por la orientación del eje de giro.**

#### ***1.3.2.1 Fresadora manual.***

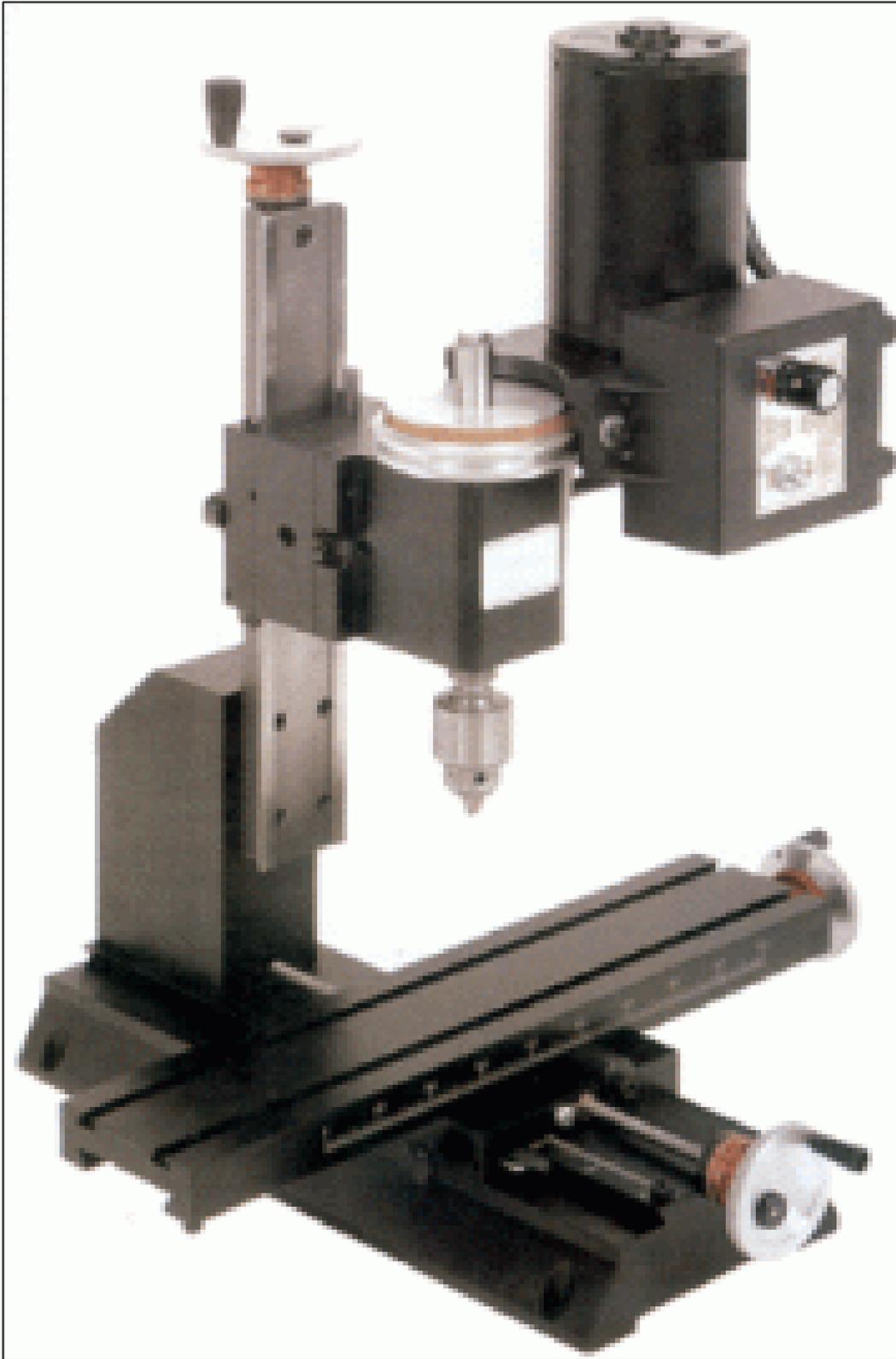
El tipo de fresadora la cual es de manejo más sencillo es la manual.

De las cuales podemos hallar dos tipos, la primera que es de columna y ménsula denominada de otro modo de superficie y la segunda viene a ser la de mesa montada en bancada fija cuyo otro nombre es vertical de banco.

En este tipo de máquinas la fresa ha de ser colocada sobre un eje o husillo horizontal. La mesa designada para trabajo posibilita movimientos en número de tres que se dan sobre el eje cartesiano. El avance que se ha de brindar a la pieza en dirección a la fresa debe de ejecutarse de modo manual, a través de un tornillo vertical accionado por un volante o cabe la posibilidad de que también se pueda realizar mediante una leva u objeto denominado palanca. En ciertos modelos, el tornillo está dotado de un rodamiento de precisión, lo cual permite trasladar el cabezal de manera suave y compensada.

Comúnmente las máquinas que se operan de modo manual, son empleadas en las actividades de producción, pero a nivel de operaciones que han de ser simples, por ejemplo: corte de las ranuras, cuñeros y acanalados.

En el caso de la fresadora de tipo vertical manual de banco existen modelos, las cuales emplean elementos acondicionadores para convertirse en alesadoras horizontales de banco; ampliando considerablemente las posibilidades de ejecución de trabajo que este tipo de máquina herramienta nos puede proporcionar.



*Figura 8.* Fresadora manual. Fuente: <https://pyrosisproyect.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/>

### 1.3.2.2 Fresadora horizontal.

Las fresas de tipo cilíndrica son empleadas por las fresadoras horizontales y estas son colocadas sobre un eje direccionado de modo horizontal las cuales son accionadas por los cabezales de las máquinas y se apoyan de lado por dicho cabezal mientras que el lado opuesto lo realiza sobre un rodamiento que está ubicado en el carnero. Esta máquina esta principalmente diseñada para realizar trabajos de ranurado, o los que posean diversos perfiles o formas que se han de dar en las ranuras, teniendo en cuenta que exista la posibilidad de realizar varias ranuras paralelas, estaríamos a su vez hablando de la posibilidad de aumentar la productividad siendo esto posible al momento de montar varias fresas sobre el eje portaherramientas todas ellas en armonía conformando de este modo el denominado tren de fresado.

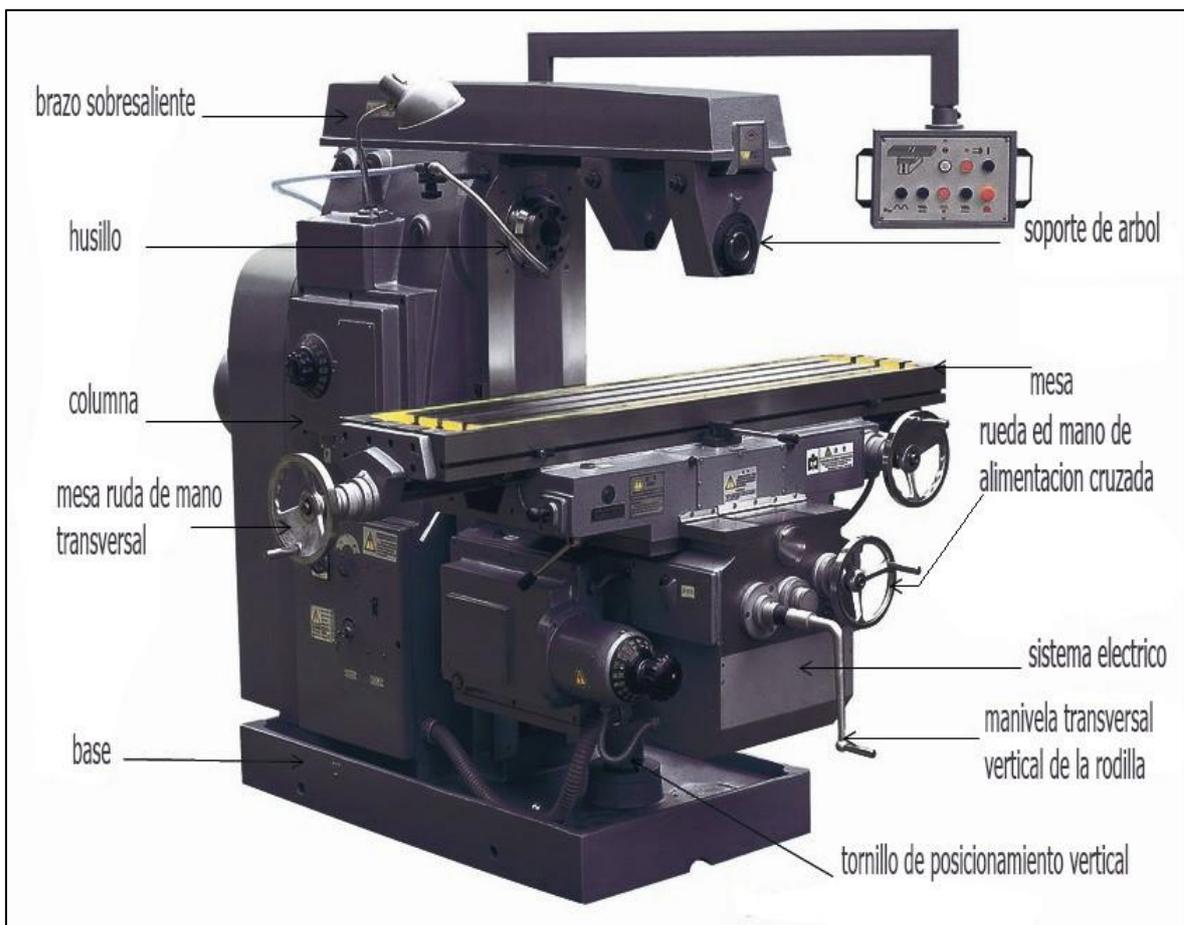


Figura 9. Fresadora Horizontal. Fuente: <https://www.machinecnc.online/fresadora-horizontal/>

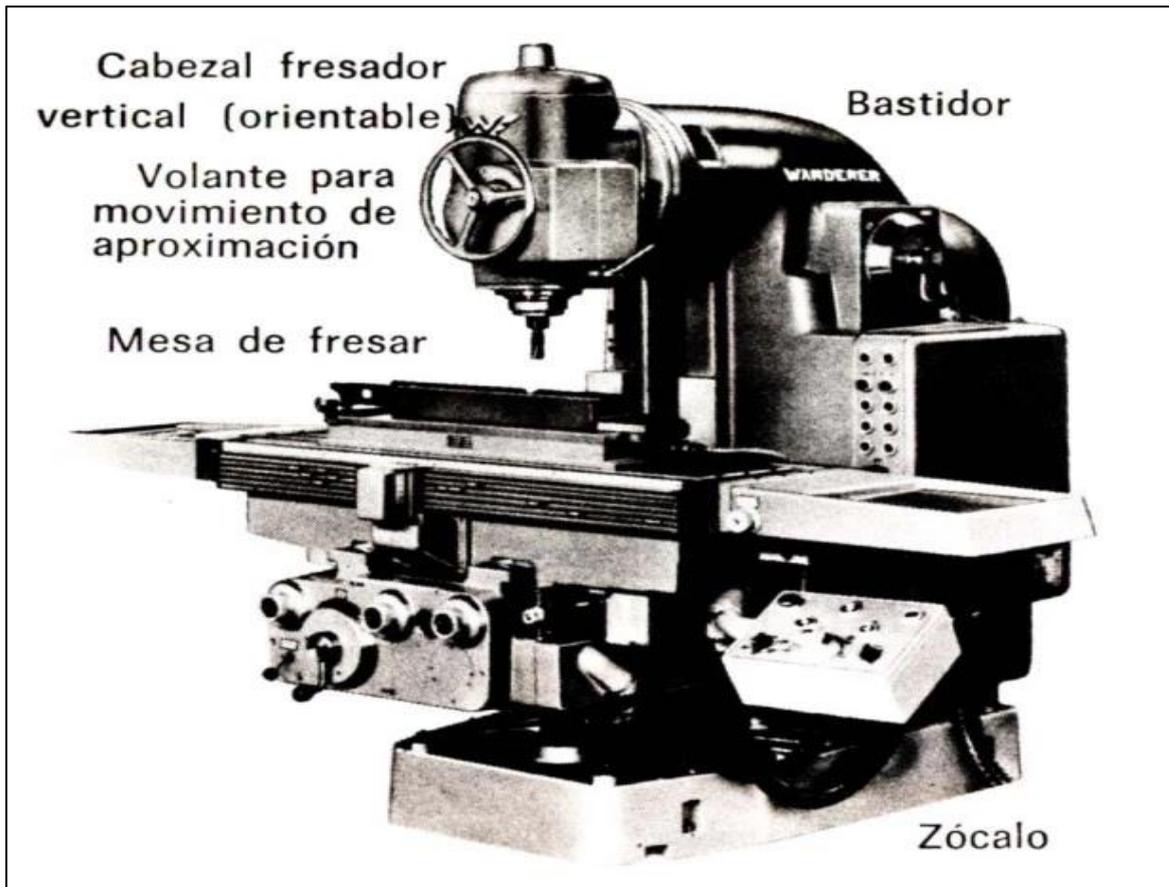


Figura 10. Fresadora orientable. Fuente: <https://www.machinecnc.online/fresadora-horizontal/>

### ***1.3.2.3 Fresadora vertical.***

En el caso de la fresadora vertical, tendremos en cuenta que el eje direccionado de modo horizontal es el del husillo, a su vez debe de hallarse en posición perpendicular a la mesa de trabajo. Las fresas que son herramientas de corte han de ser montadas sobre el husillo y deberán de dar vueltas sobre su eje. En líneas generales, se genera el desplazamiento vertical, bien en el husillo, o bien en la mesa, permitiendo de esta forma la profundización del corte.

En cuanto a las fresadoras verticales, existen dos tipos: la primera denominada fresadora de banco fijo o de bancada y la segunda responde al nombre de fresadoras de torreta o conocido también como de consola. En la fresadora denominada de torreta, el husillo se mantiene estacionario en el tiempo que ocurren los corte y en cuanto a la mesa

esta ha de moverse en dirección horizontal como vertical. Mientras que, en las fresadoras de banco fijo, el movimiento de la mesa es en sentido perpendicular al husillo, mientras que y el husillo ha de moverse en dirección paralela a su propio eje.



Figura 11. Fresadora Universal Vertical. Fuente: [https:// www.solostocks.com/venta-productos/otras-herramientas-productos-ferreteria/fresadora-universal-vertical-4891497](https://www.solostocks.com/venta-productos/otras-herramientas-productos-ferreteria/fresadora-universal-vertical-4891497)

#### ***1.3.2.4 Fresadora universal.***

La característica de este tipo de fresadoras es que el carro gira alrededor de un eje vertical. Mientras que la fresa va en sentido horizontal, en el husillo. Este tipo de fresadora está elaborado con el objeto de encontrar un alto grado de versatilidad y control, generando una buena productividad como resultado. Lastimosamente, pese a los beneficios que pueda generar, estas no son recomendables para realizar trabajos pesados ya que tiene guías cortas. La justificación valedera al hecho de que las guías sean cortas es el de posibilitar el giro de la maquina evitando contacto alguno con el cuerpo del operario o trabajador asignado a su manipulación.

Los movimientos que se aplican sobre la pieza que ha de ser labrada en este tipo de máquinas, llegan a ser controlados mediante la combinación ménsula, carro portamesa y mesa. Cabe resaltar que la fresadora universal tiene un cuarto movimiento lo cual la faculta de hacer giros en sentido horizontal. Dichas características de giro permiten tener producción muy buena en lo que refiere a cortes de helicoidales, por ejemplo: brocas, ciertos tipos de engranajes, fresas, etc.

Este tipo de fresadora tiene la posibilidad de ser equipada con diversos accesorios así mismo permite el acoplamiento de un cabezal en el husillo, dando opción a ejecutar un fresado en sentido vertical. Por consiguiente, la fresadora universal trabaja tanto de modo horizontal como vertical. Todo ello en unión a la mesa giratoria, hace que esta máquina pueda producir otras herramientas.



*Figura 12.* Fresadora universal. Fuente: <https://pyrosisproject.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro>

### *1.3.2.5 Fresadora especial.*

Fresadora especial diseñada para realizar un mecanizado interior. Esta máquina mecaniza la intersección de dos cavidades, de manera que se asegure que no existan virutas o elementos desprendibles.

La máquina dispone de dos ejes controlados, así como de un sistema de soplado con aproximación, que se introduce dentro de la cavidad, para limpiar las virutas producidas en el mecanizado.

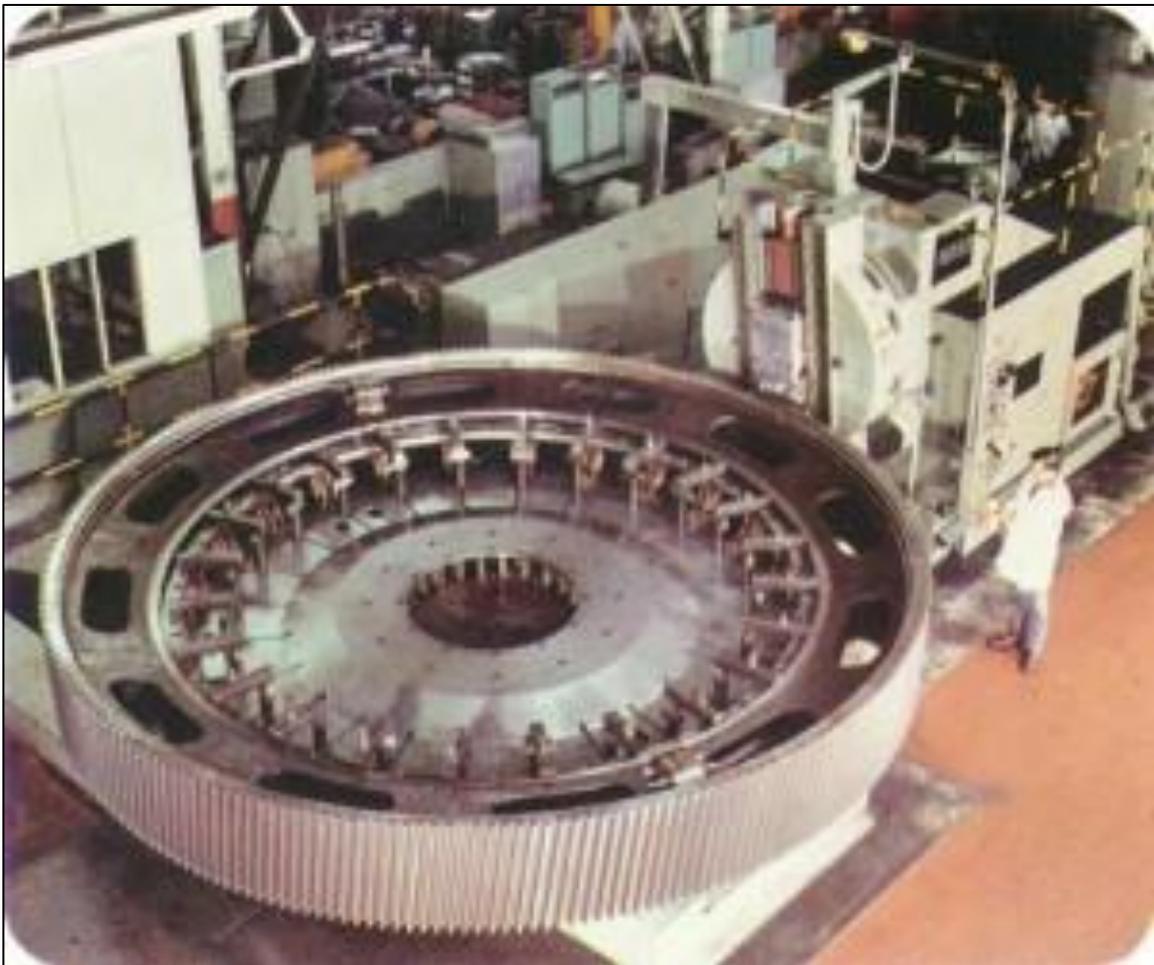


*Figura 13.* Fresadora especial. Fuente: <https://somabe.com/es/maquinas-especiales/mecanizado/fresadora-especial/>

### ***1.3.2.6 Fresadoras circulares.***

Con las fresadoras circulares se pueden realizar trabajos con uno o varios cabezales verticales, ocasionando que cada uno de estas puedan realizar una función diferenciada en el proceso de fabricación.

Para este tipo de máquinas se ha diseñado una gran mesa circular, que a su vez es giratoria, por medio de ella se desplaza el carro porta herramientas. Una de las bondades de esta fresadora es que permite mecanizar una pieza por un lado mientras que por el otro podemos montar y desmontar piezas a la par.



*Figura 14.* Fresadora circular. Fuente: <https://pyrosisproject.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/>

### ***1.3.2.7 Fresadoras copiadoras.***

Mediante este tipo de fresadora se reproducen copias idénticas a la del modelo original a mecanizar.

Es por ello que tienen dos mesas: una diseñada para el trabajo en la que se sostiene la pieza que ha de ser fresada, y la segunda es de tipo auxiliar, sobre la cual se coloca el modelo que ha de ser copiado.

Su movimiento únicamente se da en sentido horizontal. Además, se debe mencionar que su eje se encuentra ubicado en sentido perpendicular a la mesa, en un mecanismo semejante al de un pantógrafo. El palpador es incorporado, entendiéndose a este último como una pieza que se encarga de palpar el modelo que ha de ser copiado, ocasionando que la herramienta portafresa copie el movimiento que el palpador emane, para de este modo labrar la nueva pieza a semejanza de la del modelo. Su principal uso radica en la reproducción de figuras, grabados o planos.

No en todo este tipo de fresadoras cuentan con palpadores, sino que trabajan las copias con base en una serie de sistemas electrónicos, electro-hidráulicos o hidráulicos.

Dentro de este grupo de fresadoras, también existen máquinas de tamaño significativo, las cuales están destinadas a copiar piezas de tipo tridimensional y su empleabilidad está en la elaboración de coquillas para fundiciones, matrices, etc.



*Figura 15.* Fresadora copiadora para aluminio. Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/yilmaz-machine/product-161948-1677378.html>

### ***1.3.2.8 Fresadora de Pórtico.***

Las fresadoras especiales de pórtico o denominadas de otra forma como de puente, poseen dos movimientos, uno vertical y el otro transversal. La pieza a labrar tiene movimiento longitudinal.

El eje o cabezal portaherramientas debe de estar ubicado en dirección vertical sobre una estructura la cual está constituida por dos columnas, cuya ubicación en la mesa es a ambos lados. Su principal bondad radica en elaborar piezas de gran dimensión como coronas y tornillos sinfín, así como engranajes de forma cilíndrica o denominado también helicoidales, o platos de transmisión a cadena.

Dentro de este tipo de máquinas existen algunos modelos que están implementadas con dos cabezales horizontales adicionales en la mesa, uno a cada lado de esta, cuyo movimiento es en sentido vertical. No obstante, el desplazamiento de sus ejes lo describen

como de sentido horizontal, dotando a este tipo de máquina de múltiples movimientos, mayor libertad y mayores posibilidades de labrado de piezas.



*Figura 16.* Fresadora de pórtico. Fuente: <https://pyrosisproyect.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/>

### ***1.3.2.9 Fresadora de puente móvil.***

En este tipo de máquina, su movimiento es similar al de un puente grúa. Es empleada fundamentalmente para mecanizar piezas que posean dimensiones considerables, como las destinadas al campo de la aeronáutica, u otros destinados a las fundiciones.

Se debe de recalcar que la mesa en este tipo de fresadora se mantiene sin movimiento, siendo la herramienta la que realiza el desplazamiento a lo largo de la pieza que se ha de mecanizar, mediante de una armazón que guarda mucha similitud con un puente grúa.

Son perfectas cuando el trabajo requiere poca fuerza, y también para aquellas actividades que se dan a largas distancias y alturas considerables.

En cuanto a sus desventajas podemos mencionar que no poseen mucha flexibilidad, ya que tienen un motor o inclusive dos motores de gran tamaño y peso.



*Figura 17.* Fresadora de puente móvil. Fuente: [https:// pyrosisproject.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/](https://pyrosisproject.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/)

#### ***1.3.2.10 Fresadoras para madera.***

Denominadas de este modo a las máquinas que emplean una herramienta rotativa la cual se emplea para fresar todas aquellas superficies que son de madera de tipo plana y están acondicionadas para tolerar una jornada de trabajo larga en la madera o sus derivados, especialmente en lo que respecta al bricolaje y la ebanistería, permitiendo la elaboración de cajeados cuya utilidad es para la colocación de bisagras o cerraduras, ranurados como por ejemplo los machimbrados, también es útil para la elaboración de

perfiles como las molduras y también a todo ello adicionaremos los grabados en 3D y todo tipo de corte.

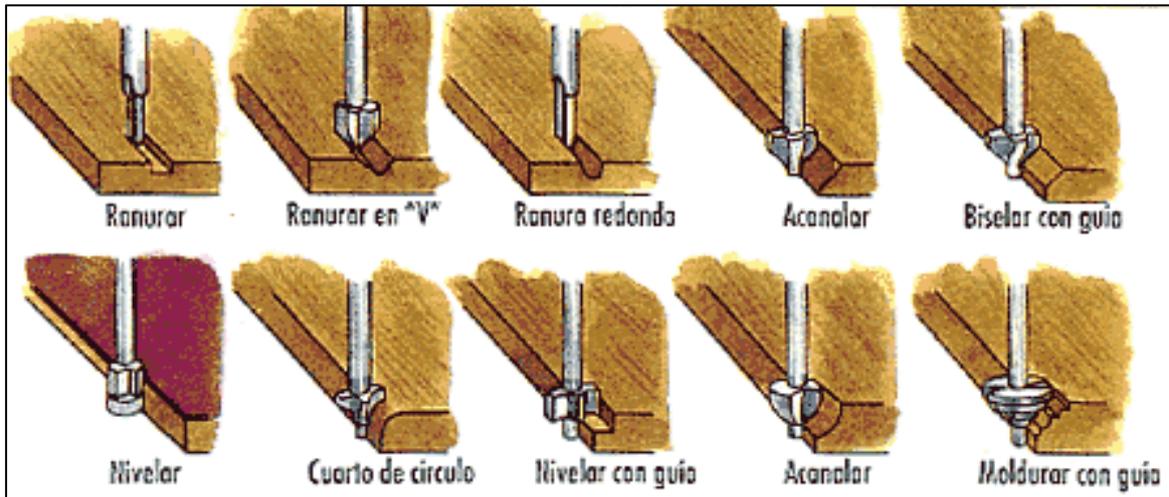


Figura 18. Tipo de fresado en madera. Fuente: <https://pyrosisproyect.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/>

Cabe resaltar que las fresas para este tipo de máquinas están diseñadas con mayor cantidad de dientes que a su vez se encuentran más espaciados en comparación a las fresas empleadas para el mecanizado del metal.

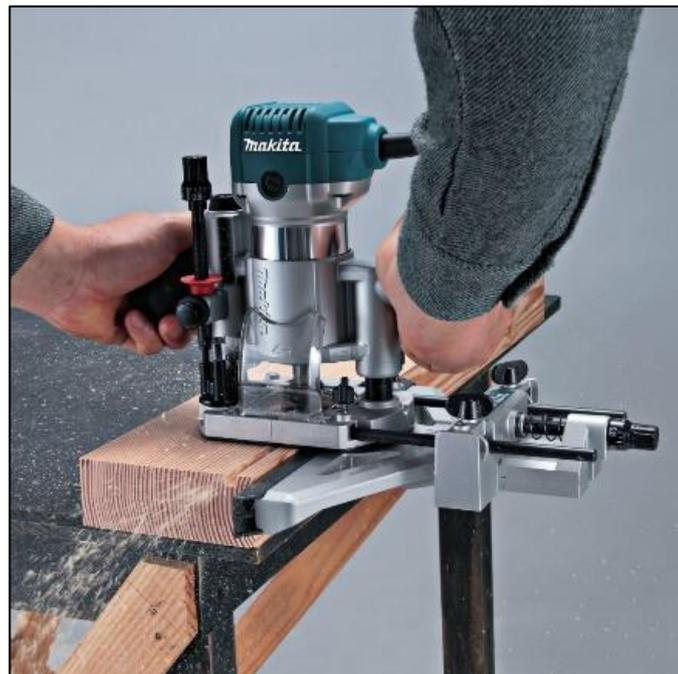


Figura 19. Fresadora para madera manual. Fuente: <https://pyrosisproyect.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/>

## **Capítulo II.**

### **Procedimientos de trabajos más usuales**

#### **2.1 Operaciones de fresado**

Las utilidades de las fresadoras de control numérico han ocasionado el incremento de las operaciones de fresado, convirtiendo a este último en un método polivalente de mecanizado. A su vez, su desarrollo ha brindado un amplio abanico de opciones de fresado, así como la mejora en la calidad y exactitud en cada una de las operaciones que se realizan.

El fresado es el proceso por medio del cual se ejecutan cortes en aquel material seleccionado para ser mecanizado una herramienta de carácter rotativo que posee una cantidad determinada de filos denominados dientes, en otros casos se les conoce también con el nombre de labios o plaquitas de metal duro, los cuales producen movimientos que van en dirección de avance siguiendo la programación que se ha diseñado previamente en la mesa de trabajo y puede estar dirigida a cualquiera de los tres ejes que posee.

Toda herramienta diseñada para el fresado se caracteriza por el diámetro exterior que posee, la cantidad numérica de dientes, la distancia entre esos dientes que son consecutivos, así como el sistema de acople y fijado de la fresa en la máquina.



Figura 20. Operaciones de fresado. Fuente: <https://www.slideshare.net/juanjoserodriguezdiaz/mquinas-fresadoras-y-rosca>.

## 2.2 Planeado

Se denomina de esta forma a la operación por medio de la cual se ejecuta el mecanizado dejando plana y libre del brote que no se desea en un determinado material; la misma que está definida a través de tres puntos que no están alineados.

Una recta y un punto fuera de ella.

Dos líneas paralelas.

Dos líneas que se cortan.

En el proceso del fresado, los planos, han de obtenerse mediante dos métodos principales.

El primero de ellos, es mediante los dientes que se ubican en la parte frontal de una fresa o ya sea también de un plato de cuchillas que giran en redor de un eje que está en dirección perpendicular al plano geométrico ideal. Cabe mencionar que cada uno de los

dientes genera una cicloide el cual está ubicado en un plano, a consecuencia de movimientos que contabilizados son dos: el primero de ello que es circular, en cual es aplicado a la fresa, y otro que es de carácter rectilíneo el cual se aplica a la pieza o herramienta.

Y el segundo es cuando sobre su propio eje giran los dientes de la fresa que es de tipo cilíndrica y a su vez la pieza se moviliza dejando entrever una recta que se haya en dirección constante en relación a la generatriz a la fresa. Cada generatriz A que posea la fresa y que a su vez se encuentre en contacto con la pieza llega a conformar la generatriz de la superficie, y en el vaso de la recta B, que se encuentra perpendicular a esta, logra la denominación de directriz la cual señala la dirección del desplazamiento.

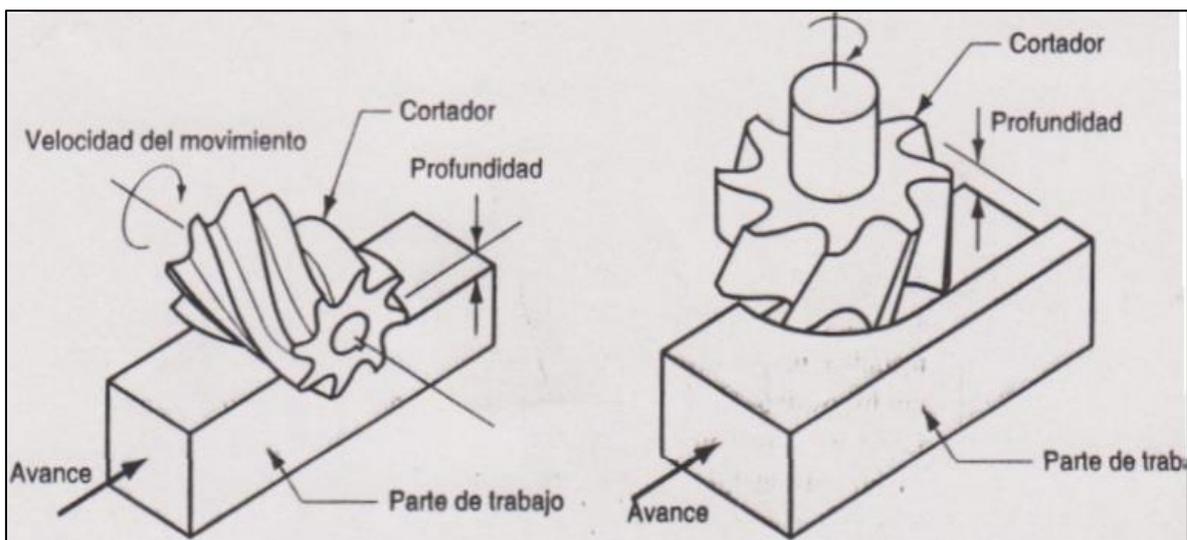


Figura 21. Dos tipos básicos de la operación de fresado/a: fresado periférico plano, b: fresado frontal. Fuente: <http://materias.fi.uba.ar/7204/teoricas/Fresado.pdf/>.

### 2.2.1 Planeado con fresa frontal.

En el caso de este planeado, sea que se ejecute con la fresa de tipo integral o con plato de cuchillas debemos de considerar lo siguiente:

Si lo que se quiere es obtener una superficie plana muy fina, entonces el eje giro de la fresa debe de colocarse en dirección perpendicular al plano referencia. En cuanto a la

selección de la fresa a emplear los factores que mencionaremos a continuación deberán de ser tomados en cuenta:

**Material.** De acuerdo al tipo de material se podrá conocer el grado de dificultad que se produce para la obtención de la viruta. En caso que la longitud de la viruta sea considerable entonces el grado de dificultad se considera como mayor, motivo por el cual se debe de apostar por una fresa que tenga un número reducido de dientes, en el caso de que la viruta sea de longitud menor como la que se obtiene del bronce, fundiciones, etc., cabe la posibilidad de ejecutar el proceso con el apoyo de una fresa que tenga mayor cantidad de dientes.

**Calidad de la máquina.** Si se tratase de una máquina con holgura o que sea poco robusta, existe la tendencia a la vibración y que a su vez la frecuencia de la misma sea constante, aperturando la posibilidad de iniciar la resonancia con otras vibraciones ya sea de la misma máquina o de las piezas que la conforman.

**Posición de la fresa.** Es de suma importancia ya que ésta en relación a la pieza podría generar movimientos vibratorios. En la posición A, la resultante de las reacciones hace el seguimiento a la dirección de avance de la pieza, situación que difiere en relación a la imagen B, la cual nos muestra el descentramiento de la fresa.

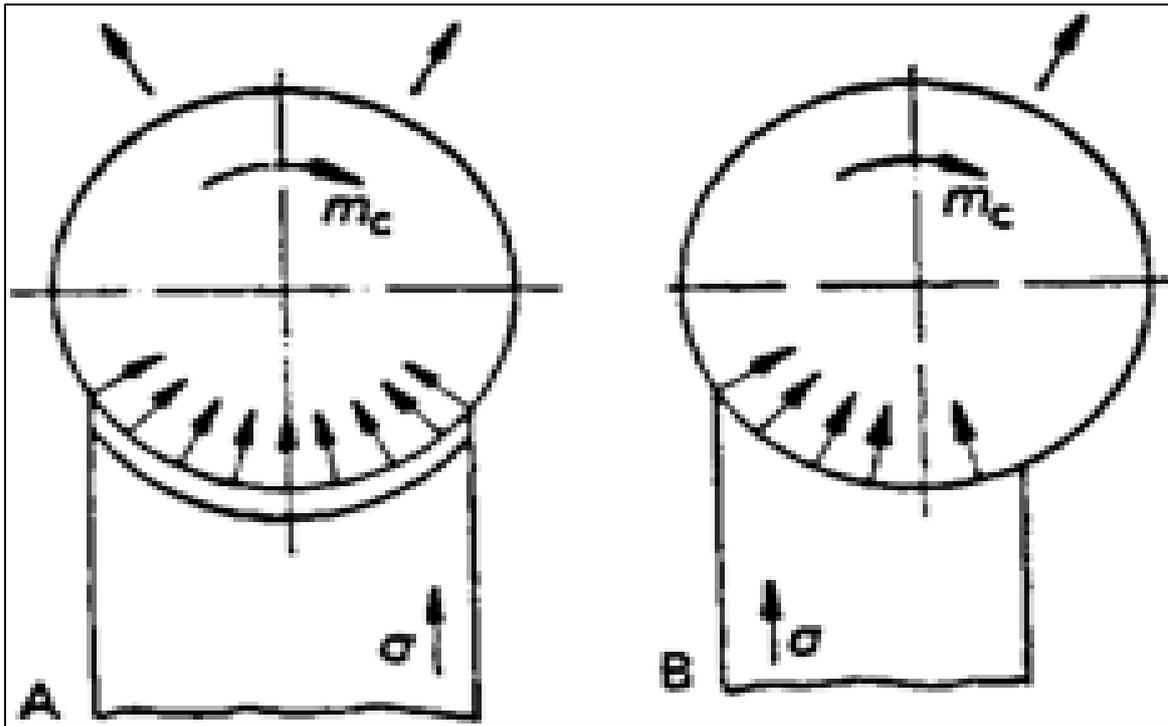


Figura 22. Posición de la fresa. Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado.shtml/>.

**Diámetro de la fresa.** Si para el planeado solo se está considerando una pasada, entonces el diámetro de la fresa debe equivaler al menos 1,2 veces el ancho de la pieza. Si se emplease una fresa con diámetro mayor entonces el mecanizado se ejecutará en mayor tiempo ya que demanda más recorrido de entrada.

En el caso de la ejecución del planeado el proceso en términos generales ha de ser:

- ✓ Aproximar la fresa con la máquina parada y hacer los reglajes de posicionamiento y pasada. Apretar los blocajes de los carros que han de permanecer inmóviles.
- ✓ Poner la máquina en marcha y el sistema de refrigeración en su caso. Aproximar la pieza a la fresa sin hacer contacto, dejando un pequeño margen (1 o 2 mm)
- ✓ Conectar el sistema de avance automático y dar la pasada. Dejar salir la fresa y si hay que dejar varias pasadas, regular el tope de disparo de avance y retroceder rápidamente de forma manual o automática. Desbloquear el carro correspondiente, dar nueva profundidad de pasada y bloquear de nuevo el carro.

### **2.2.2 Planeado con fresa periférica.**

En este caso, vale reconocer que el planeado periférico posee mayor deficiencia en comparación con el fresado normal. Las consideraciones para hacer una adecuada selección de la fresa a utilizar, así como las operaciones a ejecutar son las mismas que se llevan a cabo en el fresado frontal, pero hay que tener cuidado ya que para montar la fresa se debe de tener en cuenta las precauciones que se darán a conocer en las siguientes líneas:

- ✓ La colocación de la fresa y los apoyos deberán ser lo más cercano posible, y deberán ser en mayor cantidad.
- ✓ Se debe de ser minucioso al momento de elegir el árbol porta fresas teniendo en consideración que este se debe de ajustar en la fresa bajo una completa perfección, además de ello tener en cuenta que el chavetero y la tuerca deben ser los apropiados para este fin, solo de este modo el movimiento de giro podrá ser transmitido sin riesgo de aflojarse.
- ✓ Tener en cuenta que la generatriz de la fresa debe de estar centrada y alineada con el plano ideal en el caso de que los dientes sean rectos o muy espaciosos o en caso de que el corte sea irregular, deberán de montarse volantes compensadores.
- ✓ En el caso de los bujes estos deberán estar adecuadamente ajustados adicional a ello se debe mantener una óptima lubricación de estos.

### **2.2.3 Planeado vertical.**

Se denomina de este modo al resultado de la combinación de los dos casos anteriores, ya que se obtienen dos planos uno de ellos mediante la parte frontal y el segundo a través de la parte periférica de la misma.

Para mejor entendimiento podemos decir que el planeado frontal se da cuando el plano fruto de este procedimiento es mucho mayor que el otro y en el caso del planeado tangencial, denominaremos al resultado contrario al primero.

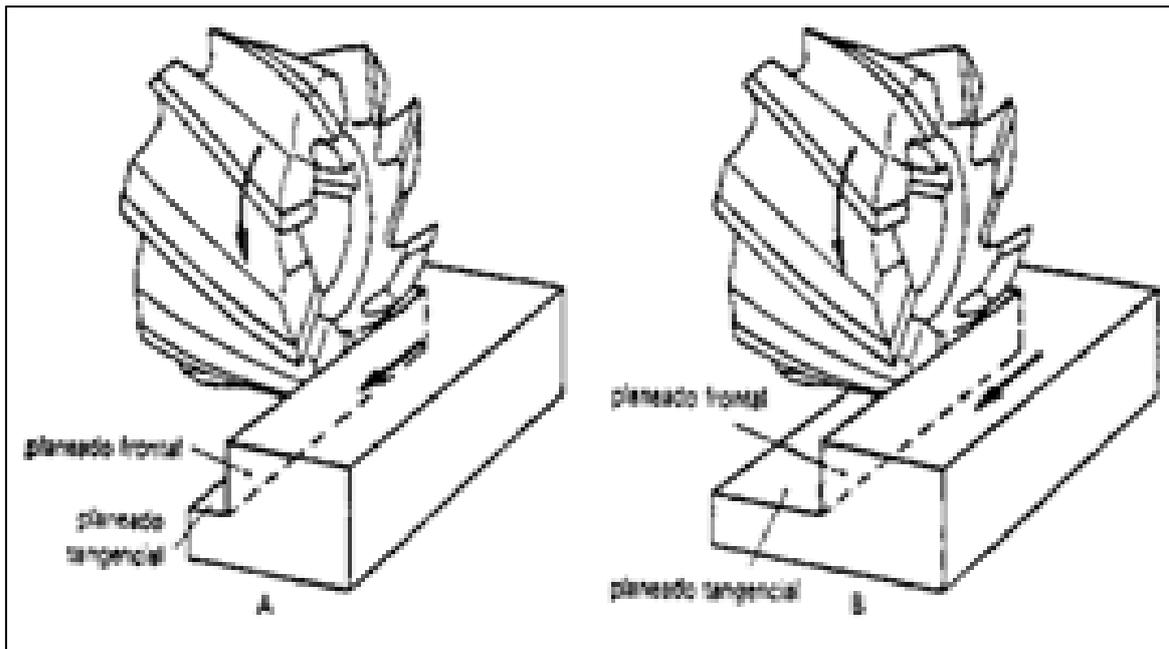


Figura 23. Planeado vertical con la parte frontal de la mesa y el otro con la periférica. Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado.shtml>

## 2.3 Ranurado

Su modo de proceder es similar a lo descrito en el punto que antecede a este, sin embargo, la diferencia es que la fresa a emplear es la de tres cortes comúnmente. Mediante este procedimiento obtendremos de modo directo tres planos en ángulo, los cuales constituirán una ranura con forma de rectángulo. Para este tipo de procedimiento también es válido el empleo de fresas de mango. Vale mencionar, que uno de los inconvenientes que se ha de tener al momento de emplear sean las fresas de disco o las de mango es que no poseen una dirección fija, la cual se va reduciendo con los afilados sucesivos. Si el objetivo es producir ranuras de mayor tamaño, entonces se tendrá que realizar varias pasadas.

### 2.3.1 Ranurado con fresa de disco o mango.

La forma en la que se encuentra la ranura muchas veces es imponente. Si notásemos que posee extremos limitados a razón de una forma concreta, entonces

deberemos de utilizar una fresa circular (figura 23-1) o fresa de mango (fig. 2). Y en caso no existiesen estas limitaciones se deberá de elegir la fresa de disco, por presentar rendimiento mayor.

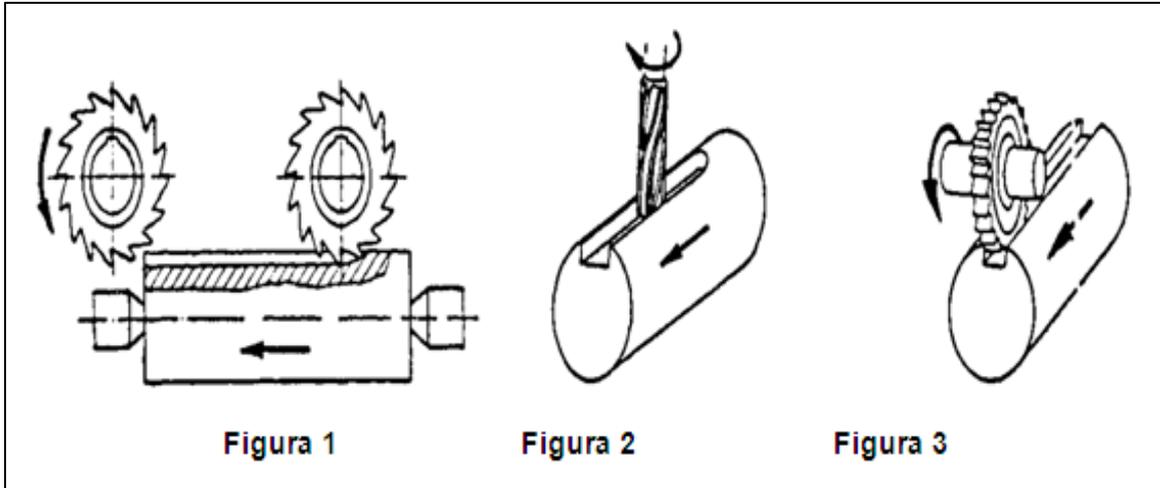


Figura 24. Fresado de disco o mango. Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado.shtml>

### 2.3.2 Ranurado con fresas de pequeño o gran diámetro.

Este problema solo es planteado en las fresas de disco. Para ello, debe de elegirse la que posea menor diámetro, y considerar la medida de 4 mm de espacio libre en el punto más cercano a las piezas, brida, tornillo, etc.



*Figura 25.* Fresa de diferentes diámetros. Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado.shtml>

### **2.3.3 Fresado de ranuras especiales.**

En el caso de este tipo de fresado, es muy similar al proceso mencionado en el caso de las rectangulares. Lo único que podría causar dificultad es que la fresa a emplear debe de ser de la forma apropiada según sea el caso.

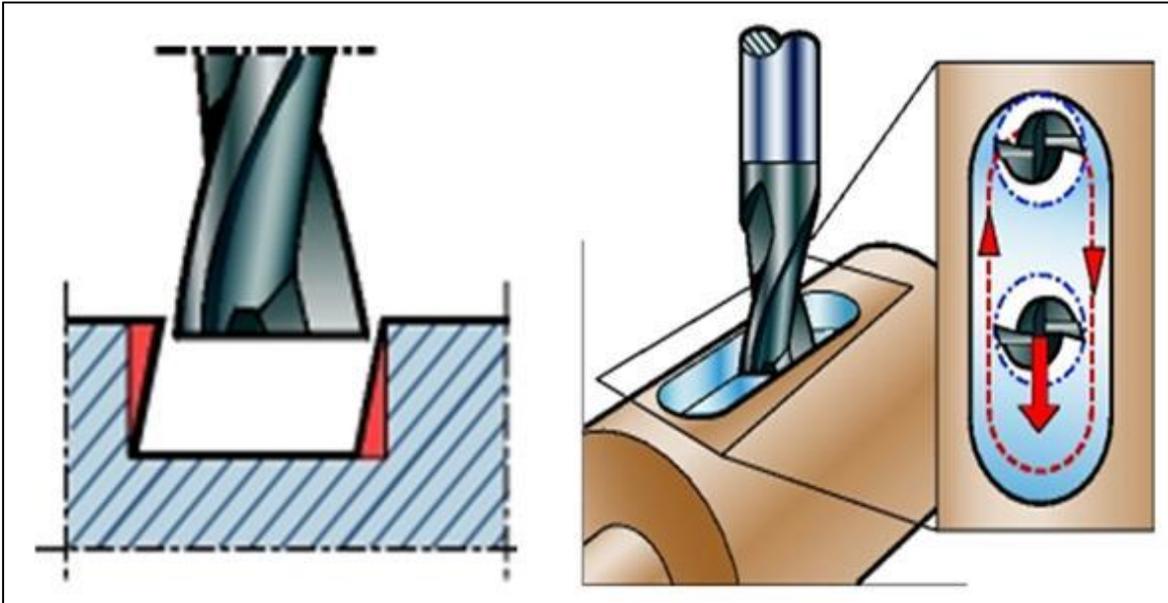


Figura 26. Fresado de ranuras especiales. Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado.shtml>

### 2.3.4 Ranurado de árboles acanalados.

Dicho tipo de ranura es el resultado del empleo de una pieza cilíndrica, en la cual se realiza las ranuras o canales apropiados, los cuales están normalizados, en cuanto a los que corresponden a series grandes, deben de efectuarse mediante una fresa madre, las cuales se ejecutaran ni bien por el ranurado con varias fresas o el ranurado empleando fresas de forma.

### 2.3.5 Ranurado con fresas diversas.

Si no se tuviese la fresa adecuada, es factible utilizar varias fresas, armonizando y secuenciando los procedimientos que han de ser varios cabiendo la posibilidad de un resultado mucho mejor inclusive.

Si el producto del trabajo a ejecutar demanda de precisión lo mejor es el uso de dos fresas de tipo angular tal como se visualiza en la siguiente imagen.

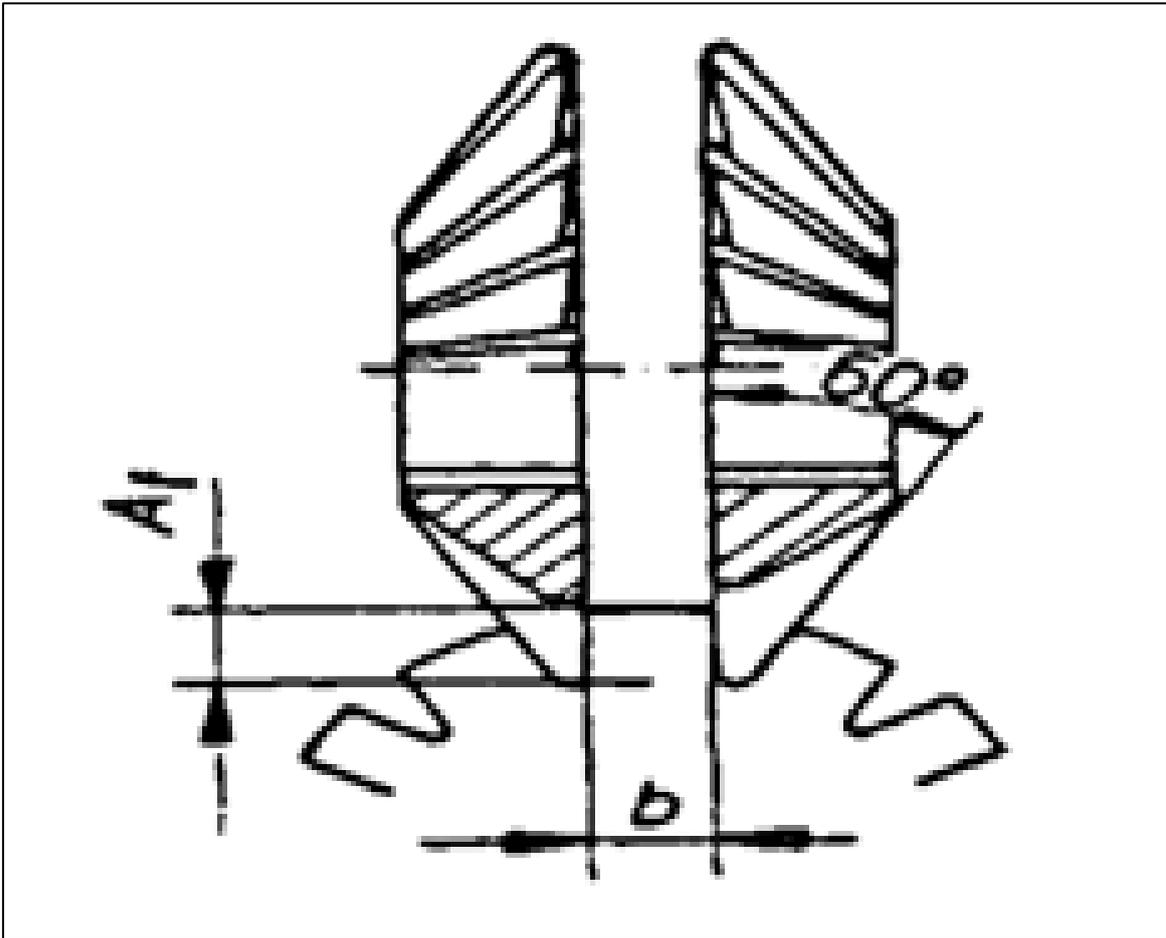


Figura 27. Árbol con fresas. Fuente: <http://plefpalfredosj1.blogspot.com/2014/01/operaciones-de-mecanizado-en-fresadora.html>

Una vez que las fresas son montadas, deben de ser centradas, y se da la pasada con el objeto de dejar un canal de tamaño pequeño (UNE 26014). Paso siguiente a la elaboración de las ranuras, es cambiar las por otras cuyos radios coincidan con el fondo de lo que denominamos árbol.

Bajo estas circunstancias, los árboles que hayan de ser templados y se hayan rectificadas en su totalidad debe de dejárseles un sobre metal para optimizar este proceso.

### 2.3.6 Ranurado empleando fresas de forma.

Para este tipo de proceso se deberán emplear fresas que estén de acuerdo a las formas de la ranura, las cuales pueden ser de formas como la T, de cola de milano, u otra.



Figura 28. Formas de T y cola de milano. Fuente: <http://pyrosisproyect.wordpress.com/2011/09/>

### 2.4 Mortajado con fresadora

Para tener como resultado ranuras a través de una herramienta de movimiento rectilíneo, se debe de convertir el movimiento que se ejecuta en forma de círculos del árbol principal en un movimiento que se de en forma rectilínea a través de un accesorio que sea pertinente para este fin.

El procedimiento demanda de la mecanización de chaveteros en los agujeros, y para lograr esto se debe de utilizar brochadoras o caso contrario un accesorio especial el cual debe de acoplarse al cabezal de la fresadora universal, transformando de este modo un movimiento de rotación en otro cuya característica es de ser vertical alternativo.

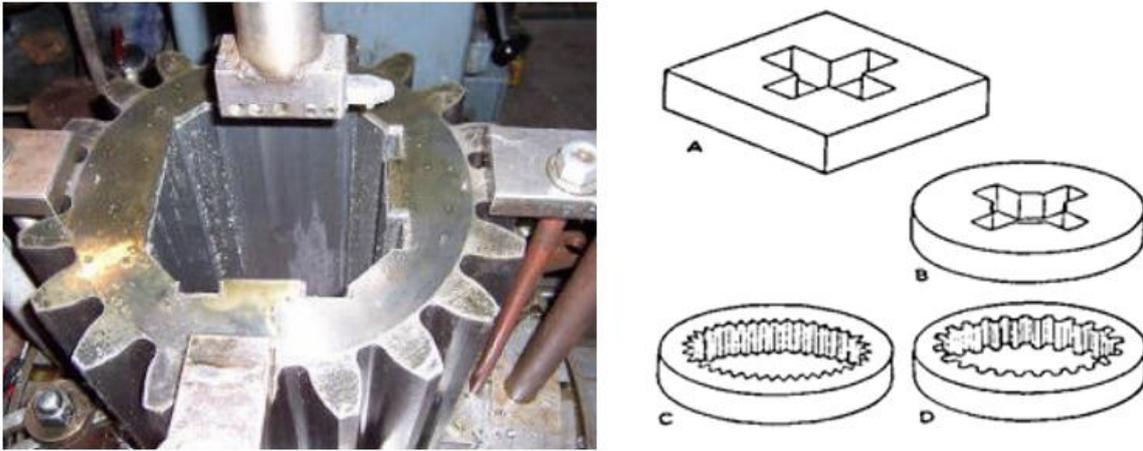


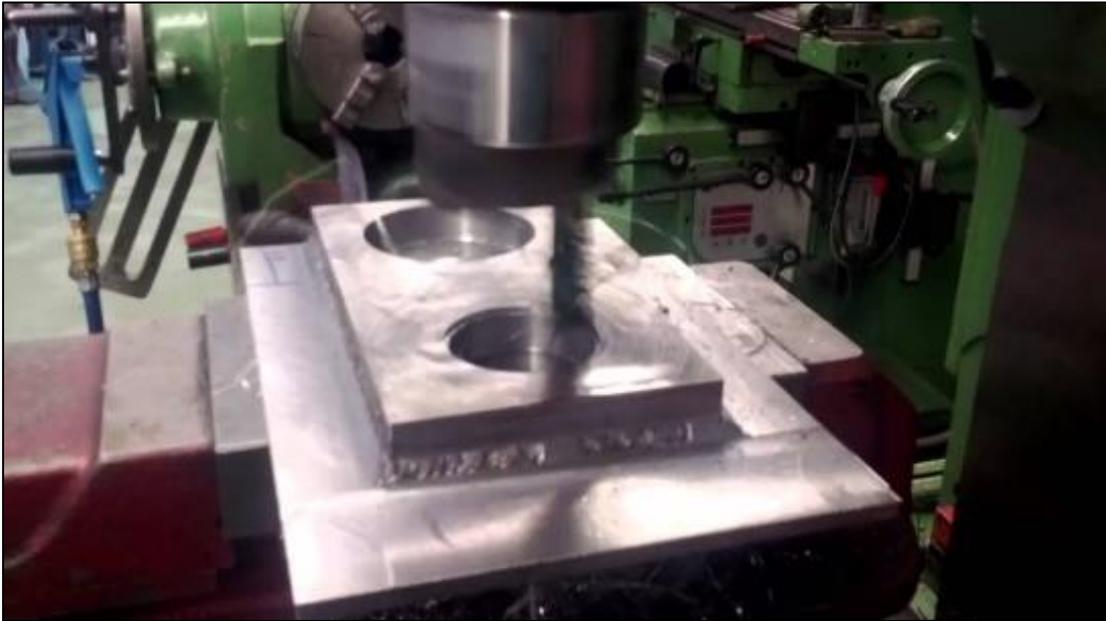
Figura 29. Servicio de mortajado, y formas de mortajado. Fuente: [http://www.hfphydraulic.com/servicio\\_de\\_mortajado.php](http://www.hfphydraulic.com/servicio_de_mortajado.php).

La herramienta debe retornar sobre sí misma una y otra vez hasta lograr la forma y dimensiones de la ranura o perfil. Con el fin de preservar el filo de la herramienta, el aparato debe de poseer y brindar un sistema de separación a nivel de la herramienta al momento de realizarse el proceso de retroceso.

Si se tratase de proyectos en serie de preferencia deben de realizarse empleando la mortajadora o caso contrario la propia brochadora, a razón de que la fresadora puede sufrir daños por exceso ya que inicialmente no fue diseñada para este fin.

## 2.5 Taladro y mandrinado con fresadora

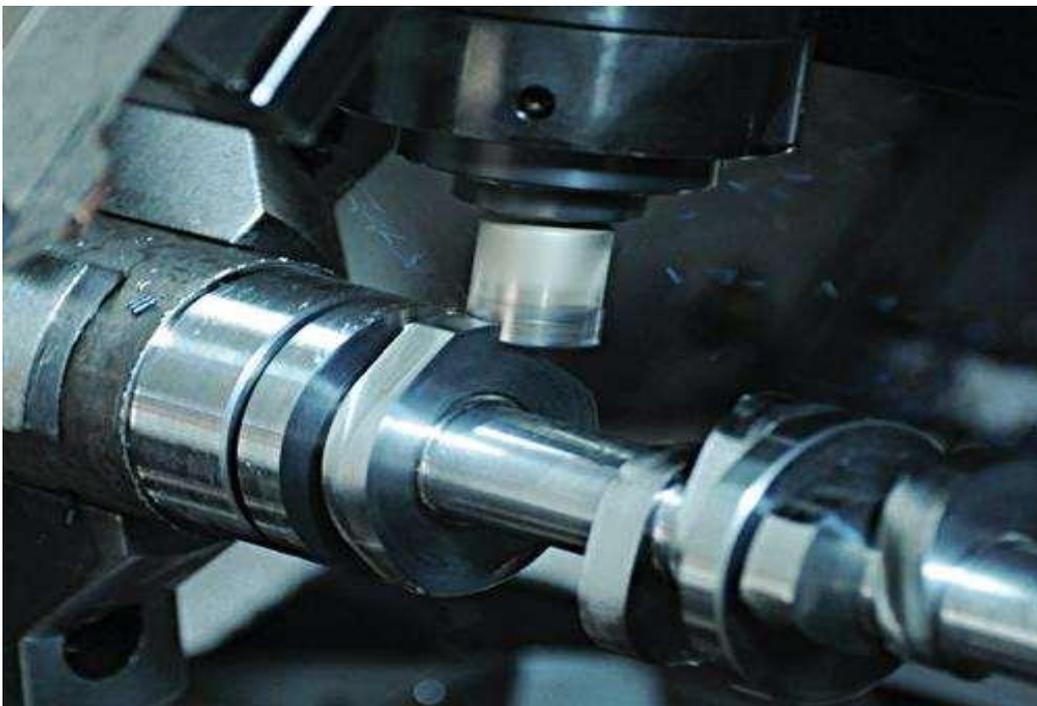
El proceso por medio del cual se obtiene el mecanizado o torneado de interiores mediante herramientas simples es denominado mandrinado. Vale mencionar un caso a modo particular el cual refiere al punteado o conocido de otro modo como trazado de centros teniendo en cuenta la precisión del trabajo, deben de ser ejecutados por las maquinas punteadoras respectivamente, sin embargo, si se tratase de casos simples en donde la precisión sea de nivel medio, cabe la posibilidad de ejecutarlo mediante la fresadora de tipo universal.



*Figura 30.* Mandrinado con la fresadora. Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=rFzx0QzX4pU>

## 2.6 Fresado de levas

En esta parte del presente trabajo daremos a conocer algunos procesos que no requieren accesorios especiales en la fresadora universal.



*Figura 31.* Fresado de levas. Fuente: <http://www.mms-mexico.com/articulos/un-mecanizado-ms-efectivo-de-ejes-de-levas->

## 2.7 Fresador de levas de tambor

La leva de tambor posee una ranura la cual es empleada de apoyo a un rodillo o pivote el cual está unido a la varilla o empujador, en la figura 31 se puede visualizar diferentes curvas en levas de tambor. La ley de movimiento de esta varilla determina la forma de la curva.

El tallado en la fresadora solo será factible en cuanto se refiera a ranuras constituidas por hélices, ya que si se tratasen de otras curvas no podrán ser realizadas ya que requieren procedimientos especiales.

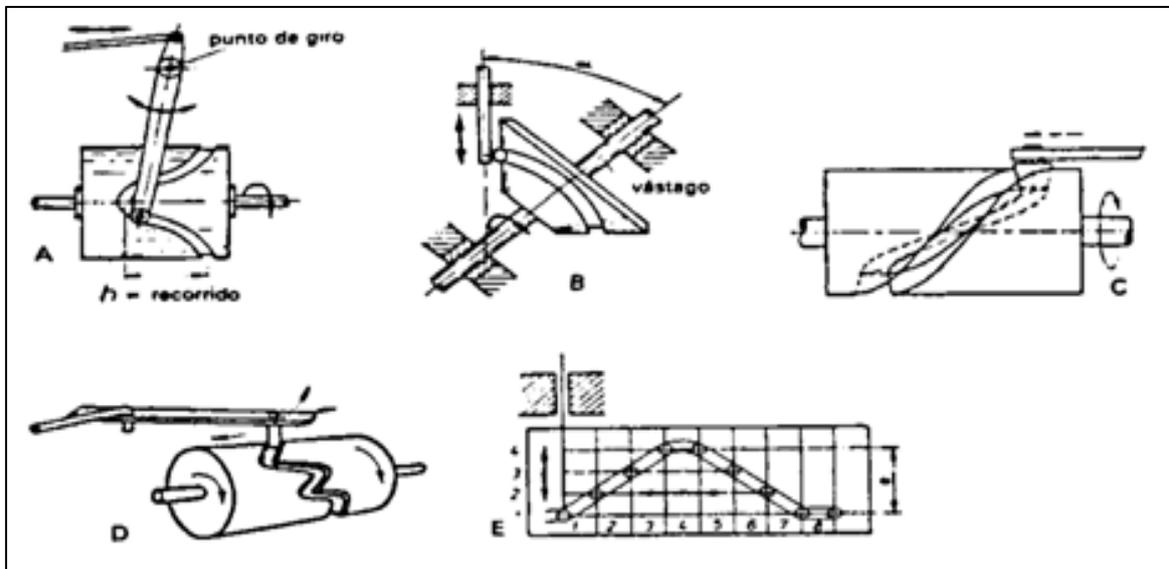


Figura 32. Levas de tambor. Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado.shtml>

## 2.8 Fresado de levas de disco

La leva de disco es de uso muy frecuente en el caso de máquinas herramientas, maquinas textil, de imprenta, de lo que se resalta su uso en los tonos automáticos.

Sus formas llegan a ser muy variables, por tanto, en el siguiente punto mostraremos aquellas que son utilizadas con el objeto de lograr desplazamientos de la varilla a través de un movimiento uniforme:

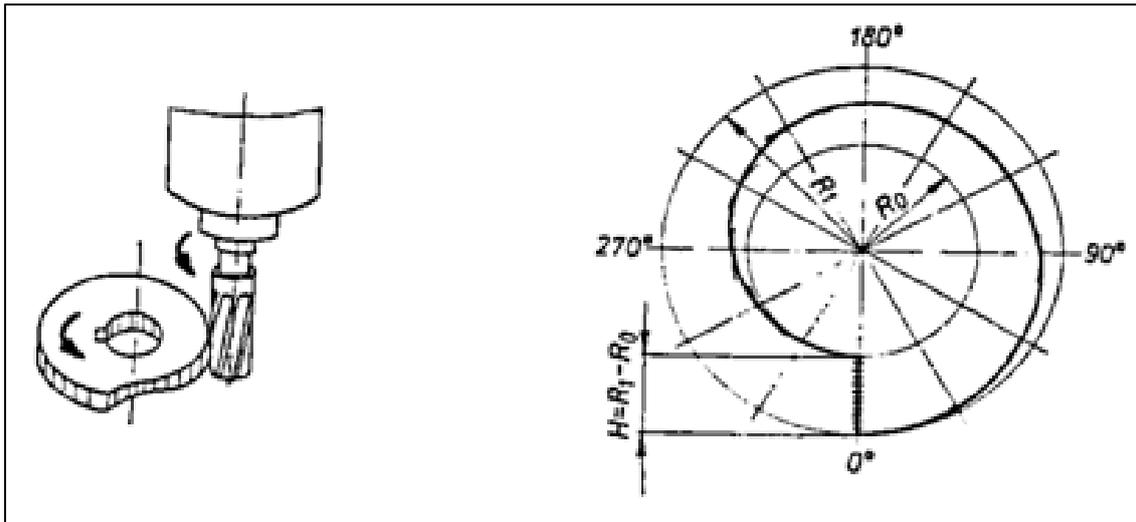


Figura 33. Levas de disco fresado. Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado.shtml>

## 2.9 Fresado de levas de Arquímedes completa

Para este tipo de levas se emplea la espiral de Arquímedes. En el caso de los puntos extremos  $R_1$   $R_0$  la diferencia que se encuentra entre estos se denomina paso de la espiral y es representada por  $H$ :

$$H = R_1 - R_0$$

### 2.9.1 Fresado de leva de espiral de Arquímedes incompleta.

La formación de espirales incompletas en una, dos o más ramas, suelen darse en la mayoría de casos donde se emplean levas de disco o las de tambor

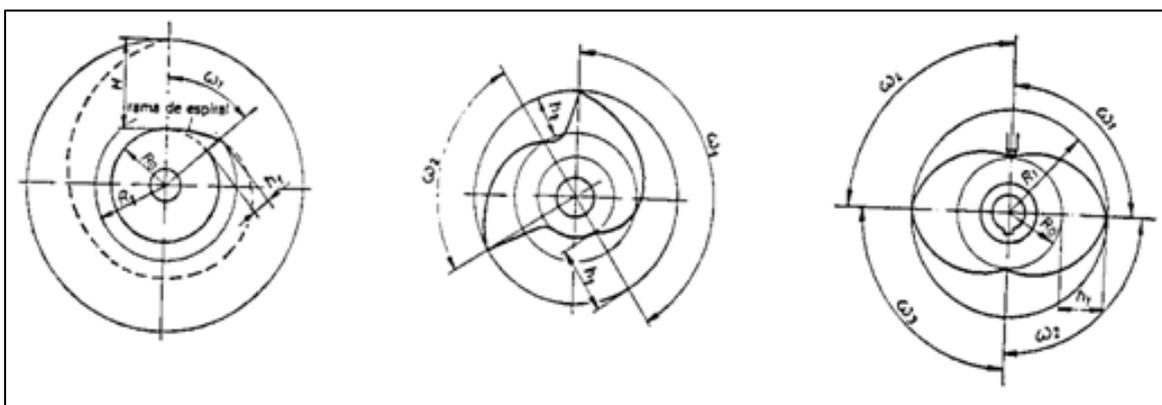


Figura 34. Leva de espiral de Arquímedes incompleta de una rama. Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado.shtml>

## 2.10 Torno-fresador

Este tipo de proceso de mecanización emplea la interpolación circular en fresadoras de control numérico lo cual es utilizado para torneado de todos aquellos agujeros de precisión, y el torneado que se ha de dar al exterior. Para este proceso se han de combinar la rotación de la pieza junto con el de la herramienta de fresar generando la obtención de una superficie de revolución, la misma que puede ser de tipo concéntrico en relación a la línea central por medio de la cual rota la pieza. Si llegase el caso en que la fresa muestre un desplazamiento hacia la dirección de arriba o abajo en completa armonía con el giro que produce la pieza, como resultado obtendríamos geometrías excéntricas, como el de una leva, o un cigüeñal. Y mediante el desplazamiento de tipo axial cabe la posibilidad de alcanzar la longitud que se necesita.



Figura 35. Torno fresador. Fuente: [http:// es.made-in-china.com/co\\_qdprosper/product\\_Ce-Multifunctional-Drilling-Milling-Lathe-AT520-\\_esnuoigry.html](http://es.made-in-china.com/co_qdprosper/product_Ce-Multifunctional-Drilling-Milling-Lathe-AT520-_esnuoigry.html)

## 2.10 Fresado de roscas.

Para este fin se necesita una fresadora con la capacidad de ejecutar interpolación helicoidal que han de darse al mismo tiempo teniendo en cuenta dos grados de libertad: el primero de ellos viene a ser la rotación de la pieza en relación al eje de la hélice de la rosca y el segundo sería el movimiento de la pieza hacia la dirección de dichos ejes. En cuanto al perfil de los filos de corte de la fresa, estos deben ser los más pertinentes al tipo de rosca que se ha de mecanizar.



*Figura 36.* Fresado de roscas. Fuente: <http://www.hydratight.com/es-mx/resources/news/2009/01/hydratight-s-industry-leading-portable-thread-milling-service-now-us>

## 2.11 Fresado de engranajes

Para este fin son pocos los casos que emplean fresadoras universales, lo más prudente y adecuado es hacer uso de máquinas con características especiales denominadas talladoras de engranajes y a ello se añade el uso de fresas que han de ser especiales por el tipo de dientes que posea.



*Figura 37.* Fresado de engranajes. Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/tos-as/product-84955-1154759.html>

## **Capítulo III.**

### **Factores de corte en el fresado**

#### **3.1 Consideraciones generales para el fresado**

Con el fin de obtener una producción de buena calidad deben de cumplirse ciertos requisitos, tales como, el hecho de tener una óptima rigidez de la máquina y que esta a su vez posea la potencia suficiente con el objeto de emplear las herramientas que más convengan, añadiendo a lo mencionado, debe de emplearse el voladizo de característica menor de la herramienta más el husillo pertinente.

En relación a las herramientas de fresar, se debe de adecuar la cantidad de dientes, labios o plaquitas de las fresas teniendo sumo cuidado en la no existencia de demasiados filos que se hayan trabajado simultáneamente. Por otro lado, en relación al diámetro que las fresas de planear deben de tener, solo indicaremos que han de ser las más adecuadas según la anchura de corte.

En lo que respecta a los parámetros de corte, el avance de trabajo a seleccionar debe de ser por diente y debe ser el más adecuado según las características que el mecanizado demande, el material del cual está constituido la pieza, la fresa misma y sus características, todo ello con el afán de proporcionar calidad y precisión al momento de elaborar la pieza y no por ello menos importante es la evacuación de la viruta. En de suma

importancia que el frezado sea en concordancia y también se empleen plaquitas de geometría positiva, o dicho de otro modo que posean ángulo de desprendimiento positivo. En el caso del refrigerante debe de ser empleado siempre en cuando sea necesario, ya que el proceso de fresado es mejor sin este elemento en la mayor parte de trabajos donde se emplean plaquitas de metal duro.

### **3.2 Problemas habituales en el fresado**

En el proceso de fresado cabe la posibilidad de tener que lidiar con diversas dificultades que podrían generar disminución en su calidad.

En el caso de las vibraciones que se perciban en exceso cabe la posibilidad que surjan a raíz de fijaciones incorrectas o que su rigidez sea poca, o que la pieza este siendo deformada a consecuencia de la incidencia de cada diente que la fresa posee. A todo ello se suma que si el fresado se da en oposición generará más vibraciones en comparación al fresado en concordancia. Todas estas vibraciones generan un efecto de afectación a las tolerancias dimensionales, así como a las rugosidades obtenidas, en vista de ello, es fundamental propiciar y obtener la concordancia, armonía y compatibilidad entre la herramienta, el movimiento de corte que este ejecute en conjunto con la pieza y máquina, con el objeto de lograr un excelente acabado. Otras causas que podemos manifestar que generan estas imperfecciones en las superficies mecanizadas son las denominadas alteraciones de los filos de corte, a su vez también se ven afectadas por la ausencia del mantenimiento de las máquinas y para completar esta parte mencionaremos también el hecho de manipular o usar de manera incorrecta los utillajes.

Problemas habituales		Causas posibles									
		Velocidad de corte		Velocidad de avance		Profundidad de corte		Tipo de fresa			
		Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Poco dura	Poco tenaz	Radio de punta grande	Ángulo de desprendimiento pequeño o negativo
Alteración de los filos de corte	Desgaste de la superficie de incidencia	X						X			
	Entallas en el filo	X						X			
	Craterización o deformación plástica	X		X				X			X
	Filo de aportación (viruta soldada en el filo)		X								X
	Pequeños astillamientos		X						X		X
	Rotura de dientes			X		X			X		
Virutas largas					X		X			X	
Vibraciones		X			X	X				X	X

Figura 38. Problemas habituales en el fresado. Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora#Problemas\\_habituales\\_en\\_el\\_fresado](http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora#Problemas_habituales_en_el_fresado).

### 3.3 Factor de corte en el fresado

Existen factores de tipo tecnológicos, los cuales se deben de tener en consideración en el proceso de fresado, los cuales serán mencionados a continuación:

- ✓ El hecho de elegir de manera adecuada el tipo de máquina, sus accesorios y sistemas de fijación entre pieza y herramienta.
- ✓ Elegir adecuadamente el tipo fresado, pudiendo ser frontales, tangenciales de tipo concordancia o en oposición.
- ✓ Determinar el factor de corte pertinente, teniendo en cuenta la velocidad de corte ( $V_c$ ), la velocidad de giro de la herramienta ( $n$ ), la velocidad de avance ( $V_a$ ), la profundidad de pasada ( $p$ ), la anchura de corte ( $A_c$ ), entre otros.

No existe una sola postura al momento de dar la designación a los procedimientos del fresado dentro de lo que corresponde al sector mecanizado. Como por ejemplo al fresado tangencial es conocido también como fresado periférico, en el caso del fresado cilíndrico lo denominan fresado helicoidal, bien es sabido que existen dos tipos de fresados

tangenciales denominados: fresado en concordancia o conocido también como fresado hacia abajo, y el segundo es el fresado el cual recibe también la denominación es de fresado hacia arriba, o conocido también como fresado normal.



Figura 39. Procedimiento de fresado. Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos104>

Característica del fresado en concordancia, es que la herramienta ha de girar en el mismo sentido en el cual la pieza avanza. Otra denominación para este tipo de procedimiento es fresado hacia abajo a razón de que el eje de giro de la fresa es horizontal, en dirección hacia abajo se encuentra el componente vertical de la fuerza de corte. Por otro lado, el fresado en oposición o como mencionamos líneas anteriores denominado hacia arriba, su procedimiento es contrario al mencionado, ya que, el giro que da la herramienta es en sentido opuesto al de la pieza y su avance, mientras que el componente vertical de la fuerza de corte va direccionado hacia arriba.

En caso que tanto como la máquina, así mismo la herramienta, y los utillajes posibiliten la tarea, el fresado en concordancia es el más recomendado cuando se pretende la producción de una superficie mecanizada de calidad.

Si nos refiriésemos al fresado en oposición, debemos de tener en cuenta que tanto el espesor de la viruta, así como la presión de corte aumentan a medida que la herramienta avanza, demandando menor potencia para la máquina. Punto clave a tener en cuenta es que

este método tiene algunos inconvenientes como el hecho de que genera vibraciones en la máquina y en consecuencia la calidad superficial del mecanizado es no óptima. Otro inconveniente a mencionar es que se debe de tener especial cuidado en lo que refiere a la acción de sujetar la pieza ya que el empuje de la herramienta tiene la tendencia de retirarla abruptamente del amarre.

Complementando información, debemos de considerar que, en el fresado en concordancia, debemos de saber que el corte de la pieza es iniciado por los dientes de la fresa obteniendo el máximo espesor de la viruta, es por ello que ha de demandar un esfuerzo mayor de corte a comparación del fresado en oposición. Otro aspecto a tener en cuenta en este tipo de fresado es que, al momento de retirar la pieza, en la viruta podremos visualizar un menor espesor y a su vez la presión que se genera en el trabajo es también menor obteniendo acabado de la superficie mecanizada de mejor calidad. Para este tipo de fresado se debe de contar con máquinas que tengan mayor potencia y a su vez mayor rigidez. También debemos de resaltar que en este fresado la acción de sujetar la pieza y fijarla se ve favorecido ya que existe la tendencia de apretarla hacia abajo.

En necesario tener en cuenta que al momento en que la fresa este en proceso de cortado, los movimientos que van en dirección de avance deben de ser en dirección radial, siendo así esto permitirá que los filos de corte se desgasten con mayor lentitud. Por otro lado, si se tratasen de movimientos de profundización, estos deben de realizarse en vacío preferentemente o caso contrario dichas perforaciones iniciales deben de realizarse empleando otras herramientas llámense brocas o coronas trepanadoras.

### **3.4 Velocidad de corte**

Se denomina velocidad de corte a aquella velocidad de tipo lineal que se da en la periferia de la fresa o cualquier otra herramienta empleada en el fresado. Por otro lado, la

velocidad de corte, es denotada en metros por minuto (m/min), la misma que debe de ser seleccionada previo al inicio del mecanizado y el asignarle un valor adecuado dependerá de factores como la calidad de la fresa y el tipo de esta que se ha de utilizar, en cuanto al material a mecanizar se deberá de tener en cuenta su dureza y su propiedad de maquinabilización y por último la velocidad en dirección de avance a emplear. Por otro lado, la maquina puede presentar limitaciones relacionadas a la gama de velocidades con las que fue diseñada, la potencia que tengan sus motores y en cuanto a la pieza y a la herramienta deberá de tomarse en cuenta la rigidez al momento de su fijación.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que cada filo de la fresa ejerce un trabajo intermitente en lo que se relaciona a la pieza, es decir el corte se da por fracciones de tiempo por cada vuelta o giro dado por la herramienta, alcanzando una temperatura inferior a comparación de la que alcanza un torno, a nivel general se infiere que se emplean velocidades de corte mayores y que la fresa en su integridad o totalidad de constitución hace un trabajo donde no existe intermitencia, ya que se tiene un filo de corte por cada fase de trabajo.

Cuando se tiene en claro la velocidad de corte, ya estamos facultados para calcular la cantidad de revoluciones que se dan por minuto que ha de tener el husillo portaherramientas, y lo haremos mediante la siguiente fórmula:

$$V_c \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] = \frac{n \left[ \text{min}^{-1} \right] \times \pi \times D_c [\text{mm}]}{1000 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right]}$$

En donde se debe de entender que:  $V_c$  es la denominación de la velocidad de corte,  $n$  refiere a la velocidad de rotación de la herramienta y finalmente  $D_c$  es la nomenclatura del diámetro de la herramienta.

Ejemplo: ¿Cuál será la velocidad de corte que lleva una broca de 20[mm] si gira a razón de  $N= 320[\text{r}/\text{min}]$ ?

$$V_c = \frac{D \cdot \pi \cdot N}{1000} = \frac{20 \times 3.14 \times 320}{1000} = 20 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$$

Calcular N [r/min] que ha de dar una broca de 20[mm] para que su velocidad sea 25[m/min].

$$N = \frac{1000V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \times 25}{3.14 \times 20} = 403/\text{min}$$

Si la maquina dispone de varias velocidades, 50-100- 200-400-750-1400. Esta debe de tener aproximación a la más cercana. N= 400r/min

Tabla 3.19 Valores de la fuerza específica de corte  $f_c$  para distintos materiales, siendo  $a_m = 0.2 \text{ mm}$  y el ángulo de desprendimiento  $C = -7^\circ$

Tipos de material		Dureza HB	$f_c$ kgf/mm <sup>2</sup>
Acero al carbono,	C 0,15 %	125	275
	C 0,35 %	150	300
	C 0,70 %	250	330
Aceros baja aleación,	recocido	125 - 200	320
	templado	200 - 450	390
Aceros alta aleación,	recocido	150 - 250	350
	templado	250 - 500	410
Aceros inoxidables,	ferríticos	175 - 225	360
	austeníticos	150 - 200	390
Acero fundido,	no aleado	225	260
	baja aleación	150 - 250	280
	alta aleación	150 - 300	320
Acero extra duro		> 50 HRC	675
Fundición maleable,	víruta corta	110 - 145	220
	víruta larga	200 - 250	200
Fundición gris,	poco dúctil	150 - 225	140
	muy dúctil y aleada	200 - 300	180
Fundición nodular (tenaz)	ferrítica	125 - 200	150
	perlítica	200 - 300	225
Fundición en coquilla		40-60 HRC	475

Figura 40. Tabla específica de velocidad de corte. Fuente: <http://https://es.slideshare.net/jpsanchezcapriles/velocidades-decorte3-42264291>

### 3.5 Velocidad de rotación de la herramienta.

En el caso del husillo portaherramientas, comúnmente su velocidad de rotación es expresada en la cantidad de revoluciones por minuto (rpm). Por otro lado, en el caso de las

fresadoras tradicionales existe un limitado abanico de velocidades, las cuales han de depender de la velocidad de giro del motor principal y a su vez del número de velocidades que tenga la caja de cambios de la máquina. Si se tratase de las fresadoras más modernas como es el caso de las de control numérico, la velocidad en estas ha de controlarse mediante un sistema de realimentación por medio del cual se hace la selección de la velocidad la cual está dentro de un rango de velocidades.

En cuanto a la velocidad de rotación de la herramienta, se considera a esta directamente proporcional a la velocidad de corte y a su vez es inversamente proporcional a su diámetro.

$$n [\text{min}^{-1}] = \frac{V_c \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \times 1000 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right]}{\pi \times D_c [\text{mm}]}$$

En cuanto a la velocidad de rotación de la herramienta se dice que esta es directamente proporcional a la velocidad de corte y al diámetro de la herramienta.

### *Velocidad de Rotación*

- La velocidad de rotación del husillo portaherramientas o porta piezas, se expresa habitualmente en revoluciones por minuto (rpm).
- En las maquina herramientas por arranque de viruta hay una gama limitada de velocidades, que dependen de la velocidad de giro del **motor principal** y del número de velocidades de la **caja de cambios** de la máquina.
- La velocidad de rotación de la herramienta es directamente proporcional a la velocidad de corte y al diámetro de la herramienta.

Mecanizado.  
Prof. Ing. Luis Suárez

$$n [\text{min}^{-1}] = \frac{V_c \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \times 1000 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right]}{\pi \times D_c [\text{mm}]}$$

Figura 41. Velocidad de rotación. Fuente: <http://es.slideshare.net/jpsanchezcapriles/velocidades-decorte3-42264291>

### 3.6 Velocidad de avance

Diagrama de fresado frontal.

P: profundidad de pasada

La: longitud de corte efectiva

L: longitud de arista de corte

Kr: Angulo de posición.

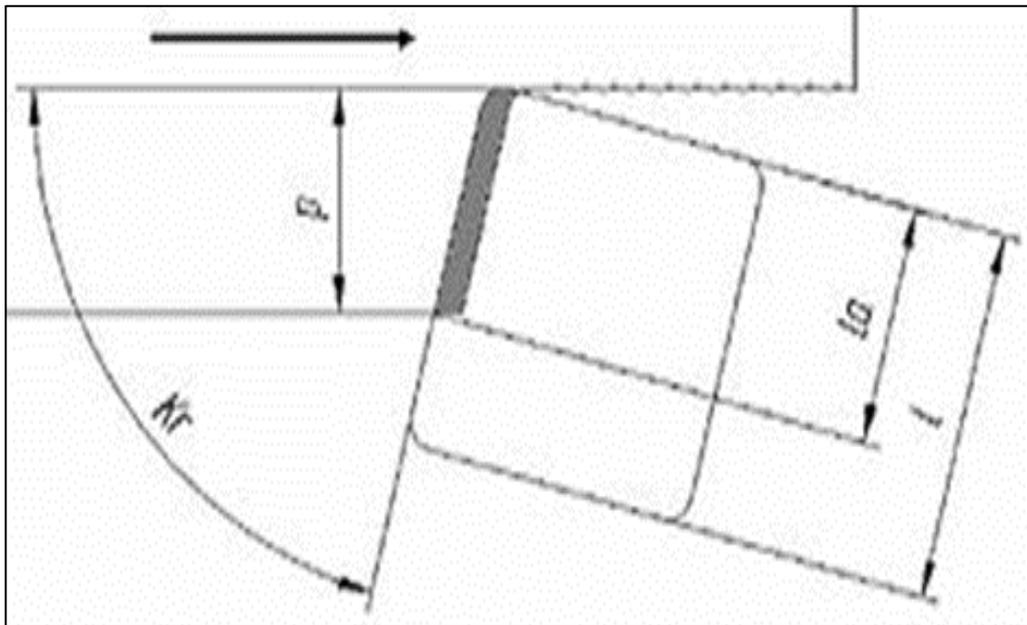


Figura 42. Velocidad de corte. Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado2.shtml>

En lo que refiere a la velocidad de avance que se da en el fresado se puede decir que se configura como la velocidad relativa que se da entre la pieza y la herramienta, en otras palabras, se refiere al corte y la velocidad con la que este progresa. Por otro lado, la rugosidad de la superficie obtenida en el fresado se debe a dos factores el primero denominado el avance y el segundo vendría a ser el radio de la punta de la herramienta de corte.

Es importante saber que cada fresa tiene la facultad de cortar apropiadamente en un rango de velocidades de avance por cada revolución de la herramienta, a la cual se ha de

denominar avance por revolución ( $f_n$ ). El rango mencionado ha de depender principalmente de la cantidad de dientes que tenga la fresa, su tamaño y la profundidad de corte, adicional a ello se debe de tener en cuenta el tipo de material de la pieza, y la plaquita de corte en lo que refiere su calidad y tipo. El rango de velocidades mencionado ha de ser establecido de modo experimental y se puede ubicar en los manuales instructivos que proporcionan los fabricantes de plaquitas. Adicionalmente, es necesario saber que esta velocidad se encuentra supeditada a la rigidez de la sujeción de la pieza como por la herramienta, a su vez por la potencia del motor de avance de la máquina. Por otro lado, se debe de tener en cuenta que el indicador de limitación de una herramienta de fresado viene a ser el grosor máximo de viruta en mm. El filo de corte de las herramientas han de ser probados con el afán de tener un valor determinado que van desde un mínimo y a un máximo de grosor de la viruta.

El avance por revolución ( $f_n$ ) está configurado como el producto del avance que se da a nivel de diente por el número de dientes ( $z$ ) que posee la herramienta.

$$f_n \left[ \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right] = f_z \left[ \frac{\text{mm}}{\text{diente}} \right] \times z \left[ \frac{\text{diente}}{\text{rev}} \right]$$

En cuanto a la velocidad de avance se sabe que es el producto del avance por revolución por la velocidad de rotación de la herramienta.

$$f \left[ \frac{\text{mm}}{\text{min}} \right] = f_n \left[ \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right] \times n \left[ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \right] = f_z \left[ \frac{\text{mm}}{\text{diente}} \right] \times z \left[ \frac{\text{diente}}{\text{rev}} \right] \times n \left[ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \right]$$

De la misma forma que se da en el caso de la velocidad de rotación de la herramienta, en las fresadoras de tipo tradicionales la velocidad de avance es seleccionada de entre un abanico de velocidades que están a disposición en una caja de cambios, en el caso de las fresadoras modernas que poseen control numérico, éstas tienen la posibilidad de trabajar bajo cualquiera sea la velocidad de avance, inclusive hasta llegar al tope máximo de velocidad de avance que tiene la máquina.

Debe entenderse que la velocidad de avance es un factor decisivo para que la viruta sea producida, el consumo de potencia, la rugosidad superficial obtenida, las tensiones mecánicas, la temperatura en la zona de corte y la productividad. Para poder obtener un óptimo control en la producción de la viruta, así como una duración que rete a los años en el caso de la herramienta en cuanto a la unidad de superficie mecanizada es necesario una elevada velocidad de avance, sin embargo, esto también traería como consecuencia que la rugosidad que se produzca en la superficie sea elevada y los riesgos de daño que ha de adquirir la herramienta son mayores ya sea por fractura o por temperaturas extremas. Por otro lado, si esta velocidad de avance fuese menor daría pase a la producción de virutas de mayor longitud con la posibilidad de formar bucles y aumentar el tiempo de mecanizado, lo cual ocasionaría que la herramienta por unidad de superficie dure menos e incrementaría los costos de producción.

### **3.7 Profundidad de corte o de pasada**

La profundidad de corte o profundidad de pasada ( $p$ ) se puede entender como el espesor de la capa que es arrancada de la superficie de la pieza al momento en que pasa la herramienta, comúnmente se registra en milímetros (mm). A su vez, es necesario saber que la anchura con la que se ejecuta el corte ( $s$ ), el cual también es mencionado en mm, llega a ser la anchura de la parte de la pieza que es sometida a corte.

La profundidad de pasada se establece antes de y se debe de entender que está supeditada al material que ha de ser mecanizado, así como del grado de precisión a nivel de dimensiones que se han de obtener, la potencia que la máquina tiene y por último a la relación con respecto al avance seleccionado y los parámetros propios de la plaquita de corte es decir nos referimos a su tamaño, radio de la punta y perfil. En el caso de los mecanizados de desbaste han de emplearse filos que tengan arista de corte larga para poder

facilitar la realización del mecanizado, los cuales obtendrán tanto profundidades de pasada así como velocidades de avance mayores. Por lo contrario, en el caso de las operaciones que refieran al acabado, la profundidad del corte debe de ser menor.

La longitud de corte afectiva ( $la$ ), cuyo valor máximo está directamente relacionado con la longitud de la arista del filo de corte, depende de la profundidad de pasada ( $p$ ) y del ángulo de posición ( $\kappa_r$ )

$$la = p \times \cos(\kappa_r)$$

### 3.8 Espesor y sección de viruta

La sección de viruta está constituida por la relación que se entabla entre el avance por diente de la fresa ( $f_z$ ) y la profundidad de pasada ( $p$ ). Por otro lado, ésta también mantiene correspondencia con el tipo de fresado que ha de realizarse, y se le denota con la fórmula que a continuación se muestra:

$$S [\text{mm}^2] = p [\text{mm}] \times f_z [\text{mm}]$$

El espesor de la viruta corresponde al avance por diente de la fresa.

Al momento de tomar una decisión en cuanto al proceso de mecanizado existen dos factores que no pueden obviarse y son: el control de la sección y el espesor de la viruta. Debemos también de tener en cuenta, si el espesor de la viruta en el momento del arranque es menor, significa que la carga del filo también será menor, posibilitando la aplicación de velocidades de avance mayores por diente evitando de este modo el daño de los mismos, a su vez esto también implica la reducción de la profundidad de corte ya que los ángulos de posicionamiento de los fillos serán menores. El hecho de ejercer el control sobre la sección de viruta es dependiente a factores tales como la potencia de la máquina, la fijación en cuanto al amarre de la pieza, la sección del mango de la herramienta así como el hecho de sujetar las plaquitas y por ultimo la geometría de estas. El incremento que se

da a nivel de sección y espesor de viruta, así como otras variables, trae consigo el incremento de la potencia necesaria con el fin de realizar el arranque de material.

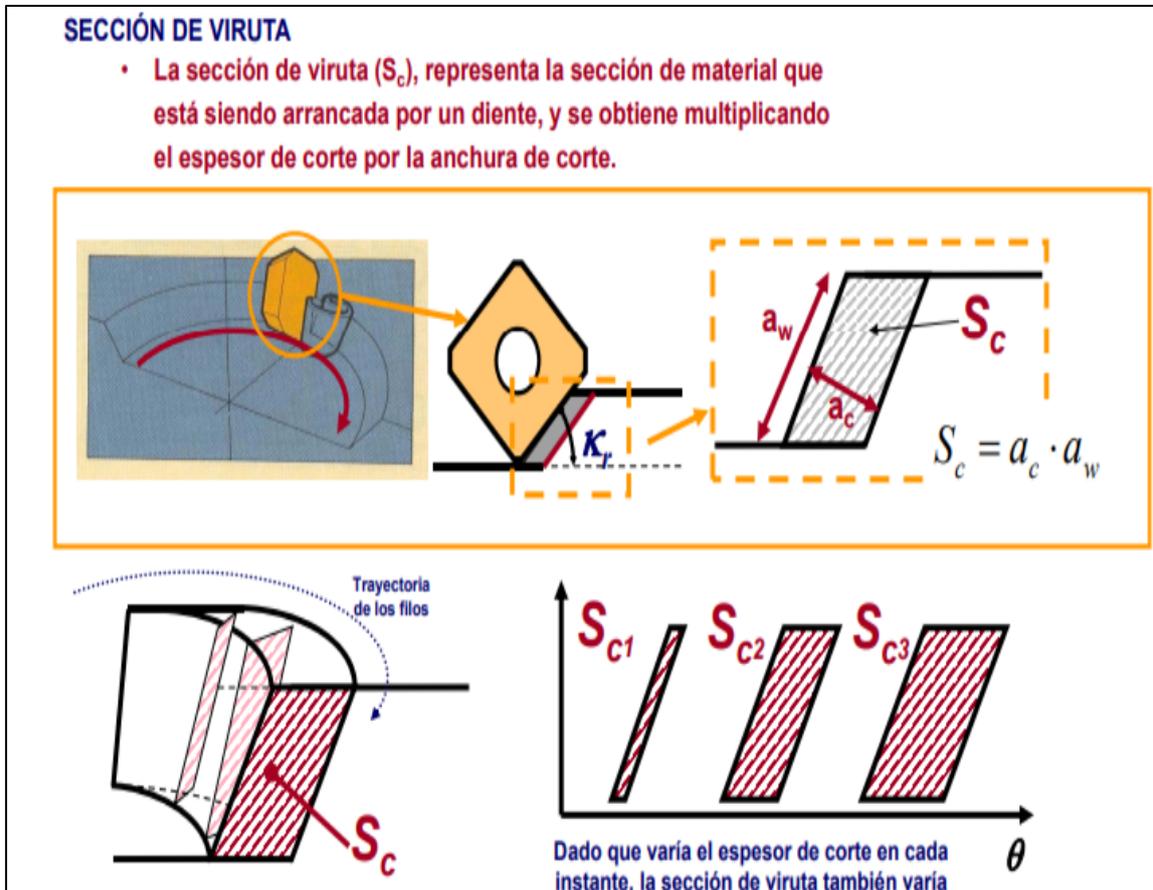


Figura 43. Sección viruta. Fuente: <https://www.google.com/search?q=torneado&tbm=isch&client=opera-gx&hs=nGt&hl=es&sa=X&ved=0CB0QtI8BKABqFwoTCJDrzZiewvgCFQAAAAAdAAAAABAH&biw=2071&bih=1000#imgrc=Nn6Zlz0d-MprPM>.

### 3.9 Volumen de viruta arrancada

Si realizamos trabajos con el fresado tangencial debemos de tener en cuenta que el volumen de viruta que se va arrancar por minuto deberá de ser expresado en centímetros cúbicos por minuto y el cálculo se hace con la fórmula que mostramos a continuación:

$$Q \text{ [cm}^3\text{/min]} = \frac{A_c \text{ [mm]} \times p \text{ [mm]} \times f \text{ [mm/min]}}{1000 \text{ [mm}^3\text{/cm}^3\text{]}}$$

De la cual debemos entender que  $Q$  es el volumen de viruta que ha de arrancarse por minuto,  $A_c$  refiere al ancho del corte,  $p$  es la profundidad de pasada, y  $f$  es la velocidad de avance. Esta información es totalmente útil cuando se quiere establecer la potencia que la máquina ha de necesitar así como la vida útil de la herramienta.

#### Sección de viruta

En este caso, se señala la aceptación de que si se trata de secciones grandes de viruta estas son obtenidas mediante velocidades de corte pequeñas, sin embargo, si la velocidad es grande, el resultado es lo opuesto. El cálculo para obtener la sección de viruta es el producto de la multiplicación del avance y la profundidad de pasada, y es representado por “s” y es expresada en milímetros cuadrados.

$$s = a * p = \text{mm}^2$$

Este valor a obtener es relevante ya que posibilita el conocimiento del esfuerzo de corte.

### 3.10 Tiempo de mecanizado

Para este fin, es necesario el desarrollo secuenciado de tareas y operaciones que comprenden desde el momento de preparar a la máquina, así como las herramientas de corte y hasta el mismo mecanizado, proceso en el cual existen periodos en donde hay remoción de virutas y lapsos en los que únicamente se dan maniobras de tipo pasivas que son indispensables pero lastimosamente improductivas, como por ejemplo la el hecho de colocar y retirar de la pieza o las herramientas, el afán de maniobrar el reglaje, las tomas de medida, etc. el tiempo que cada una de estas actividades demanden, no tienen tiempo cuantificable con precisión, lo único que se puede hacer son aproximaciones las cuales variarán de según el tipo de máquina, pieza e inclusive de operario. Es una práctica común la previsión del tiempo, tomando en consideración el necesario margen de error. A partir

de haber mecanizado algún número de piezas se pueden obtener valores que se infieren como cercanos a los que se puedan obtener en la producción. Pese a ello, según los tiempos de maniobrado empíricamente, se ha logrado tabulaciones las cuales se pueden hallar en manuales técnicos, los cuales pueden ser tomados a fin de orientación. En relación a los tiempos de mecanizado cuando se trate de remoción de metal su cálculo puede ejecutarse con mucha mayor exactitud siempre en cuando las condiciones de corte sean fijadas antes de. En la siguiente figura se puede visualizar cantidades que permiten sacar cálculos sobre los tiempos productivos, así como sus nomenclaturas respectivamente.

<b>a : Avance [mm/rev] o [mm/carrera]</b>	<b>c : Recorrido [mm] (desplazamiento en la dirección del avance)</b>	<b>)N : número de revoluciones por minuto [rpm]. (es una función de la velocidad de corte Vc)</b>
<b>TM : Tiempo de máquina por pasada [min]</b>	TMT : " " " para realizar "m" pasadas [min]	P : Profundidad total a arrancar [mm]
<b>p : " de corte de 1 pasada [mm]</b>	m : número de pasadas necesarias	d : diámetro de la pieza
<b>Revoluciones necesarias (o carreras necesarias, según corresponda):</b>	Tiempo necesario por pasada (no incluye tiempos muertos):	Número de pasadas: $1 \frac{p}{m}$
<b>Tiempo de máquina total: TMT</b>		

Figura 44. Nomenclatura. Fuente: Elaboración propia

### 3.11 Fuerza específica de corte

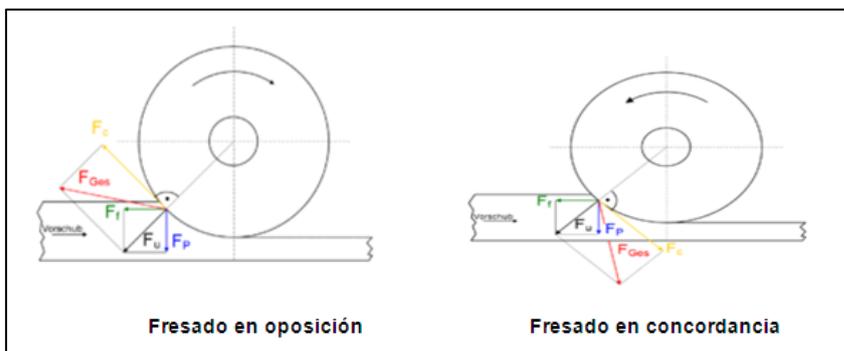


Figura 45. Fresado en oposición y fresado en concordancia. Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado2.shtml>

Debe ser entendida como un parámetro a tener en cuenta con el fin de no generar fracturas y deformaciones en la herramienta y en la pieza y a su vez hacer posible el cálculo de la potencia que se necesita para ejecutar un mecanizado. El mencionado parámetro depende del avance de fresado, la velocidad de corte, la maquinabilidad del material, la dureza del material, las características de la herramienta y el espesor medio de la viruta. Los factores mencionados son agrupados en un coeficiente cuya denominación es fuerza específica de corte ( $kc$ ), expresados de la siguiente manera:  $N/mm^2$ .

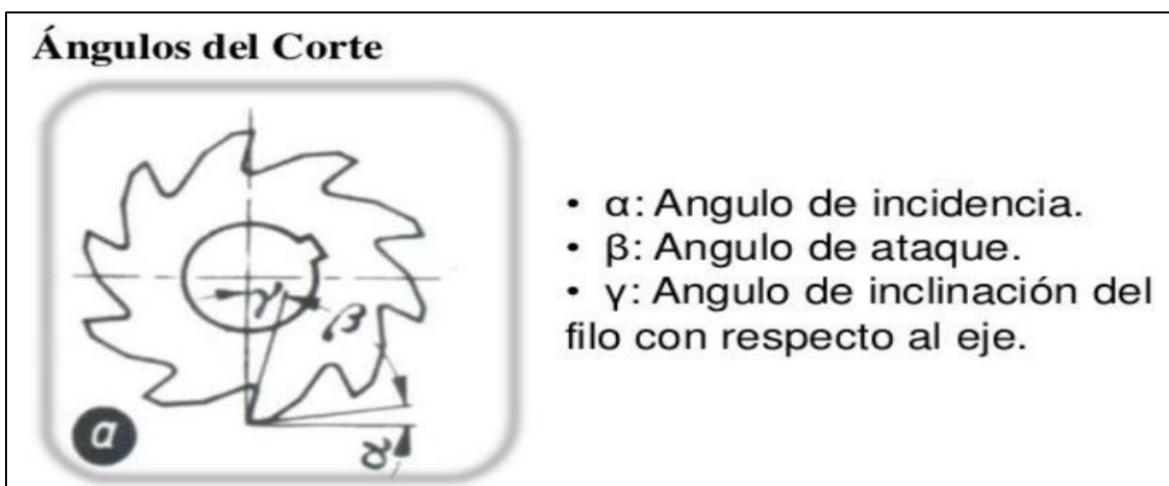


Figura 46. Ángulos de corte. Fuente:

[https://www.google.com/search?q=angulos+de+corte+con+torno+&tbm=isch&ved=2ahUKEwjt\\_LrioML4AhVqkpUCHZX4AB0Q2-cCegQIABAA&oq=angulos+de+corte+con+torno+&gs\\_lcp=CgNpbWcQA1AAWLkLYJ8NaABwAHgAgAFxiAHoCJIBAzMuOJgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scient=img&ei=16uzYq2LFOqk1sQPIfGD6AE&bih=1000&biw=2071&client=opera-gx&hs=nGt&hl=es#imgsrc=CjK58c9\\_3wKivM](https://www.google.com/search?q=angulos+de+corte+con+torno+&tbm=isch&ved=2ahUKEwjt_LrioML4AhVqkpUCHZX4AB0Q2-cCegQIABAA&oq=angulos+de+corte+con+torno+&gs_lcp=CgNpbWcQA1AAWLkLYJ8NaABwAHgAgAFxiAHoCJIBAzMuOJgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scient=img&ei=16uzYq2LFOqk1sQPIfGD6AE&bih=1000&biw=2071&client=opera-gx&hs=nGt&hl=es#imgsrc=CjK58c9_3wKivM)

### 3.12 Potencia de corte

La potencia de corte ( $Pc$ ) la cual es indispensable para llevar a cabo mecanizados es expresado en kilovatios (Kw) y su cálculo se ejecuta teniendo en consideración al valor que genera el volumen al ser la viruta arrancada, así como la fuerza específica que se da al momento del corte y también ha de tenerse en cuenta el rendimiento ofrecido por parte de la fresadora. Esta fuerza que se da de modo específico en el corte ( $kc$ ) se configura como una constante la cual es determinada teniendo en cuenta el material que se tiene para

mecanizar, la herramienta y su geometría, así mismo el espesor que se ha de obtener de la viruta, etc.

Si se trata de la potencia, su valor hallado de modo correcto deberá de dividirse por un determinado valor adimensional que a su vez deberá de tener presente el rendimiento de la máquina. Este valor es la relación entre la potencia de corte efectiva, en otras palabras, es la potencia que la herramienta necesita para operar, con respecto a la potencia consumida por el motor de accionamiento principal de la máquina.

$$P_c [\text{kW}] = \frac{A_c [\text{mm}] \times p [\text{mm}] \times f \left[ \frac{\text{mm}}{\text{min}} \right] \times k_c \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]}{60 \left[ \frac{\text{s}}{\text{min}} \right] \times 10^3 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right] \times 10^3 \left[ \frac{\text{W}}{\text{kW}} \right] \times \rho} = \frac{A_c \times p \times f \times k_c}{60 \times 10^6 \times \rho}$$

Dónde:  $P_c$  es la representación de la potencia de corte,  $A_c$  viene a ser el ancho de corte;  $P$  es la denominación que se le da a la profundidad de pasada,  $F$  representa a la velocidad de avance,  $K_c$  es la fuerza específica de corte y  $P$  es el rendimiento de la máquina.

Potencias de corte presentes en el fresado

### 3.12.1 Potencia de corte principal.

Los kilovatios (kw) son la medida de expresión de la potencia de corte la cual es necesaria y vital al momento de ejecutar el mecanizado, el volumen de arranque de la viruta genera un valor lo cual es tomado en cuenta para este tipo de cálculo junto con la fuerza específica de corte y el rendimiento que la fresadora ofrece. Esta fuerza específica de corte ( $k_c$ ) se calcula con dependencia al material que se ha de emplear en el momento de mecanizar, la geometría que la herramienta tiene, el espesor que la viruta señale, entre otras.

### **3.12.2 Potencia de avance.**

La potencia de avance refiere a la velocidad por medio de la cual el corte va progresando. Indefectiblemente los factores de mayor importancia en este aspecto con el avance y el radio de la punta de la herramienta de corte ya que de estos depende la rugosidad que se ha de obtener en la superficie al momento de ejecutar el fresado.

### **3.12.3 Herramientas empleadas en el uso del fresado.**

El diámetro exterior es uno de los elementos que ha de distinguirse en toda herramienta cuya finalidad sea fresar, así como este, se toma en cuenta también el número de dientes, el paso de los mismos lo cual debe de entenderse como la distancia existente entre que existe entre dos dientes que van uno al lado del otro, y por último el sistema de fijación que la máquina asegura.

Las fresas son las herramientas de corte empleadas con mayor frecuencia en una fresadora, sin embargo, también existen otras herramientas de corte como las brocas para taladrar o escariadores. Otra información importante sobre las fresas es que son de corte de forma, material y a su vez poseen variadas dimensiones las cuales están supeditadas al tipo de fresado a ejecutar. Una fresa está determinada por su diámetro, su forma, material constituyente, números de labios o dientes que tenga y el sistema de sujeción a la máquina.

El diámetro exterior, la cantidad de dientes, la distancia que existen entre estos a nivel consecutivo lo cual denominaremos paso de los dientes y el sistema de fijación de la fresa en la máquina. Son características de las herramientas de fresar.

Sea en las fresadoras de tipo universal (adhiriendo los accesorios que sean adecuados) o en las fresadoras más modernas de control numérico existe la posibilidad de ejecutar la siguiente relación de fresados.

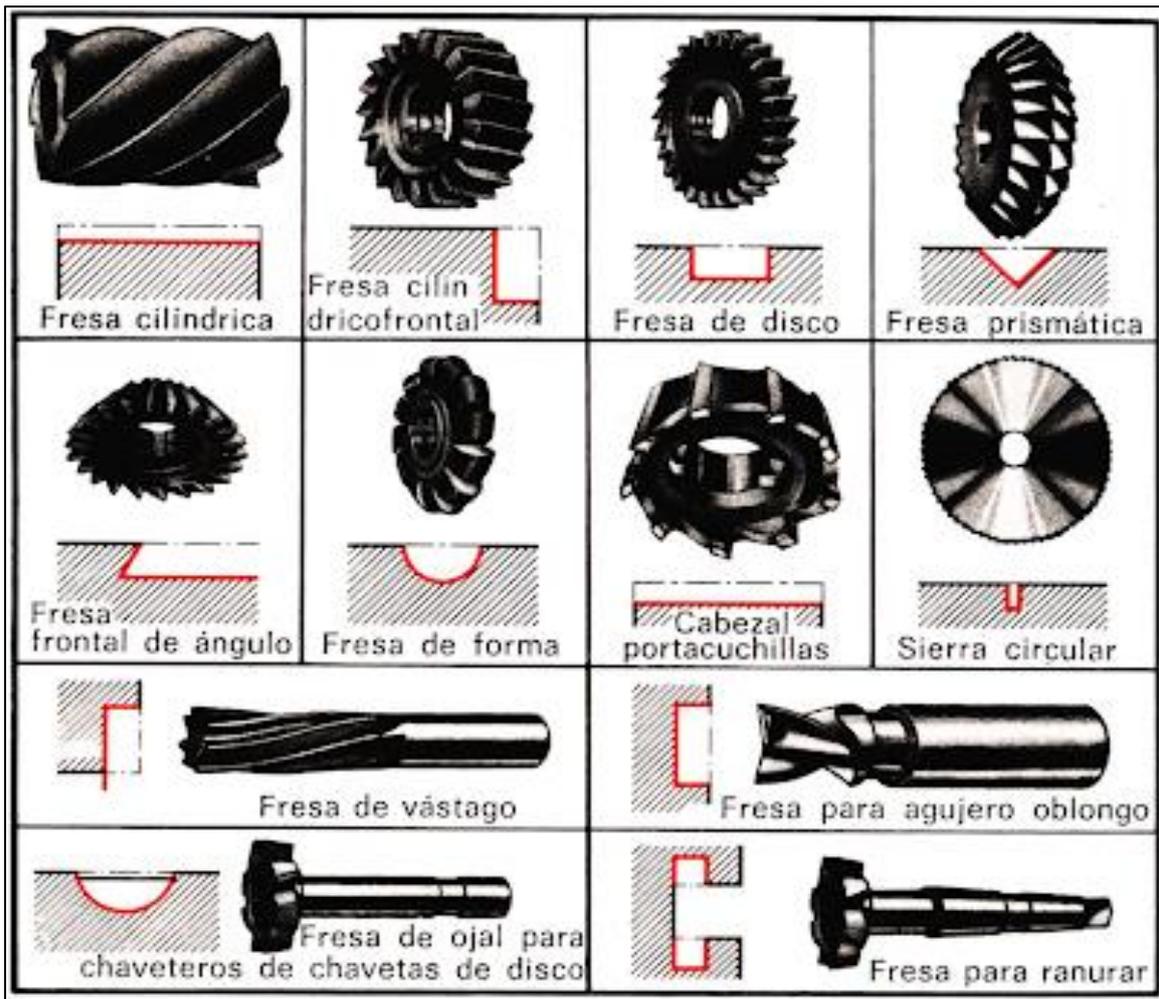


Figura 47. Herramientas de fresar. Fuente: <http://coraspe23.blogspot.com/2013/12/potencias-de-corte-presentes-en-el.html>

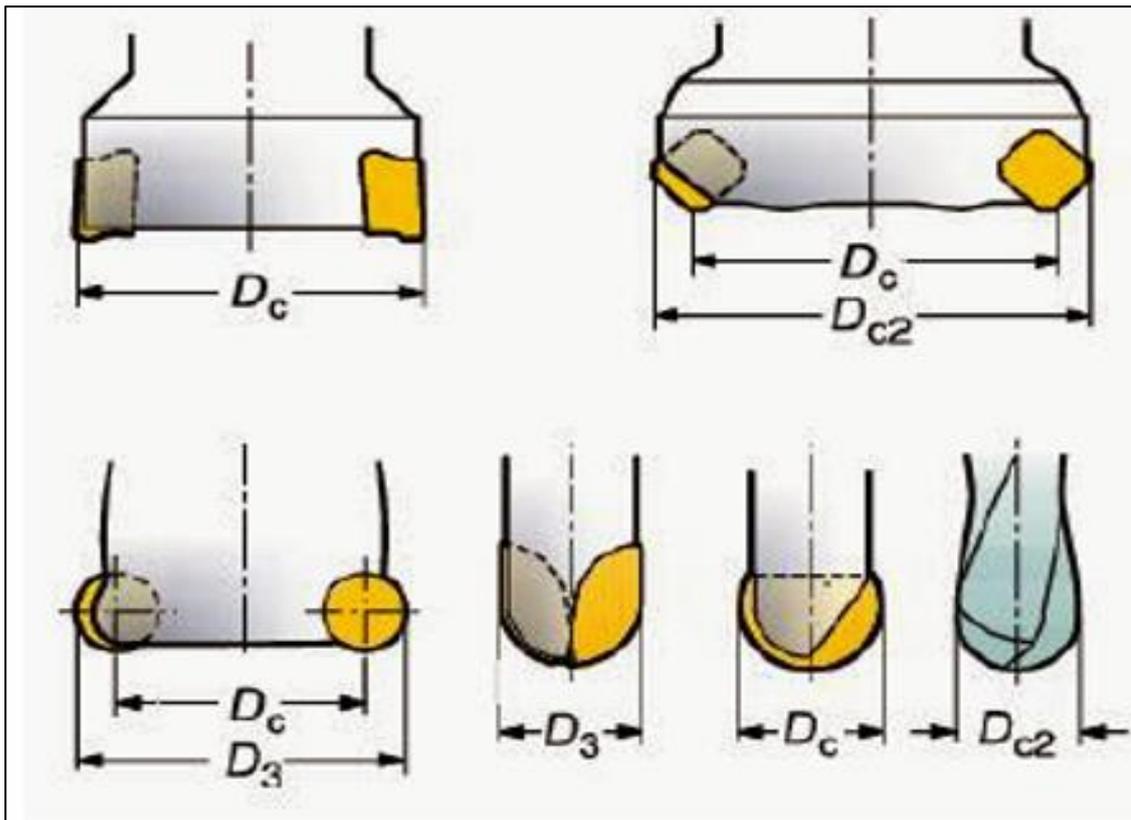
### 3.12.3.1 Diámetro de Fresas. $D_c$ (mm)

El diámetro de la fresa ( $D_c$ ) se mide sobre el punto PK, la intersección del filo principal con la faceta paralela.

$D_c$  es el diámetro que suele aparecer en el código de pedido, a excepción de CoroMill 300, donde se utiliza  $D_3$ .

El diámetro más importante que se debe considerar es ( $D_{cap}$ ), el diámetro eficaz de corte a la profundidad de corte real ( $a_p$ ), se utiliza para calcular la velocidad de corte verdadera ( $v_e$ ).

$D_3$  es el diámetro más grande de la plaquita, para algunas fresas es igual a  $D_c$ .



## HERRAMIENTAS DE CORTE PARA EL FRESADO

Las herramientas de fresar se caracterizan por su diámetro exterior, el número de dientes, el paso de los dientes (entendido por paso la distancia que existe entre dos dientes consecutivos) y el sistema de fijación de la fresa en la máquina.

Existen 2 tipos de operaciones frecuentes de mecanizado y son:

**Desbaste:** La prioridad en esta operación es arrancar un volumen de metal tan eficientemente como sea posible. El mayor requerimiento es la resistencia del filo del corte. Para esta operación la velocidad de corte y el avance es baja y la profundidad de corte es alta.

**Acabado:** El volumen del metal arrancado es menor. Tiene por objetivo obtener unas superficies que cumplan con unas exigencias de rugosidad y de tolerancias impuestas. Aquí la velocidad de corte y el avance son alto y la profundidad es baja.



Figura 48. Diámetro de fresas. Fuente: <http://coraspe23.blogspot.com/2013/12/potencias-de-corte-presentes-en-el.html>

### 3.13 Mecanizado rápido

Denominado de otro modo como mecanizado de alta velocidad (MAV), hace referencia al mecanizado que se ejecuta en las fresadoras modernas que tienen en su constitución el control numérico las cuales poseen cabezales cuyas características son el ser potentes y robustos lo que les posibilita hacer giros a una cifra considerable de miles de revoluciones por minuto hasta del orden de 30.000 rpm, así mismo permite que los avances de trabajo sean considerables al tratarse del mecanizado de los materiales que son blandos generando mucha viruta similar al proceso que ocurre cuando se fabrican los moldes o grandes componentes en la industria aeronáutica. El material más adecuado en el proceso de mecanización rápido son los metales y aleaciones. Si se tratase de piezas que tengan formas más complejas, el proceso de mecanizado rápido conlleva a emplear los sistemas CAM los cuales dan origen a trayectorias específicas cuya característica es su alta velocidad, ya sea para el desbaste como para el acabado.

¿Qué es el mecanizado?

Debemos entender por mecanizado al procedimiento que es empleado para la eliminación de material que no es necesario que este, con el objeto de que la pieza final tenga la forma que se desea.

El mecanizado comprende como proceso básico la actividad denominada cortar, la cual implica un punto o varios puntos de corte, por otro lado, existen procesos tradicionales de mecanizado, en el cual están comprendidas las siguientes actividades: torneado, molienda, perforación, y para complementar esta parte señalaremos que también existen procesos no tradicionales de mecanizado y son: la electroerosión, el mecanizado CNC y el corte por chorro de agua

En el caso del mecanizado tradicional comúnmente emplea dispositivos tales como tornos, taladros, torretas, cepilladuras y molinos, mientras que en lo referente al mecanizado moderno es común hallar centros de mecanizados CNC.

En cuanto a los materiales que se pueden mecanizar es común que resalten el acero y el plástico sin embargo también pueden ser empleados la madera o la piedra. Dentro de un mecanizado estándar, la cuchilla de corte o broca afilada tiene la característica de ser más dura que la pieza a trabajar, las mismas que giran a alta velocidad y se logra el mecanizado de la pieza y en cuanto a las virutas que se produzcan, estas han de ser eliminadas. A fin de que la herramienta y la pieza preserven un buen estado, la fluidez con la que se ejecuta el corte debería ser guiada en la interfaz del usuario donde la cuchilla hace contacto.

Para manejar el control exacto del mecanizado son indispensables las plantillas, así como los tensores. En el caso de la plantilla debe de ser instalada en la pieza que ha de ser trabajada mientras que el componente mantiene la superficie de trabajo en total estabilidad, y protección. La plantilla o plantillas en conjunto con los accesorios se convierten en necesarios con el objeto de mantener el componente en una correcta alineación y posicionamiento durante todo el proceso de mecanizado, ello también permite garantizar la superficie correcta ofrecida a la hoja en el ángulo correcto. En ciertas operaciones, nos veremos en la necesidad de emplear abrazaderas o prensas de acción simple.

### **3.14 Fresado en seco y con refrigerante**

En relación a este aspecto el fresado en seco es factible para determinados materiales siempre en cuando se empleen herramientas de metal duro, es decir es importante seleccionar una herramienta de calidad. En los años 90 se despertó la inquietud por la eficiencia en el uso de refrigerantes de corte, al momento en que salieran a la luz los

estudios realizados en empresas alemanas que fabricaban componentes para automoción poniendo a la luz el coste elevado del ciclo de vida que tiene el refrigerante, esencialmente en lo que compete a su reciclado.

Por otro lado, el mecanizado en seco por su característica se configura como no adecuado en aplicaciones tales sea el caso de los taladrados, roscados y mandrinados ya que se debe de tener la seguridad de que las virutas sean evacuadas, sobre todo si se trata de fresas de acero rápido. A esta lista también se agregan los materiales de tipo pastosos caracterizados de otro modo como excesivamente blandos, un buen ejemplo de ello es el aluminio o el acero que está constituido con bajo contenido de carbono ya que existe la probabilidad de que los filos de corte se embocen con el material que cortan, generándose un filo de aportación cuya consecuencias serían que en el acabado a nivel de superficie existan imperfecciones, otra imperfección sería las dispersiones que se podrían generar en las medidas de la pieza e inclusive podrían ocasionarse fracturas de los filos de corte. Si se tratase de trabajar con materiales poco maleables cuya tendencia es la formación de viruta de longitud corta, se recomienda la taladrina ya que es provechosa en su calidad de agente limpiador, viabilizando el exterminio de la formación de nubes tóxicas que generan los aerosoles, por otro lado, también este producto es indispensable al momento de fresar materiales abrasivos como por ejemplo el acero de tipo inoxidable.

Debe de tenerse también en consideración que para el fresado en seco debe de prepararse previamente la maquinaria para absorber sin dificultades el calor que se ha de producir al momento de cortar. Con el fin de eliminar el sobrecalentamiento tanto de los husillos, herramientas y otros elementos, en muy frecuente la incorporación de circuitos internos de refrigeración por aceite o también pueden ser empleados los que son por aire.

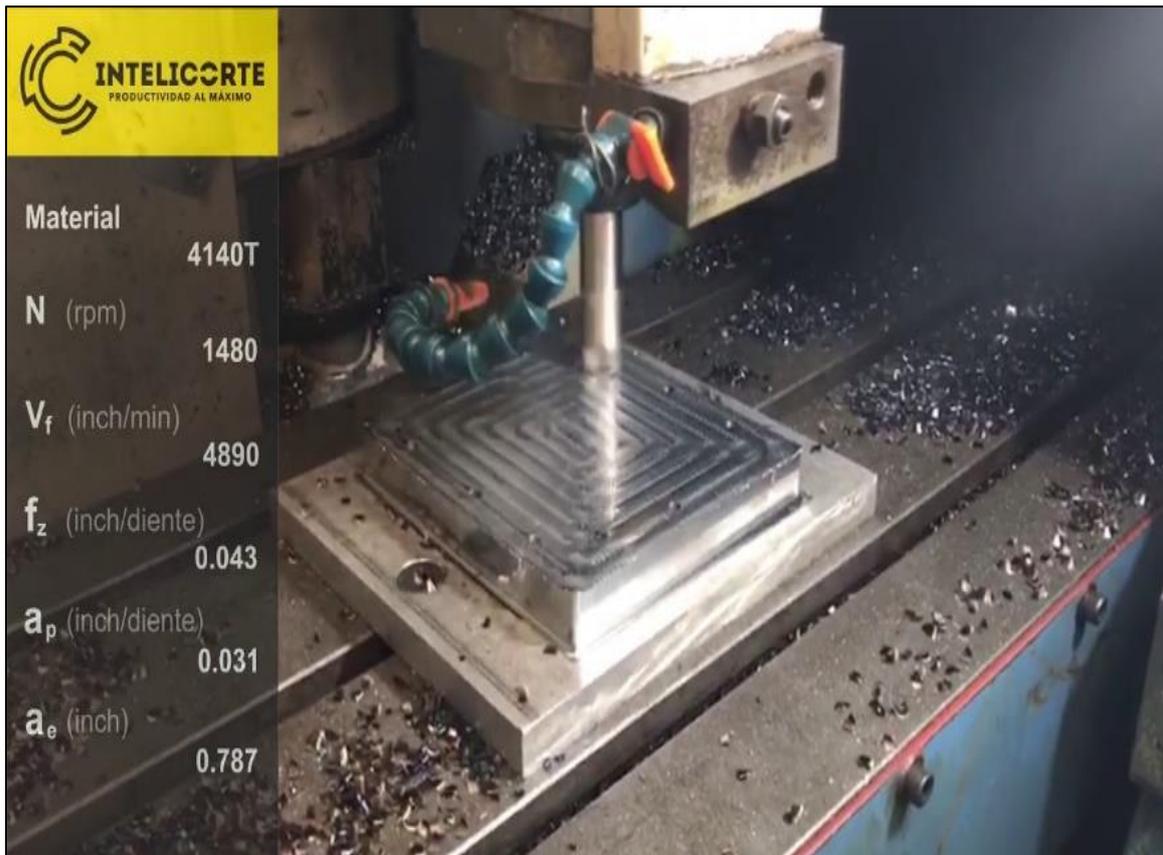


Figura 49. Mecanizado sin refrigerante. Fuente: [http://www.revistatope.com/151\\_art\\_euskron\\_MEC.html](http://www.revistatope.com/151_art_euskron_MEC.html)

Mecanizado sin refrigerante: Hace muchos años, era muy complicado planificar un mecanizado con producción de calidad sin el uso de refrigerantes que ayudasen o hicieran posible el arranque de viruta. Con el avance de la ciencia y la tecnología, el mecanizado en metal ha progresado en cuanto a sus procedimientos y el producto final a obtener ya siendo no necesario el uso de aceites o emulsionantes.

Debe de reconocerse que aun los materiales como el titanio o aceros fuertemente aleados requieren de refrigerantes para poder ser mecanizados.

Otra opción es el uso de micropulverizantes, lo cual es muy popular en la industria aeroespacial, lo cual consiste en la mezcla de aire con una pequeña cantidad de refrigerante. Obteniendo de este modo una viruta casi seca y limpia.

### **3.15. Condiciones de trabajo con fresadora.**

Cuando se ejecutan trabajos con fresadoras, hay que tomar en cuentas las condiciones básicas de seguridad y las medidas adecuadas que permitan la preservación de la salud.

Existen accidentes que son frecuentes o son una constante al momento de emplear estas máquinas, empezando por contactos accidentales con las herramientas o piezas en movimiento, otro accidente que suele darse son los atrapamientos originados por la maquina en este caso hablamos exclusivamente sobre sus órganos de movimiento, a su vez las proyecciones de la pieza, de la herramienta o de las virutas, también podrían generar este tipo de accidente otro problema que se ha de generar en su mayoría son afección a la piel o dermatitis debido al contacto que se pueda tener con los líquidos refrigerantes o al momento de producirse cortes mientras se manipulan las herramientas o las virutas.

En el caso de accidentes por atrapamiento las medidas de protección para evitar ello son: el uso de pantallas protectoras, evitar vestir con ropas holgadas como por ejemplo las mangas que son de tipo anchas, las corbatas, pañoletas, chalinas, así mismo se debe de trabajar con el cabello recogido.

Si se tratase de riesgos de proyección de parte o la totalidad de la pieza o de la herramienta, frecuentemente por ruptura, se ha de implementar el uso de pantallas protectoras y junto con ello promover el cierre responsable de las puertas antes del inicio de las operaciones.

En caso de dermatitis y cortes producto de la inadecuada manipulación de los elementos, se debe de implementar el uso de guantes de seguridad. Adicionalmente, cuando sean necesarios deben de emplearse los líquidos de corte.

En relación a la misma máquina, esta debe de tener sus propios elementos que brinden seguridad llámense enclavamientos (para evitar que la maquina inicie una marcha

espontánea), botones de parada de emergencia de tipo seta en donde todos los demás pulsadores estén encastrados y ubicados fuera de la zona potencial de peligro. Es de vital importancia que todo tipo de riesgo sea exterminado tanto como sea posible, otro elemento con los que se debe de contar es un sistema que permita la aspiración en la zona donde se produce el corte, también debe existir pantallas de seguridad y punto delicado también es garantizar la existencia de un óptimo sistema de iluminado, recordar que estas máquinas deben de instalarse en un espacio nivelado y limpio con el fin de evitar caídas. Y por último y no menos importante se recomienda emplear una adecuada señalización normalizada.

### **3.16. Normas de seguridad**

- ✓ Portar siempre el equipo de seguridad tales como los lentes de protección y seguridad para los ojos, caretas, entre otros.
- ✓ Se prohíbe vestir con ropa holgada o muy suelta, la recomendación es emplear prendas con mangas cortas.
- ✓ Vestir con ropa cuyo material de elaboración sea el algodón.
- ✓ Vestir con el calzado de seguridad.
- ✓ Mantener la limpieza del ambiente de trabajo.
- ✓ Si las piezas a ser mecanizadas son pesadas se deben de emplear polipastos adecuados al momento cargar como al descargar las piezas de la máquina.
- ✓ Es preferible tener el cabello corto. En el caso de tener el cabello largo, este debe de estar debidamente recogido.
- ✓ No llevar consigo joyas tales como collares, anillos, etc.
- ✓ Tener conocimiento sobre los controles y el modo en como la fresadora funciona, así como el modo de paralizar su funcionamiento si se presentase una emergencia.

- ✓ Se recomienda que el área de trabajo tenga una adecuada iluminación, con el objeto de ayudar al operador, teniendo en cuenta que no sea demasiado alta que produzca resplandor que afecte la vista.

### **3.17 Factores de mecanizado**

En lo referente a los ángulos de afilado de los dientes de las fresas, estos han de depender del tipo de fresa y su material, así como del material que se ha de mecanizar.

En cuanto a la velocidad de corte, esta es mucho mayor a comparación de otras herramientas de corte, recordemos que las velocidades mencionadas tienen como única limitación el calentamiento de la herramienta, en el caso de las fresas se calientan menos, ya que en estas sólo trabajan los dientes y cada uno de ellos lo hacen en una determinada fracción de su rotación permitiéndoles su enfriamiento al ponerse en contacto con el aire.

Debemos de saber también que la velocidad de corte está supeditada al material de la fresa y el material a mecanizar.

<b>Velocidad de corte y avances</b>			
<b>material</b>	<b>Velocidad avance v(mm/min)</b>		<b>Velocidad avance a(mm/min)</b>
	<b>Desbaste</b>	<b>Acabado</b>	
<b>Corte y aluminio</b>	60-80	80-100	80-120
<b>Bronce común</b>	25-28	35-40	80
<b>Acero dulce</b>	16-20	25-30	60
<b>Acero semiduro</b>	12-16	18-22	30
<b>Acero duro</b>	10-15	16-18	25
<b>Fundición gris</b>	12-15	18-20	45

<b>Presión específica de corte</b>	
<b>Material</b>	<b>Kg/mm<sup>2</sup></b>
<b>Acero dulce</b>	170-125
<b>Acero semiduro</b>	210-155
<b>Acero duro</b>	300-232
<b>Fundición gris duro</b>	125
<b>Fundición gris blanda</b>	80
<b>Latón y bronce medianos</b>	80
<b>Aluminio y aleaciones dulces</b>	50
<b>Magnesio (electrón)</b>	31,5

Figura 50. Velocidad de corte. Fuente: Elaboración propia

Cuando se hayan de hacer trabajos de fresado, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ El trabajo debe de iniciarse con una velocidad baja, lo cual debe de incrementarse progresivamente, a razón de que la capa que se encuentra en la superficie suele ser más dura que las que se sitúan en las partes más internas.

- ✓ Procurar trabajar con velocidad de corte elevada y modificar el avance durante el trabajo, pues el avance afecta más a la máquina que la velocidad de corte, siempre, claro está, que no se llegue al límite de calentamiento admisible.
- ✓ En los trabajos de desbastado se debe adoptar una velocidad de corte media. Para el acabado se debe reducir el avance y aumentar la velocidad de corte, para mejorar así la superficie.
- ✓ Tener en cuenta que para la obtención de un máximo enfriamiento se debe refrigerar la herramienta con líquidos de corte.
- ✓ Utilizar solo frases de acero rápido en caso de que los trabajos puedan generar un calentamiento exagera de la herramienta.

### 3.18 Fuerza de corte específica

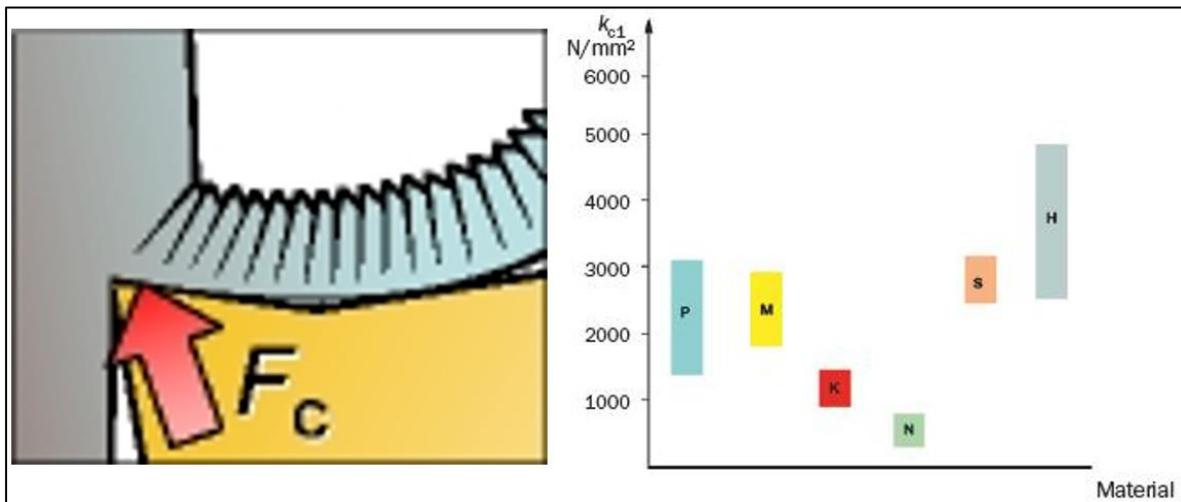


Figura 51. Fuerza de corte específica I. Fuente: [www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/materials/workpiece\\_materials/the\\_specific\\_cutting\\_force/pages/default.aspx](http://www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/materials/workpiece_materials/the_specific_cutting_force/pages/default.aspx)

Para el cálculo de potencia, par y fuerza de corte, se utiliza la fuerza de corte específica o  $k_{c1}$ . Se puede definir como la fuerza,  $F_c$ , en el sentido del corte (consulte la figura), que es necesaria para cortar un área de viruta de  $1 \text{ mm}^2$  con un espesor de  $1 \text{ mm}$ .

El valor de  $k_{c1}$  es distinto para los seis grupos de materiales y también varía dentro de cada grupo.

El valor de  $k_{c1}$  es válido para una plaquita neutra con ángulo de desprendimiento,  $\gamma_0 = 0^\circ$ ; es necesario tener en cuenta otros valores para compensar esto. Por ejemplo, si el ángulo de desprendimiento es más positivo que 0 grados, el valor real de  $k_c$  será menor y se calcula con la fórmula siguiente:

Fuerza de corte específica ( $k_c$ )

(N/mm<sup>2</sup>)

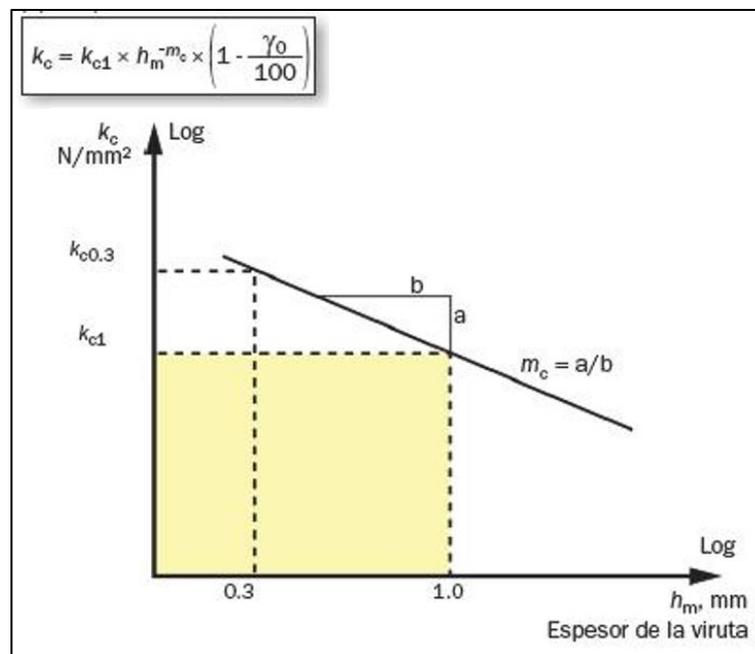


Figura 52. Fuerza de corte específica II/ [www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/materials/workpiece\\_materials/the\\_specific\\_cutting\\_force/pages/default.aspx](http://www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/materials/workpiece_materials/the_specific_cutting_force/pages/default.aspx)

Si el espesor real de la viruta,  $h_m$ , es, por ejemplo, 0.3 mm, el valor de  $k_c$  será mayor. Si se define el valor real de  $k_c$ , el requisito de potencia se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{a_p \times a_e \times v_f \times k_c}{60 \times 10^6}$$

Potencia neta requerida ( $P_c$ ) (kW)

## **Capítulo IV.**

### **Aplicación metodológica para el desarrollo de las prácticas educativas**

#### **4.1 Planificación de sesión de aprendizaje, hojas de información, hoja de procesos y hoja de presupuesto**

##### **4.1.1 Planificación.**

Es una acción de planificar. Son planes organizados metodológicamente para poder cumplir con los objetivos educativos, los cuales son los que se involucran en la ciudad, desarrollo económico, social, investigación, en el funcionamiento de las industrias, entre otros

##### **4.1.2 Planeamiento Didáctico.**

El planeamiento didáctico dentro de la labor que ejecutan los docentes suele ser una actividad indispensable, ante ello, Torres y Girón (2009) mencionaron que en el proceso de la planificación didáctica, es donde se deben de tomar las previsiones necesarias, con relación a la forma en que se van a enfocar y desenvolver los diversos elementos que entran en juego al desarrollar la práctica pedagógica en las instituciones educativas y en cada una de las aulas.

(p.122)

## 4.2 Diversificación curricular

La diversificación curricular es tomada como muy importante para el Ministerio de Educación del Perú, es por ello que plantea las Orientaciones para el Trabajo Pedagógico (OTP).

El Diseño Curricular Nacional (DCN) es un el documento normativo para la orientación educativa en todo el país, resume las intenciones educativas en el que se explican los aprendizajes que todo estudiante de EBR debe desarrollar. Su mayor característica es ser abierto y flexible. Para el área de Educación para el Trabajo los contenidos son las competencias, capacidades, conocimientos y actitudes que deben desarrollar los estudiantes para insertarse en el mercado laboral.

En la elaboración del programa curricular se debe tomar en cuenta al Diseño Curricular Nacional (DCN) y el Catálogo Nacional de Títulos y Certificaciones, bajo la concepción de un currículo abierto y flexible según los contextos de la institución educativa, ante ello se debe:

- ✓ Tomar en cuenta las demandas, así como las características de formación que tanto el entorno productivo como el mercado exigen, a fin de lograr una real contextualización del currículo.
- ✓ Las capacidades, así como los conocimientos del Diseño Curricular Nacional deben adecuarse en primera instancia a los reales intereses de tienen los estudiantes, así mismo a las facilidades que existan para la implementación y equipamiento de la infraestructura, llámense talleres, campo deportivo, laboratorios, etc de la institución educativa, y complementando a lo anterior también debe de apuntar al fortalecimiento, inserción de los avances científicos y tecnológicos a nivel del programa de la especialidad ocupacional.



Figura 53. Diversificación curricular. Fuente: <https://www.slideserve.com/temple/proyecto-curricular-institucional>.

Es de suma importancia remarcar que todo programa curricular diversificado debiera de aplicarse como mínimo por un periodo de cinco años; teniendo en cuenta que cada año debiera de ser evaluado, y según ello reajustado y perfeccionado a fin de potenciarlo garantizando de este modo su sostenimiento y viabilidad. Recordemos que, el programa a ejecutar se convierte en un instrumento orientador que brinda coherencia y proyección al área tanto a mediano como a largo plazo.

#### 4.3 Definición de programación curricular

El Ministerio de Educación a través de la Orientaciones para el Trabajo Pedagógico (OTP) menciona lo siguiente:

Definen al término programación como el proceso por medio del cual podemos prever, secuenciar y distribuir adecuadamente el tiempo que se ha de tomar para el logro de los objetivos, acciones a ejecutar, así como los recursos a emplear por cada una de las actividades que se han de desarrollar; se debe tener en cuenta a su vez que el logro de los objetivos debe de ser en el menor tiempo posible y a su vez con un costo mínimo, es decir debe de ser un proceso eficiente y económico.

Por otro lado, al referirnos sobre la programación anual, en términos pedagógicos debemos de entenderla como el documento técnico pedagógico de programación curricular cuya duración es a mediano plazo es decir un año escolar, la cual se organiza e inscribe actividades secuenciando las capacidades así como los conocimientos por medio de unidades didácticas que son sinónimo de integración de todas aquellas actividades que permitirán el proceso enseñanza–aprendizaje a lo largo de un periodo académico de tiempo ya sea denominado bimestre, trimestre o semestre.

En el caso de los docentes, la programación curricular anual simboliza una herramienta de trabajo de tipo orientador, que permite la orientación, organización y hace más sencilla las actividades que se han de ejecutar en las aulas, talleres, laboratorios, complejos deportivos, con el único afán de producir aprendizaje, mas no para ser tomado como un simple documento con afán administrativo que solo sirve para cumplir con una formalidad antes las autoridades de la institución educativa, desvirtuando su naturaleza convirtiendo el proceso de enseñanza aprendizaje en una labor tediosa, sin sentido, con tendencia a la repetición de acciones de años pasados, es decir sin capacidad de producción.

#### **4.4 Elementos de la programación anual**

Al existir diversas maneras de cómo elaborar o diseñar una programación anual, es decisión del docente optar por la que más se adecue a su realidad es decir a la naturaleza del módulo a desarrollar y la especialidad ocupacional en la cual se ha de llevar el proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo en cuenta que la programación es un documento cuyas características son su funcionabilidad, practicidad y su ser imprescindible para la labor educativa. Los principales elementos que se deben considerar son los siguientes:

Datos informativos.

Presentación.

Competencias.

Valores y actitudes.

Tema transversal.

Organización de las unidades didácticas.

Estrategias metodológicas para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Orientaciones para la evaluación.

Bibliografía.

#### **4.5 Sesión de aprendizaje.**

Toda sesión de aprendizaje se convierte en una secuencia pedagógica que ayuda a maximizar la labor del docente, dentro de su desarrollo también se potencia las actividades que los estudiantes han de ejecutar interactuando entre ellos y su docente, con el fin de lograr los objetivos de aprendizaje previstos más el afán de que con todo ello, los estudiantes desarrollen su capacidad de aprender, razonar, criticar, reflexionar y producir.

#### **4.5.1 Ficha de Actividad.**

En la guía de Orientación para la Programación Modular ciclo Básico para la Educación Técnico Productivo del Minedu (2008) definen a la ficha de actividad como un documento técnico pedagógico en el cual la actividad de aprendizaje se desprende de la unidad didáctica. Está referida a una capacidad o capacidades del módulo, organizado y planificado por el profesor en el marco de su autonomía pedagógica, manteniendo la unidad de criterios de la institución. Es decir, no existen formatos rígidos para su programación y ejecución; sin embargo, se sugiere un modelo que guíe al docente. (p. 35).

#### **4.6 Procedimientos para elaborar la Ficha de Actividad**

Nombre de la actividad. El cual es tomado de la unidad didáctica.

Duración. Se dará en función a las características que posean las actividades a desarrollar, así como a las metas de atención que se planteen, cantidad y estado de los equipos, medios, insumos, materiales, también se toma en cuenta el nivel de aprendizaje de poseen los estudiantes, etc.

Lugar. Espacio en el que se desarrollaran las actividades, puede ser el aula, el taller, el laboratorio o en un espacio abierto como el campo.

Aprendizaje específico y/o complementario. Por medio del cual se detallan los aprendizajes a desarrollar: en el caso del específico refiere a todas aquellas capacidades de formación específica, y si se tratase del complementario se ha de relacionar con todas aquellas capacidades de formación complementaria.

Valores y actitudes. Se tomarán de la programación de la unidad didáctica y se desarrollarán a través de acciones vivenciales y conductas observables. Cruzarán tanto la formación específica como la formación complementaria.

Ejes transversales. Los cuales serán tomados de la programación de la unidad didáctica.

Secuencia metodológica. Se convierte en la ruta de desarrollo de actividades, la cual es consiente, intencional y prevista por el docente y van en armonía con las planteadas en la unidad didáctica.

Presentación de la actividad.

Proporcionar la información.

Desarrollar la práctica dirigida.

Solución de problemas y transferencia.

Recursos medios y materiales. Empleados para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje, motivando el interés, curiosidad, creatividad, y un adecuado ambiente para el desarrollo de las actividades y pueden ser por ejemplo recursos didácticos convencionales como las imágenes fijas, gráficos, etc, o los medios electrónicos actuales de audio, video e informática con el objeto de prolongar la duración del conocimiento.

Evaluación. Se deben de tener en claro los criterios de evaluación los cuales son desagregados en indicadores de evaluación, los cuales han de ser observables y nos deben de permitir generar mejoras o reajustes en las actividades que se han planteado y se hayan de plantear en sesiones posteriores. La evaluación se da en tres momentos:

#### **4.7 El aprendizaje en la educación técnico-productiva**

En la guía de Orientación para la Programación Modular ciclo Básico para la Educación Técnico Productivo del Minedu (2008) menciona:

Un aprendizaje resulta significativo siempre en cuando se evalúe lo siguiente:

- ✓ Realizar actividades en el período formativo.
- ✓ Realizar actividades que conduzcan al éxito.

- ✓ La interacción y el trabajo mutuo.
- ✓ La práctica de técnicas que potencien nuestras capacidades y participación activa.

Se debe de tener en cuenta que toda actividad intencional tiene un propósito premeditado por lo cual es más productivo que aquellas que son de tipo no intencionales.

#### **4.8 El aprendizaje**

Aprender a conocer: refiere al desarrollo de habilidades, destrezas, hábitos, actitudes y valores las cuales posibilitaran a los individuos la adquisición de herramientas para la comprensión y entendimiento del mundo que nos rodea, así mismo permitirá vivir con dignidad, comunicarnos asertivamente con los semejantes y comunicarnos con los demás, así como valorar todos los beneficios y ventajas que el conocimiento y la investigación proveen a nuestras vidas.

Aprender a ser: la cual refiere al desarrollo la integridad física, intelectual, social, afectiva y ética cada uno de los individuos en sus diversas facetas. (estudiante, trabajador, miembro de familia, ciudadano, etc).

Aprender a aprender: relacionado con el desarrollo de habilidades, destrezas, hábitos, actitudes y valores que posibiliten la adquisición o creación de métodos, procedimientos y técnicas de estudio y aprendizaje con el fin de seleccionar adecuadamente la información que ha de ser procesada para fijar el conocimiento de modo significativo, facultándonos para emplear dichos conocimientos al momento de discutir, negociar y aplicarlos. Recordando que todo ser humano posee un sistema de aprendizaje continuo.

Aprender a hacer: por medio del cual ponemos en marcha la capacidad de innovación, creación de estrategias, medios y herramientas combinando armoniosamente los conocimientos tanto teóricos como prácticos y el entorno sociocultural, así mismo nos

pone a prueba la capacidad de relacionarnos y trabajar en equipo manteniendo una buena actitud, iniciativa y el hecho de asumir los riesgos y aprender de las consecuencias

#### **4.9 Hoja de Información**

La función de las hojas de información es:

Preparar y entregar toda aquella información que es extraída sobre aspectos que permitan tomar conocimientos de los logros científico-técnicos, técnicos-productivos, así como las soluciones técnicas, innovaciones, etc. Estas son de dos tipos:

Hoja informativa cuyos datos pueden ser extractados de la literatura extranjera: la cual es preparada teniendo en cuenta un del flujo descendente y su característica resaltante es el tiempo breve que transcurre entre la llegada del documento original y su preparación.

Hoja informativa ramal: la cual es preparada a partir del flujo ascendente de información y en su contenido se deja entrever los logros obtenidos e introducidos en las empresas del país.

Finalmente, en toda hoja informativa se debe de colocar las referencias de las cuales es extraída la información que brinda.

#### **4.10 Hoja de procesos**

En la hoja de procesos se debe de detallar toda la información posible y con minuciosidad de todas las operaciones a realizar, así mismo se describen todas las tareas o pasos que los estudiantes realizarán de modo secuencial dentro de un proceso lógico con el fin de lograr el trabajo.

Al momento de plantear los procesos de una actividad, existe la recomendación de empleo de la ficha de procesos ISO 9001, la cual indica que:

Toda ficha de proceso es una herramienta que facilita la obtención de los fines propuestos. En otras palabras, es una buena base para el estudio de los procesos y elaboración de diagramas de procesos y procedimientos todo a nivel documentado.

En cuanto a los diagramas de procesos, se sabe que es un organizador que nos permite visualizar los elementos de entrada y salida, así mismo cada una de las tareas que componen el proceso, y permiten la secuencialidad y si existiesen desperfectos al momento de ejecutar nos ayuda a realizar las correcciones y mejoras del caso.

#### **4.11 Hoja de presupuesto**

Todo cálculo y negociación anticipada a nivel económico que se realiza frente a alguna actividad recibe el nombre de presupuesto, el mismo que representa a un plan de acción direccionado al cumplimiento de objetivo previsto, los cuales son expresados mediante términos financieros, a los cuales se deben de dar cumplimientos en el plazo establecido teniendo en cuenta las exigencias plateadas. Por otro lado, se debe de enfatizar que, el presupuesto es un instrumento de desarrollo, por medio del cual se prevee o anticipa el gasto que demanda la producción de un bien o la prestación de un servicio, así mismo se puede anticipar el precio con el cual se pondrá a la venta es decir el precio al público, lo cual es el resultado de la suma del costo (conformado por el precio de la materia primas más la mano de obra sea la directa e indirecta más el costo por mantenimiento de la maquinaria e infraestructura a emplear) más la ganancia por producción.

#### **4.12 Evaluación del Aprendizaje y realimentación**

Debe de entenderse que la evaluación es un proceso constante el cual nos posibilita saber si los conocimientos fueron adquiridos, están en proceso o no se adquirieron,

permitiéndonos tomar decisiones inmediatas para así reencaminar el proceso de enseñanza.

Ante ello Tobón, Pimienta y García (2010) mencionaron lo siguiente que:

La evaluación de las competencias se propone como un proceso continuo que se hace a medida que se llevan a cabo las actividades de aprendizaje. En contra de lo que tradicionalmente se ha hecho en la educación, la evaluación no está al final, sino que se planifica en forma paralela. Y así es como se desarrolla con los estudiantes. Por eso en el formato de la secuencia didáctica, la evaluación es paralela a las actividades y se realiza en dichas actividades, no aparte. (p. 78)

Por otro lado, en la guía de Evaluación para la Educación Técnico Productiva del 2009, el MINEDU planteó:

La evaluación es un proceso a través del cual se observa, recoge y analiza información referente a los sujetos, procesos y elementos del currículo con la finalidad de reflexionar, emitir juicios de valor y tomar decisiones oportunas para la retroalimentación del proceso formativo, y para la regulación y reajuste de la planificación curricular que contribuya a lograr la competencia laboral. (p. 8)

Las características que posee la evaluación son las siguientes:

- ✓ Continua: ya que es constante y ha de ejecutarse tanto al inicio, en el proceso y en la salida del proceso formativo.
- ✓ Flexible: ya que es consciente de la realidad de los estudiantes en cuanto a sus necesidades y características particulares y se contextualiza ante ello, adicionalmente hace más llevadero la selección y administración de los instrumentos a emplear según las características del módulo, con el fin de alcanzar los objetivos trazados.

- ✓ Integral: su tendencia es de involucrar a todos los componentes del currículo, llámense sujetos a través de la valorización de tipo cuantitativa y cualitativa del progreso formativo que desarrolla cada estudiante, así como de los elementos del currículo denominados diseño, implementación y ejecución curricular.
- ✓ Sistemática: ya que facilita el diseño pertinente de cada una de las actividades de aprendizaje, a su vez no permite organizar y desarrollar la evaluación por etapas, ello con el afán de tener conocimiento más exacto sobre los logros, posibilidades, limitaciones, avances, dificultades que los estudiantes en su conjunto o de modo individual han ido enfrentando.
- ✓ Criterial: con este tipo de característica se busca establecer comparaciones entre los estándares o criterios del sector productivo con el fin de establecer el grado de adquisición o desarrollo de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes.

#### **4.12.1. La evaluación se puede clasificar según los siguientes criterios.**

##### ***4.12.1.1 Por su función.***

Diagnóstica: su punto de partida es la ejecución previa de un análisis del contexto educativo, así como la situación real del estudiante a fin de identificar su potencial, debilidades, necesidades y carencias. Con el afán de tener en claro las metas pertinentes que faciliten la labor del docente.

Formativa: tiene por finalidad mantener informado al estudiante el progreso que va alcanzando durante su formación, así mismo, localiza todas aquellas debilidades u deficiencias que se generan al momento de desarrollar una actividad de aprendizaje y finalmente muestra la valoración que se da a la actitud del estudiante en pos de alcanzar las capacidades y competencia trazadas.

Sumativa: denominada de esa forma ya que nos posibilita la valoración de las capacidades alcanzadas por los estudiantes durante su proceso de formación, así mismo, nos permite valorar los contenidos de aprendizaje que fueron planteados en los módulos de trabajo para finalmente saber el nivel de logro que los estudiantes han alcanzado.

#### ***4.12.1.2 Por su temporalización.***

##### Evaluación de inicio

Nos permite recolectar información necesaria sobre los saberes previos de los estudiantes, para ello se debe de tomar en consideración lo siguiente:

- ✓ Si existen requisitos previos, para que los estudiantes puedan iniciar con su formación empleando el módulo.
- ✓ Se toma en cuenta todos aquellos conocimientos previos que tienen los estudiantes que permitirán la asociación y reacomodación de los nuevos conocimientos que aprenderán al momento de desarrollar el módulo, así mismo es importante tomar en cuenta la situación personal de cada estudiante tanto a nivel físico, emocional y familiar.

##### Evaluación de proceso

Cuya pretensión es la de regular el proceso de enseñanza y aprendizaje al momento que este va desarrollando las diversas actividades, tiende a valorar tanto el proceso de aprendizaje que asimilan los estudiantes, así como el proceso de enseñanza que el docente ejecuta.

##### Evaluación Final

Su objetivo es la de verificar el logro de todos aquellos aprendizajes que fueron programados en el módulo, a su vez es la de recoger los resultados obtenidos, informar sobre la interpretación de dichos resultados para luego dar pase a la toma de decisiones con el afán de realizar mejoras a futuro.

#### ***4.12.1.3 Por sus agentes.***

##### **Auto evaluación**

Es la valoración de los aprendizajes que el estudiante ejerce sobre sí mismo con el afán de tomar conocimiento de ello, ser más responsable y comprometido con su formación integral.

##### **Coevaluación**

Se relaciona con la emisión de juicios sobre los aprendizajes que se van adquiriendo y esta se da entre pares, es decir es una responsabilidad que se ejerce entre compañeros que comparten el proceso de enseñanza –aprendizaje, permitiendo una convivencia armoniosa, tolerancia, autocrítica y la solidaridad.

##### **Heteroevaluación**

Denominada de esta forma ya que se tiene el juicio que el docente ejerce sobre el nivel de logro de los aprendizajes de sus estudiantes, ya que es este quien tiene como responsabilidad el desarrollo del proceso formativo de los estudiantes y los conoce, este tipo de evaluación se ejecuta mediante instrumentos de recolección de información de los cuales la interpretación de sus resultados obtenidos es vital para tomar decisiones para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **4.13. Retroalimentación**

La guía de Evaluación de los aprendizajes del Minedu (2001) menciona:

La retroinformación, retroalimentación o feedback, es la devolución de los resultados de la evaluación de determinado desempeño o competencia a la persona que ha sido evaluada. La retroinformación, debe entenderse como el momento o espacio por el cual el docente refuerza, analiza, cuestiona u opina sobre las respuestas emitidas por el alumno. La retroalimentación que el

docente brinda al alumno lo ayudará a saber hacia dónde dirigirse y cuánto esforzarse para lograr sus metas, probando diferentes estrategias si es necesario. (p.70)

Se debe de entender finalmente que la retroalimentación es la última etapa de la evaluación, ya que, sin esta, la evaluación estaría incompleta y con poca productividad. Es importante que todo docente establezca el espacio de la retroalimentación de los conocimientos, inclusive durante la autoevaluación y coevaluación, induciendo a los estudiantes inclusive a retroalimentar los aspectos positivos del proceso vivido, para posterior a ello hacer la identificación de las dificultades generadas con el afán de brindar sugerencias en aras de mejorar el desempeño puesto en evaluación .

#### **4.13.1 Educación para el Trabajo.**

##### **Finalidad**

La implementación y adecuada conducción del área de Educación para el Trabajo tiene por finalidad el brindar la oportunidad de tener un conocimiento no solo teórico sino también práctico de aspectos que ayuden al estudiante a insertarse en el mundo laboral, afianzando su seguridad y capacidad de conseguir empleo, ante lo dicho, esto representa un reto total para las instituciones educativas.

##### **Objetivo general**

En las instituciones escolares de Jornada Escolar Completa se desarrollan las competencias para la empleabilidad, razón por la cual los docentes están llamados a brindar una formación técnica específica en armonía con las tecnologías aplicadas a la información y la comunicación y a estas se suman también el desarrollo de las competencias socioemocionales y las competencias que permitan ejercer emprendimiento, con el objetivo de transformar a los estudiantes en seres competentes y autosuficientes, con

el conocimiento y practica necesaria para asumir labores y hacerse de una profesión a futuro con mejores opciones de empleo.

**Aplicación didáctica****UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN****Enrique Guzmán y Valle****FACULTAD DE TECNOLOGÍA****Escuela Profesional de Metalmecánica**

**NIVEL** : Superior

**ÁMBITO** : Universidad Nacional de Educación

**FACULTAD** : Tecnología

**DEPARTAMENTO** : Metalmecánica

**GRADUANDO** : Eduardo Atilio Torres Vergaray

**FECHA** : 03/01/2019

**SESIÓN DE APRENDIZAJE****I. ACTIVIDAD****FACTORES DE CORTE EN EL FRESADO** Duración:

<b>II. ELEMENTOS DE LA CAPACIDAD TERMINAL</b>	<b>LUGAR</b>	<b>HORAS PEDAGOGICAS</b>
Realiza operaciones de fresado utilizando eficientemente los factores de corte y aplica las normas de seguridad tanto para el estudiante, como para la maquina	Laboratorio ( ) Planta piloto ( ) Taller (x ) Campo o granja ( ) Aula (x)	04hrs   01hr

<b>CONTENIDO</b>		
<b>PROCEDIMENTAL</b>	<b>CONCEPTUAL</b>	<b>ACTITUDINAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de los mandos mecánicos en la Fresadora Universal</li> <li>• Selección del rpm. En la caja de velocidades</li> <li>• Sujeción de la pieza a trabajar en la morsa y nivelación</li> <li>• Montaje de la herramienta de corte en la fresadora.</li> <li>• Pasada en la pieza a trabajar.</li> <li>• Regular la profundidad de corte.</li> <li>• Verificar profundidad.</li> <li>• Dar acabado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto de Fresadora</li> <li>• Tipos de Fresadoras</li> <li>• Factores de Corte.</li> <li>• Velocidad de corte</li> <li>• Velocidad de rotación de la herramienta</li> <li>• Velocidad de avance</li> <li>• Profundidad de corte o de pasada</li> <li>• Tipo de mecanizado</li> <li>• Reconoce componentes, montaje y preparación de la máquina herramienta.</li> <li>• Demostración del proceso de los factores de corte.</li> <li>• Verificación y Control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomenta el compañerismo.</li> <li>• Es solidario con sus compañeros de trabajo y apoya al equipo.</li> <li>• Conoce y aplica las Reglas de Seguridad, respetando las demarcaciones alrededor de la máquina herramienta.</li> <li>• Mantiene la maquina en buen estado fomentando la limpieza y el orden</li> </ul>

### SECUENCIA LOGICA Y METODOLOGIA DE LA ACTIVIDAD

La planificación y ejecución de los factores de corte en el fresado estará orientado a la solución de problemas y la toma de decisiones. Y se empleara, la siguiente secuencia didáctica: motivación, exploración de conocimientos previos, problematización, construcción del nuevo conocimiento, aplicación, evaluación y metacognición.

MOMENTOS Y PROCESOS PEDAGOGICOS	ESTRATEGIAS DIDACTICAS	METODOS Y TECNICAS	MATERIAL DIDACTICO	TIEMPO
<p>Motivación</p> <p>Conocimientos previos.</p> <p>Captar el interés</p>	<p>Consultar al grupo sobre las operaciones principales en la fresadora universal</p> <p>¿Cuál es la finalidad de los factores de corte en el fresado?</p> <p>¿Qué funciones cumple los factores de corte en el fresado?</p> <p>¿Cómo se identifican los factores de corte en el fresado?</p> <p>¿Cuál es la importancia de aplicación de los factores de corte en el fresado?</p>	<p>Método interactivo o de Integración docente-alumno.</p> <p>Lluvia de ideas.</p>	<p>Equipos PC</p> <p>Proyector multimedia</p> <p>Muestra modelo</p>	<p>5min.</p>
<p>Problematización</p>	<p>Identificar los factores de corte en fresado de superficie plana en la fresadora con tabla normalizadas de las maquinas herramientas</p>	<p>Método inductivo.</p> <p>Deductivo</p>	<p>Equipos PC.</p> <p>Proyector</p> <p>Multimedia</p>	<p>15'</p>

Recolección de datos	Selección de material Datos y desarrollo del proyecto	Técnica expositiva	Muestra modelo	
Proceso de tema	Concepto de Fresadoras. Tipo de Fresadoras Factores de corte Aplicación de los factores de corte Proceso de factores de corte Seguridad e higiene industrial en el mecanizado de la fresadora	Método inductivo. Deductivo Técnica expositiva	Equipos PC Proyector multimedia Muestra modelo	15'
Práctica de taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reconoce componentes, montaje y preparación de la máquina herramienta Fresadora</li> <li>•Demostración del proceso los factores de corte</li> <li>•Verificación y control</li> </ul>	Método demostrativo	Taller de maquinas Herramientas Fresadora universal Fresas de planear (accesorios) Palanca de ajuste Inst. de medición. Nivel	10min.
Evaluación	•Reparación de informe de desarrollo de proyecto		Equipos PC	5min.

	•Aplicación de la ficha de metacognición		Proyector multimedia Muestra modelo	
--	--	--	---	--

<b>EVALUACION DE LOS APRENDIZAJES</b>		
<b>CRITERIOS DE EVALUACION</b>		
Programación de los factores de corte en el fresado en un proyecto tecnológico. Tallado de ranura helicoidal		
<b>INDICADORES</b>	<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Identifica y aplica los factores de corte en el fresado en un proyecto tecnológico	Expositivo Demostrativo Método de proyectos	Fichas de observación Formatos de Planificación Metacognición
Criterios de evaluación: actitud ante las normas		
Responsabilidad en la planificación y ejecución de los factores de corte en el fresado en un proyecto tecnológico.	Ejercicios de calculo Practica en taller	Lista de cotejo Actitud ante las normas



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION

Enrique Guzmán y Valle

FACULTAD DE TECNOLOGIA

Escuela Profesional de Metalmecánica

### FICHA METACOGNITIVA

**NIVEL** : Superior

**ÁMBITO** : Universidad Nacional de Educación

**FACULTAD** : Tecnología

**DEPARTAMENTO** : Mecánica de Producción

**GRADUANDO** : **Eduardo Atilio Torres Vergaray**

**FECHA** : 03/01/2019

La metacognición

Es la capacidad que tiene un individuo de conocerse a sí mismo y de autorregular su propio aprendizaje, es decir planificar estrategias para cada situación, aplicar y saber controlarlas facilitando la educación de la propia persona, como consecuencia detectar las posibles fallas del individuo.

**PARTICIPANTE:** .....

**REFLEXIONANDO SOBRE LO APRENDIDO**

1. ¿qué conocimientos adquirimos?

.....

2. ¿Con que procesos lo adquirimos?

.....

3. ¿Con que estrategias lo hicimos?

.....

4. ¿cómo podemos mejorar?

.....

5. ¿para qué nos sirve lo que aprendimos?

.....



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION

Enrique Guzmán y Valle

FACULTAD DE TECNOLOGIA

Escuela Profesional de Metalmecánica

### HOJA DE PROCESOS

#### I. DATOS INFORMATIVOS

**NIVEL** : Superior  
**ÁMBITO** : Universidad Nacional de Educación  
**FACULTAD** : Tecnología  
**DEPARTAMENTO** : Metalmecánica  
**GRADUANDO** : Eduardo Atilio Torres Vergaray  
**FECHA** : 03/01/2019

#### II. TEMA:

**EMPLEA FACTORES DE CORTE EN EL PROCESO DE FRESADO**

#### III. INFORMACION PREVIA

El fresado se ejecuta en la fresadora universal, las alternativas son: con el cabezal vertical, o con el eje horizontal, esta vez se hará uso del eje vertical y utilizaremos a la vez una herramienta de corte denominada fresa de planear.

#### IV. HERRAMIENTAS Y MATERIALES

- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 4.1. Máquina Herramienta: Fresadora | 4.5. Pieza a planear                 |
| 4.2. Fresa de planear               | 4.6. Lima de desbaste bastarda plana |
| 4.3. Morsa                          | 4.7. Llave, nivel, pernos y otros.   |
| 4.4. Calzos                         |                                      |

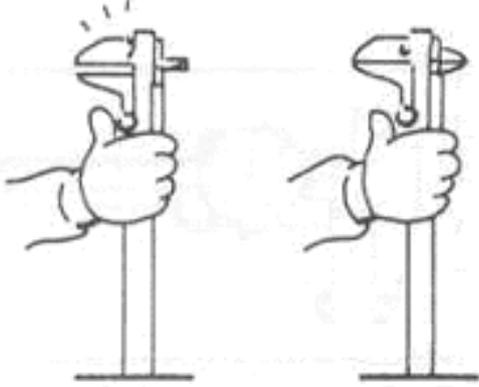
#### IV. MEDIOS Y MATERIALES DIDACTICOS

5.1. Pizarra	5.4. Proyector multimedia
5.2. Plumones	5.5. Lap top
5.3. Motta	

#### V. DESARROLLO CIENTIFICO

N°	DESCRIPCIÓN	PROCESO
01	Verificación de la Máquina Herramienta: Fresadora Universal de los mandos mecánicos.	
02	Selección de las revoluciones por minuto en la caja de velocidades.	

03	Sujeción de la pieza a trabajar en la morza y nivelado.	
04	Montaje de la herramienta de corte en la fresadora en el eje vertical.	
05	Fresado de la pieza a trabajar.	

06	Regular la profundidad de corte por pasada.	
07	Verificar profundidad y ancho de la ranura trabajada.	 <p data-bbox="794 1196 1326 1240">Verificando el medidor de profundidad</p>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION**

**Enrique Guzmán y Valle**

**FACULTAD DE TECNOLOGIA**

**Escuela Profesional de Metalmecánica**

## **VI. DATOS INFORMATIVOS**

**NIVEL** : Superior

**ÁMBITO** : Universidad Nacional de Educación

**FACULTAD** : Tecnología

**DEPARTAMENTO** : Mecánica de Producción

**GRADUANDO** : Eduardo Atilio Torres Vergaray

**FECHA** : 03/01/2019

## **HOJA DE EVALUACION**

**Tarea: marque con una (V) o (F) donde corresponda.**

### **1. Los tipos de fresadoras se clasifican por:**

- a) El número de ejes ()
- b) Por su movimiento horizontal ()
- c) Por el giro de la pieza ()
- d) Por la orientación del eje de giro ()

**2. Utiliza fresas cilíndricas**

- a) Fresadora Manual ()
- b) Fresadora de cuatro ejes ()
- c) Fresadora vertical ()
- d) Fresadora horizontal ()

**3. Complete la palabra correspondiente:**

Se define como.....la velocidad

lineal de la periferia de la fresa u otra herramienta que se utilice en el fresado.

- a) Velocidad de rotación de la herramienta
- b) Velocidad de corte
- c) Velocidad de avance
- d) Espesor y sección de viruta.

**4. Una de estos artículos no corresponde a Norma de seguridad. (marque con un aspa)**

- a) Utilizar ropa de algodón ()
- b) Utilizar gafas de seguridad ()
- c) Mantener el lugar siempre limpio ()
- d) Usar solo el reloj en la mano ()

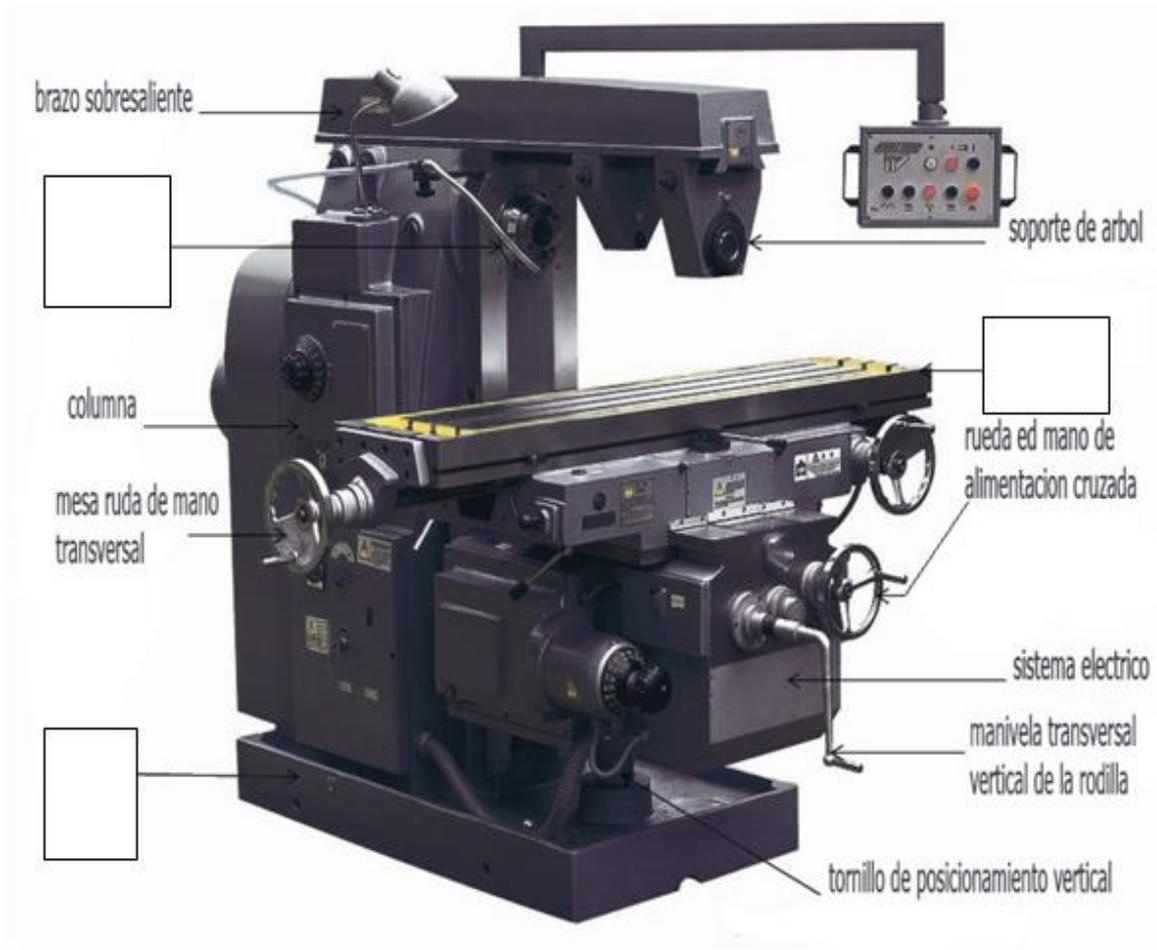
**5. Nombrar 3 factores de corte en el fresado.**

.....

.....

.....

6. Complete los nombres faltantes



1. ....

2. ....

3. ....

## Síntesis

El presente trabajo de investigación consiste en la descripción de un tema muy importante en las maquinas herramientas: “EL FACTOR DE CORTE EN MAQUINAS” la multiplicación es un factor importante en todas las herramientas de corte,

La investigación se basó en una metodología conocida la receptación de bibliografía al respecto incluyendo monografías de la biblioteca de la UNE cabe mencionar el trabajo del Sr. Hernán Zapata Venegas, el cual proporciono muchos datos, que indudablemente están en internet, pero incluidos en un trabajo merece una mención aparte.

Indudablemente mucho se ha escrito al respecto. Existen infinidad de libros sobre el tema FACTOR DE CORTE, pienso que transcribir, resumir, copiar, pasar del internet a una elaboración de un texto tiene como resultado el aprendizaje significativo., siempre hay aportes a pesar de leer el texto se encuentra siempre nuevos datos que alimentan el conocimiento de quien investiga. Repito tema conocido, pero jamás va a perder vigencia, buscar libros para captar el conocimiento es una labor sacrificada puesto que los textos actualizados tienen un costo en algunos casos inalcanzables, por su precio.

Me he esforzado, aun no soy especialista en fresadoras, pero las maquinas herramientas tienen ese concepto arrancan virutas y son máquinas fabricadas para un trabajo específico, más aún ahora que existen los CNC.

He querido dar un aporte, pero creo yo que a mí me hace reflexionar sobre la importancia que tiene en nosotros el estudio sobre la materia en especial a los mecánicos.

Que ello me sirva para entender que en una cuantas paginas va a ser difícil tratar tan interesante tema.

### **Apreciación crítica y sugerencias**

El presente trabajo se ha realizado consultando con docentes del área, y he arribado a la conclusión que:

Existe bibliografía en abundancia con respecto al tema.

El trabajo en esta máquina herramienta denominada fresadora existen en muchos talleres del cinturón de la ciudad denominado zona industrial pero que estas máquinas están en talleres de mediana categoría, los talleres más grandes y factorías tienen ya máquinas fresadoras CNC (computarizadas).

Los materiales que se trabajan con estas máquinas varían tanto metales como no metálicos.

El trabajo en estas máquinas de acuerdo a su diseño (fresadora) se adaptan a distintos tipos de trabajos tanto en ingeniería, como en la salud, e industrias afines.

Las fresadoras deben de contar siempre con sistemas de seguridad para la protección tanto del trabajador como de la maquina

Todos los que trabajan en estas máquinas tienen que saber utilizar equipos de protección a su persona en los momentos de trabajar con la fresadora y así ser eficaces y efectivos

Las fresadoras cuentan con varias velocidades y eso va en función de la pieza a trabajar (tamaño) también tiene que ver si hay movilidad en la mesa de trabajo (avances) y el cálculo de la trayectoria de la fresa y así obtener buenos resultados.

## Referencias

- Aldabaldetrecu, P. (2000) *Maquinas y Hombres. Fundación Museo de Máquina Herramienta*. Elgoibar. Guipuzcoa.
- Cruz, F. (2005). *Control numérico y programación*. Edit. Marcombo. Ediciones técnicas Madrid.
- Garmo, P., T, R., Kohser, A. (2008) *Materiales y procesos de fabricación*. Editorial Reverté, S. A.
- INDEX (2018). *Centro de torneado-fresado CNC G220*. Recuperado de:  
<https://www.directindustry.es/prod/index-werke/product-5689-1612698.html>
- Industrias Mycenter (2019). *Fresadora CNC Fresadora CNC. Mecanizamos todo tipo de materiales*. Recuperado de: <https://industriasmycenter.com/servicios-imc/fresadora-cnc/>
- Krar, S. Check, A. (2005) *Tecnología de Máquina Herramienta*. Editorial alfa y omega.
- Larburu, N. (2004). *Maquinas Prontuario. Técnicas Maquinas herramientas*. Madrid: Thomson Editores.
- Monografías (2011). *Factores de corte en el fresado*. Recuperado de:  
<https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado>.
- Sponsored Content (2011). *Tipos de fresadoras. Maquinas, Herramientas y CNC*.  
 Recuperado de: <https://pyrosisproject.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/>
- Zapata, H. (2014) *Monografía Factores de corte en el fresado Examen de suficiencia Profesional*. Universidad Nacional de Educación.

**Apéndice**

Apéndice A. Hojas de información..... 121

## Apéndice A. Hojas de información



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION**  
**Enrique Guzmán y Valle**

**FACULTAD DE TECNOLOGIA**  
**Escuela Profesional de Metalmecánica**

**HOJA DE INFORMACION**

**I. DATOS INFORMATIVOS**

**NIVEL** : Superior

**ÁMBITO** : Universidad Nacional de Educación

**FACULTAD** : Tecnología

**DEPARTAMENTO** : Mecánica de Producción

**GRADUANDO** : Eduardo Atilio Torres Vergaray

**FECHA** : 03/01/2019

**II. TEMA**

2.1. Conoce los fundamentos teóricos de los factores de corte en el fresado.

2.2. Muestra interés por el tema y el proceso de trabajo.

**III. DEFINICION**

**1.1. Concepto de fresadora.**

Se denomina fresadora a una máquina herramienta la cual posee un eje horizontal o en otros casos puede ser en dirección vertical por medio del cual se ejecuta una actividad mecanizada por arranque de viruta a través de la herramienta rotativa llamada fresa la cual posee varios filos de corte. Mediante el fresado es factible otorgar forma a través del corte a materiales tales como madera, acero, fundiciones de hierro, metales no férricos, material sintético e inclusive superficies planas brindándole curvas de



entalladura, ranuras, dentado, y más. Adicionalmente, con toda pieza fresada se tiene la posibilidad de ser desbastadas o afinadas. En caso de fresadoras convencionales, las piezas son acercadas a las zonas de corte (fresa), para poder producir diversas formas desde superficies planas u otras más complejas.

Para los inicios del siglo XIX, las fresadoras llegaron a ser máquinas básicas dentro del rubro mecanizado. Debido a la integración del control numérico, son consideradas como las más polivalentes máquinas herramientas a razón de la diversidad de mecanizados que ejecutan, así como su flexibilidad que posibilita el proceso de fabricación. La gran variedad de procesos mecánicos más el incremento de la competitividad global ha dado pie a una amplia variedad que toman diferencia de acuerdo al sector donde se utilicen. En añadidura a lo mencionado, manifestaremos que los procesos técnicos de diseño, así como de calidad que se han implementado en la herramienta de fresar, generaron la posibilidad de corte muy altos, cuya consecuencia es la reducción de los tiempos de mecanismo. cabe mencionar, que teniendo en cuenta todas las diferencias existentes entre las fresadoras sean por razones de accesorios, características técnicas y empleabilidad, se demanda personal idóneo para el manejo y programación de las mismas, llámense programadores o fresadores.

A su vez, esta actividad a desarrollar con la fresadora, demanda adecuadas condiciones de trabajo en el aspecto de seguridad y salud para los trabajadores, quienes están en contacto o manipulación de elementos móviles, cortantes, líquidos tóxicos que son empleados para la refrigeración y lubricación del corte, a su vez se debe de procurar el adecuado mantenimiento a las maquinas como a la infraestructura a fin de evitar daños en las mismas, así como en el producto final o semielaborado.

**1.2. Introducción del control numérico.**

En la década de los 40 John T. Parsons inventor americano nacido en Detroit en el año de 1913 junto con su empleado Frank L. Stulen fueron



los responsables del primer desarrollo en el área del control numérico por computadora (CNC).

Por su parte, el control numérico comprende una diversidad de procesos, cuyas aplicaciones se dividen en dos categorías: las aplicaciones con máquina herramienta llámese taladro, fresado, laminado otorneado, y, por otro lado, tenemos a las que son sin máquina denominados como ensamblaje, trazado, oxicorte, o metrología.



En el caso de las aplicaciones de control numérico rige un principio de operación común que consiste en el control de la posición relativa de una herramienta o llamado de otra forma el elemento de procesado en relación al objeto a procesar. En sus inicios todo lo que correspondía a desplazamientos se ejecutaban de punto a punto empleando entaladradoras. Posterior a ello, una nueva generación de máquinas herramientas fueron creadas a raíz de la invención de las funciones referidas a la interpolación lineal así como la circular y el cambio automático de herramientas con la que es posible taladrar, roscar, fresar e inclusive torneare y recibieron la denominación de centros de mecanizado en lugar de fresadoras.

### 1.3. Tipos de fresadoras.

En cuanto a las fresadoras, estas serán clasificadas, teniendo en cuenta aspectos tales como: la orientación del eje de giro o el número de ejes de operaciones. Ahora mencionaremos las clasificaciones más usuales.

#### 1.3.1. Por el número de ejes

La cantidad de ejes que una fresadora posea, permite determinar las opciones de movimiento a ejecutar por esta, en otras palabras, a mayor número de ejes, mayor opción de movimiento o mayor grado de libertad.

Cabe resaltar que al hablar de ejes, nos referimos a los ejes del sistema cartesiano, (X, Y, Z,...). En suma, existen tres tipos:

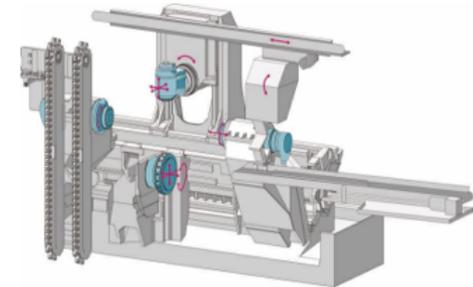
#### a) De tres ejes.

Cuyos movimientos se dan de modo horizontal, vertical y oblicuo. En el caso del movimiento oblicuo resulta de la combinación de movimientos entre mesa, ménsula y husillo. Ello posibilita el control en relación al movimiento relativo existente entre la máquina herramienta y la pieza, por cada uno de los tres ejes del sistema cartesiano.



#### b) De cuatro ejes.

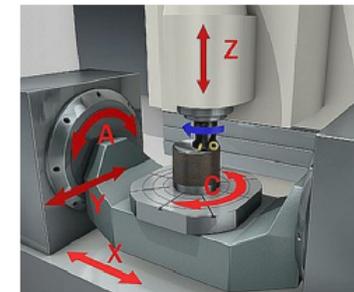
Este tipo de fresadoras, ejecutan todos los movimientos descritos en el tipo anterior, teniendo como agregado el control de giro de la pieza, sobre uno de los ejes, ello en consecuencia a que posee un plato giratorio o mecanismo divisor. Siendo así, este tipo de fresadoras son exclusivas para producir superficies labrando sobre patrones cilíndricos como por ejemplo el labrado de ejes estriados o engranajes.



#### c) De cinco ejes.

Cuentan con todas las bondades de todas las fresadoras antes descritas; incluidas dos características más:

La primera es que posibilita el control de giro de la pieza sobre dos de sus ejes, siendo uno de ellos de tipo perpendicular al husillo mientras que el otro es de tipo paralelo (similar al caso de el de cuatro ejes, que se obtiene a través de un plato giratorio o mecanismo divisor). Y por otro lado, nos posibilita el giro de la pieza sobre un eje horizontal facilitando de este modo que la herramienta se incline alrededor de un eje, perpendicular al anterior.



Es te tipo de fresadoras son empleadas para trabajos de alta complejidad.

La foto corresponde a una máquina de 5 ejes con mesa giratoria, se debe tener en cuenta que la mesa puede ser fija y dotando al cabezal de articulaciones para inclinarlo o rotarlo.

### 1.3.2. Por la orientación del eje de giro

#### a) Fresadora Manual.

La máquina Fresadora más sencilla es la operada manualmente.

De las cuales podemos hallar la del tipo de columna y ménsula denominada de otro modo como “*de superficie*” o del de mesa montada en bancada fija cuyo otro nombre es “*vertical de banco*”.

Las mencionadas maquinas poseen un eje o husillo horizontal donde se monta la fresa. La mesa de trabajo posibilita la cantidad de tres movimientos sobre el eje cartesiano. El avance de la pieza hacia la fresa debe de ejecutarse de modo manual, a través de un tornillo vertical accionado por un volante o cabe la posibilidad de que también e pueda realizar mediante una leva o palanca. En algunos modelos, el tornillo viene provisto de un rodamiento de precisión, lo cual permite trasladar el cabezal de manera suave y compensada.

Comúnmente las máquinas que se operan a mano, son empleadas en trabajos de producción, pero a nivel de operaciones simples como por ejemplo: corte de ranuras, pequeños cuñeros y acanalados.

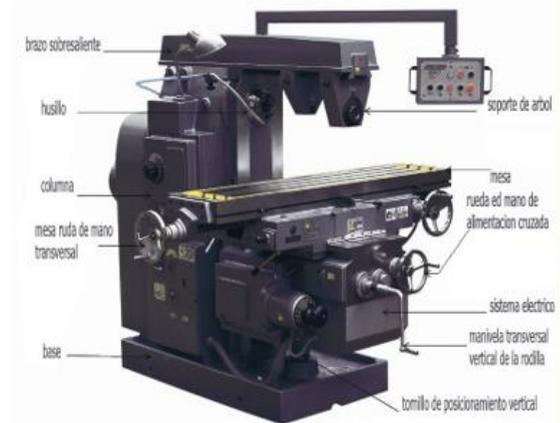
Cabe mencionar que existen modelos de fresadora vertical manual de banco, las cuales emplean adaptadores para convertirse en alesadoras horizontales de banco; ampliando considerablemente las posibilidades de trabajo que estos tipos de máquina herramienta brindan.



#### b) Fresadora horizontal.

Fresadora horizontal emplea fresas cilíndricas las cuales se colocan sobre un eje horizontal las cuales son accionadas por los cabezales de las máquinas y se apoyan de un extremo por dicho cabezal mientras que por el otro se lo hace sobre un rodamiento situado en lo que técnicamente

conocemos como carnero. Esta máquina esta principalmente diseñada para realizar trabajos de ranurado, con diferentes perfiles o formas de las ranuras, teniendo en cuenta que exista la posibilidad de realizar varias ranuras paralelas, estaríamos a su vez hablando de la posibilidad de aumentar la productividad siendo esto posible al momento de montar en el eje portaherramientas varias fresas conjuntamente formando un tren de fresado.



#### c) Fresadora vertical.

En el caso de la fresadora vertical, tendremos en cuenta que el eje del husillo está orientado verticalmente, perpendicular a la mesa de trabajo. Las fresas de trabajo de corte se montan en el husillo y giran sobre su eje. En líneas generales, se genera el desplazamiento vertical, bien en el huesillo, o bien en la mesa, permitiendo de esta forma la profundización del corte.

En cuanto a las fresadoras verticales, existen dos tipos: la primera denominada fresadora de



banco fijo o de bancada y la segunda responde al nombre de fresadoras de torreta o de consola. En una fresadora de torreta, el husillo se mantiene estacionario en el tiempo que ocurren las operaciones de corte y la mesa se mueve tanto horizontalmente como verticalmente. Mientras que, en las fresadoras de banco fijo, la mesa se mueve solo perpendicularmente al husillo, mientras que el husillo en sí se mueve en dirección paralela a su propio eje.

#### d) Fresadora universal.

La característica de este tipo de fresadoras es que el carro gira alrededor de un eje vertical. Mientras que la fresa va en sentido horizontal, en el husillo. Este tipo de fresadora está elaborado con el objeto de encontrar un alto grado de versatilidad y control, generando una buena productividad como resultado. Lastimosamente, pese a los beneficios que pueda generar, estas no son recomendables para realizar trabajos pesados ya que tiene guías cortas. La justificación valdría al hecho de que las guías sean cortas es el de posibilitar el giro de la máquina evitando contacto alguno con el cuerpo del operario o trabajador asignado a su manipulación.

Los movimientos de la pieza a labrar en este tipo de máquinas, llegan a ser controlados mediante la combinación ménsula, carro porta mesa y mesa. Cabe resaltar que la fresadora universal tiene un cuarto movimiento lo cual la faculta de realizar el giro horizontal. Dichas características de giro permiten tener producción muy buena en lo que refiere a cortes de helicoidales, por ejemplo: brocas, algunos engranajes, fresas, etc.

Pueden equiparse con una serie de añadiduras, un cabezal acoplado al husillo, que permiten el fresado vertical. Por consiguiente, la fresadora universal trabaja tanto de modo horizontal como vertical. Esto unido al



dispositivo de mesa giratoria, así como al resto de accesorios, provee a este tipo de fresadoras con la capacidad de convertirse en máquina para hacer otras herramientas.

En éstas y en las horizontales, el puente se desliza de atrás a delante y al revés, sobre guías. Este tipo de puente es conocido, entre los trabajadores del sector, como *carnero*.

#### e) Fresadora especial.

Fresadora especial diseñada para realizar un mecanizado interior. Esta máquina mecaniza la intersección de dos cavidades, de manera que se asegure que no existan virutas o elementos desprendibles.

La máquina dispone de dos ejes controlados, así como de un sistema de soplado con aproximación, que se introduce dentro de la cavidad, para limpiar las virutas producidas en el mecanizado.



#### f) Fresadoras circulares.

Con las fresadoras circulares se pueden realizar trabajar con uno o varios cabezales verticales, ocasionando que cada uno de estas puedan realizar una función diferenciada en el proceso de fabricación.

Para este tipo de máquinas se ha diseñado una gran mesa circular, giratoria, sobre la cual se desplaza el carro porta herramientas. Una de las bondades de esta fresadora es que permite mecanizar una



pieza por un lado mientras que por el otro podemos montar y desmontar piezas a la par.

**g) Fresadoras copiadoras.**

Mediante este tipo de fresadora se reproducen copias de un modelo en las piezas que se han de mecanizar.

Tal cual indica su nombre, este tipo especial de fresadoras está ideado para reproducir copias de un modelo, en las piezas a mecanizar. Es por ello que tienen dos mesas: una diseñada para el trabajo en donde está sujeta la pieza a fresar, y la otra, de tipo auxiliar, en la que se coloca el modelo a copiar.

Su movimiento únicamente se da en sentido horizontal. Además, se debe mencionar que su eje está situado en sentido perpendicular a la mesa, en un mecanismo semejante al de un pantógrafo. Se le incorpora el palpador que es una pieza que se encarga de palpar el modelo a copiar, sigue el contorno del modelo a copiar y paso seguido, la herramienta portafresa copia el movimiento descrito por él, y va labrando la nueva pieza. Su principal uso radica en la reproducción de figuras, grabados o planos.

ciertos modelos de fresadoras copiadoras no tienen los palpadores, sino que trabajan las copias con base en una serie de sistemas electrónicos, electro-hidráulicos o hidráulicos.

Dentro de este grupo de fresadoras, también existen máquinas de tamaño significativo, las cuales están destinadas a copiar piezas de tipo tridimensional Su uso está destinado a la elaboración de



coquillas para fundiciones, matrices, etc.

**h) Fresadora de Pórtico.**

Las fresadoras especiales de pórtico o denominadas de otra forma como de puente, poseen dos movimientos, uno vertical y el otro transversal.

La pieza a labrar tiene movimiento longitudinal.

El eje o cabezal portaherramientas debe de estar ubicado en dirección vertical sobre una estructura la cual está constituida por dos columnas, las que se ubican a ambos lados de la mesa. Su principal bondad es la de elaborar piezas de gran dimensión como coronas y tornillos sinfín, así como engranajes cilíndricos o helicoidales, o platos de transmisión a cadena.



Dentro de este tipo de máquinas existen algunos modelos que cuentan además con un par de cabezales horizontales, ubicados uno a cada lado de la mesa, cuyo desplazamiento es vertical. No obstante, sus ejes describen un desplazamiento horizontal. Lo mencionado, permite que este modelo posea un gran número de movimientos, dándole mayor libertad y mayores posibilidades de labrado de piezas.



**i) Fresadora de puente móvil.**

En este tipo de máquina, su movimiento es similar al de un puente

grúa. Es empelada fundamentalmente para mecanizar piezas que posean dimensiones considerables, como las destinadas al campo de la aeronáutica, u otros destinados a las fundiciones.

Se debe de recalcar que la mesa en este tipo de fresadora se mantiene sin movimiento, y que el movimiento se da en la herramienta que se desplaza a lo largo de la pieza a mecanizar, mediante de una estructura que guarda mucha similitud con un puente grúa.

Son perfectas cuando el trabajo requiere poca fuerza, y también para aquellas actividades que se dan a largas distancias y alturas considerables.

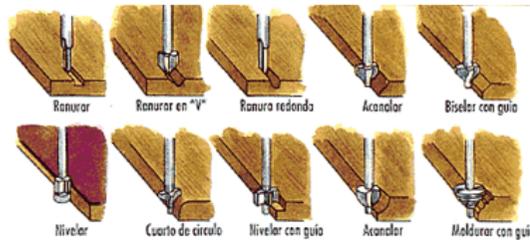
En cuanto a sus desventajas podemos mencionar que no poseen mucha flexibilidad, ya que tienen un motor o inclusive dos motores de gran tamaño y peso.

Figura 16 Fresadora de puente móvil/  
pyrosisproject.wordpress.com/2011/09/08/por-la-orientacion-del-eje-de-giro/

#### j) Fresadoras para madera.

Denominadas de este modo a las máquinas que emplean una herramienta rotativa la cual se emplea para fresar superficies planas de madera y están acondicionadas para tolerar una jornada de trabajo larga en la madera o sus derivados, especialmente en lo que respecta al bricolaje y la ebanistería, permitiendo la elaboración de cajeados (necesarios para alojar bisagras o cerraduras), ranurados (machimbrados o juntas de cola), perfiles (molduras, etc.), grabados en 3D y cortes de cualquier tipo.

Cabe resaltar que las fresas para este tipo de máquinas están diseñadas



con dientes mayores y más espaciados en comparación a las fresas empleadas para el mecanizado del metal.

#### 2.2. Planchado

Se denomina de esta forma a la operación de mecanizado mediante la cual se deja una superficie plana de cualquiera sea el brote que no se desea que el material tenga; la misma que está definida por;

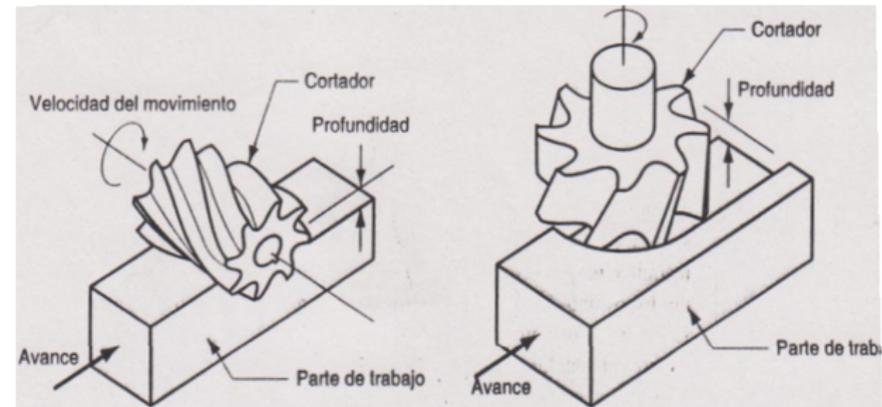
Tres puntos no alineados.

Una recta y un punto fuera de ella.

Dos líneas paralelas.

Dos líneas que se cortan.

En el proceso del fresado, los planos, han de obtenerse mediante dos métodos principales.



El primero de ellos, es mediante los dientes frontales de una fresa o un plato de cuchillas que giran en redor de un eje perpendicular al plano geométrico ideal. Cabe mencionar que cada uno de los dientes genera una cicloide situada en un plano, a consecuencia de dos movimientos: el primero de ellos que es circular, en cual es aplicado a la fresa, y otro que es de carácter rectilíneo el cual es aplicado a la pieza o herramienta.

Y el segundo es cuando los dientes de la fresa cilíndrica giran sobre su propio eje y a su vez la pieza se moviliza sucediendo una recta que se haya en dirección constante en relación a la generatriz a la fresa. Cada generatriz A de la fresa que se encuentra en contacto con la pieza llega a conformar la generatriz de la superficie, y la recta B, que se encuentra

perpendicular a esta, logra la denominación de directriz la cual señala la dirección del desplazamiento.

### 3.1. Consideraciones generales para el fresado.

Con el fin de obtener una producción de buena calidad deben de cumplirse ciertos requisitos, tales como, el hecho de tener una óptima rigidez de la máquina y que esta a su vez posea la potencia suficiente con el objeto de emplear las herramientas que más convengan, añadiendo a lo mencionado, debe de emplearse el menor voladizo de la herramienta con el husillo que sea factible.

En relación a las herramientas de fresar, se debe de adecuar la cantidad de dientes, labios o plaquitas de las fresas teniendo sumo cuidado en la no existencia de demasiados filos que se hayan trabajado simultáneamente. Por otro lado, en relación al diámetro de las fresas de planear estas deben ser las más adecuadas según la anchura de corte.

En lo que respecta a los parámetros de corte el avance de trabajo a seleccionar debe de ser por diente y debe ser el más adecuado según las características del mecanizado, el material de la pieza, las características que debe poseer la fresa, la calidad y precisión requeridas para la pieza y por último y no por ello menos importante es la evacuación de la viruta. En de suma importancia que el fresado sea en concordancia y también se empleen plaquitas de geometría positiva, o dicho de otro modo que posean ángulo de desprendimiento positivo. En el caso del refrigerante debe de ser empleado siempre en cuando sea necesario, ya que el proceso de fresado es mejor sin este elemento en la mayor parte de aplicaciones de las plaquitas de metal duro.

### 3.2. Problemas habituales en el fresado.

En el proceso de fresado cabe la posibilidad de tener que lidiar con diversas dificultades que podrían generar disminución en su calidad.

En el caso de las vibraciones que se perciban en exceso cabe la posibilidad que surjan a raíz de fijaciones incorrectas o que su rigidez sea poca, o que la pieza este siendo deformada a consecuencia de la incidencia de cada diente de la fresa. Además, el fresado en oposición genera más vibraciones en comparación al fresado en concordancia. Dichas vibraciones generan un efecto de afectación a las tolerancias dimensionales, así como a las rugosidades obtenidas, en vista de ello, es fundamental propiciar y obtener la armonía entre la herramienta y su movimiento de corte junto con la pieza

y máquina con el objeto de maximizar el mejor acabado. Otras causas que podemos manifestar que generan estas imperfecciones en las superficies mecanizadas son las denominadas alteraciones de los filos de corte, a su vez también se ven afectadas por la ausencia del mantenimiento de las máquinas y para completar esta parte mencionaremos también el hecho de manipular o usar de manera incorrecta los utillajes.

Problemas habituales		Causas posibles									
		Velocidad de corte		Velocidad de avance		Profundidad de corte		Tipo de fresa			
		Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Poco dura	Poco tenaz	Radio de punta grande	Ángulo de desprendimiento pequeño o negativo
Alteración de los filos de corte	Desgaste de la superficie de incidencia	X						X			
	Entallas en el filo	X						X			
	Craterización o deformación plástica	X		X				X			X
	Filo de aportación (viruta soldada en el filo)		X								X
	Pequeños astillamientos		X						X		X
	Rotura de dientes			X		X			X		
	Virutas largas				X		X			X	
	Vibraciones	X			X	X				X	X

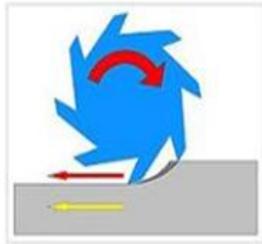
### 3.3. Factor de corte en el fresado

Existen factores tecnológicos, los cuales se deben de tener en consideración en el proceso de fresado, los cuales serán mencionados a continuación:

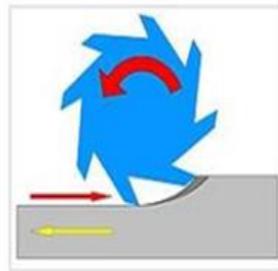
- Elección del tipo de, máquina, accesorios y sistemas de fijación de pieza y herramienta más adecuados.
- Elección del tipo fresado: frontal, tangencial en concordancia o tangencial en oposición.
- Elección de los factores de corte: velocidad de corte ( $V_c$ ), velocidad de giro de la herramienta ( $n$ ), velocidad de avance ( $V_a$ ), profundidad de pasada ( $p$ ), anchura de corte ( $A_c$ ), etc.

No existe una sola postura al momento de dar la designación a los procedimientos del fresado dentro de lo que corresponde al sector mecanizado. Como por ejemplo al fresado tangencial es conocido también

como fresado periférico, en el caso del fresado cilíndrico lo denominan fresado helicoidal, bien es sabido que existen dos tipos de fresados tangenciales denominados: fresado en concordancia o conocido también



**FRESADO EN CONCORDANCIA, O HACIA ABAJO ARRIBA.**



**FRESADO EN OPOSICIÓN, O HACIA ARRIBA.**

como fresado hacia abajo, o fresado equicorriente, y el segundo es el fresado el cual recibe también las denominación es de fresado hacia arriba, o fresado normal. }

Característica del fresado en concordancia, es que la herramienta ha de girar manteniendo el mismo sentido en el que la pieza ha de avanzar. Este tipo de fresado es también conocido como fresado hacia abajo debido a que, cuando el eje de giro de la fresa es horizontal, en dirección hacia abajo se encuentra el componente vertical de la fuerza de corte. Por otro lado, el fresado en oposición o como mencionamos líneas anteriores denominado hacia arriba, su procedimiento es contrario al mencionado, ya que, la herramienta gira en sentido contrario al avance de la pieza mientras que el componente vertical de la fuerza de corte va en direccionado hacia arriba.

En caso que la máquina, la herramienta, así como los utillajes posibiliten la tarea, el fresado en concordancia es el más recomendado cuando se pretende obtener una buena calidad en la superficie mecanizada.

Si nos refiriésemos al fresado en oposición, debemos de tener en cuenta que tanto el espesor de la viruta, así como la presión de corte aumentan a medida que la herramienta avanza, demandando menor potencia para la máquina. Punto clave a tener en cuenta es que este método tiene algunos inconvenientes como el hecho de que genera vibraciones en la máquina y en consecuencia la calidad superficial del mecanizado es no

óptima. Otro inconveniente a mencionar que se debe de tener especial cuidado con la sujeción de la pieza ya que el empuje de la herramienta tendera a expulsarla del amarre.

Complementando información, debemos de considerar que, en el fresado en concordancia, debemos de saber que el corte de la pieza es iniciado por los dientes de la fresa obteniendo el máximo espesor de la viruta, es por ello que ha de demandar un esfuerzo mayor de corte a comparación del fresado en oposición. Otro aspecto a tener en cuenta en este tipo de fresado es que, al momento de retirar la pieza, en la viruta podremos visualizar un menor espesor y a su vez la presión que se genera en el trabajo es también menor obteniendo como producto un mejor acabado de la superficie mecanizada. Para este tipo de fresado se debe de contar con máquinas de mayor potencia y rigidez. También debemos de resaltar que en este fresado la sujeción de la pieza se ve favorecido ya que existe la tendencia de apretarla hacia abajo.

En necesario tener en cuenta que cuando la fresa esté cortando que los movimientos de avance que se ejecuten sean en dirección radial, siendo así esto permitirá que los filos de corte se desgasten con mayor lentitud. Por otro lado, si se tratasen de movimientos de profundización, estos deben de realizarse en vacío preferentemente o caso contrario dichas perforaciones iniciales deben de realizarse empleando otras herramientas llámense brocas o coronas trepanadoras. Tener también en cuenta que, si se diese el caso del uso de plaquitas redondas en fresas de perfilar la dirección de avance es diferente.

### 3.4. Velocidad de corte

Se denomina velocidad de corte a la velocidad lineal de la periferia de la fresa u otra herramienta que se empleada en el fresado. La velocidad de corte, es denotada en metros por minuto (m/min), la misma que debe de ser seleccionada previo al inicio del mecanizado y el asignarle un valor adecuado dependerá de factores como la calidad y el tipo de fresa a utilizar, la dureza y maquinabilidad que posea el material a mecanizar y de la velocidad de avance a emplear. Por otro lado, la maquina puede presentar limitaciones relacionadas a la gama de velocidades con las que fue diseñada, la potencia que tengan sus motores y la rigidez de la fijación de la pieza y la herramienta.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que cada filo de la fresa ejerce un trabajo intermitente en lo que se relaciona a la pieza, es decir solo corta por una fracción de tiempo por cada revolución de la herramienta, alcanzando una temperatura inferior a comparación de la que alcanza un torno, a nivel general se llega a la conclusión que se emplean velocidades de corte mayores y que la fresa en conjunto hace un trabajo no intermitente, ya que existe un filo de corte en fase de trabajo.

### **3.5. Velocidad de rotación de la herramienta.**

En el caso del husillo portaherramientas, comúnmente su velocidad de rotación es expresada en revoluciones por minuto (rpm). Por otro lado, en el caso de fresadoras convencionales existe una limitada gama de velocidades, las cuales han de depender de la velocidad de giro del motor principal y a su vez del número de velocidades que tenga la caja de cambios de la máquina. Si se tratase de las fresadoras de control numérico, la velocidad en estas ha de controlarse mediante un sistema de realimentación por medio del cual se hace la selección de la velocidad la cual está dentro de un rango de velocidades.

En cuanto a la velocidad de rotación de la herramienta, ésta es directamente proporcional a la velocidad de corte y a su vez es inversamente proporcional a su diámetro.

### **3.7. Profundidad de corte o de pasada.**

La profundidad de corte o profundidad de pasada ( $p$ ) se puede entender como la profundidad de la capa que se arranca de la superficie de la pieza al momento en que pasa la herramienta, comúnmente se registra en milímetros (mm). A su vez, es necesario saber que la anchura de corte ( $s$ ), expresado también en mm, llega a ser la anchura de la parte de la pieza que es sometida a corte. Es importante tener en cuenta estos parámetros debido a la influencia que tiene en el cálculo de la sección de viruta y consecuente en la fuerza de corte necesaria para poder realizar el mecanizado.

La profundidad de pasada se establece antes de y se debe de entender que está supeditada a las creces de material a mecanizar, así como del grado de precisión dimensional a obtener, la potencia de la máquina y por último a la relación con respecto al avance seleccionado y de parámetros propios de la plaquita de corte llámense tamaño, el radio de la punta y su perfil. En el caso de los mecanizados de desbaste han de

emplearse filos cuya longitud de arista de corte sea mayor a razón de facilitar la realización del mecanizado, los cuales obtendrán profundidades de pasada y velocidades de avance mayores. Por lo contrario, en el caso de las operaciones de acabado, la profundidad del corte debe de ser menor.

### **3.16. Normas de seguridad**

1. Utilizar equipo de seguridad: gafas de seguridad, caretas, entre otros.
2. No utilizar ropa holgada o muy suelta. Se recomiendan las mangas cortas.
3. Utilizar ropa de algodón.
4. Utilizar calzado de seguridad.
5. Mantener el lugar siempre limpio.
6. Si se mecanizan piezas pesadas utilizar polipastos adecuados para cargar y descargar las piezas de la máquina.
7. Es preferible llevar el pelo corto. Si es largo no debe estar suelto sino recogido.
8. No vestir joyería, como collares o anillos.
9. Siempre se deben conocer los controles y el funcionamiento de la fresadora. Se debe saber cómo detener su funcionamiento en caso de emergencia.
10. Es muy recomendable trabajar en un área bien iluminada que ayude al operador, pero la iluminación no debe ser excesiva para que no cause demasiado resplandor.