

# Planificación de procesos de mecanizado

**Francisco González Contreras**  
**María Desamparados Meseguer Galas**





Francisco González Contreras  
María Desamparados Meseguer Calas

# **PLANIFICACIÓN DE PROCESOS DE MECANIZADO**

EDITORIAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Los contenidos de esta publicación han sido revisados por el Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales de la UPV

*Colección Académica*

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: GONZÁLEZ CONTRERAS, F.; MESEGUER CALAS, M. D. (2015) *Planificación de procesos de mecanizado*. Valencia: Universitat Politècnica de València

Primera edición, 2015 (versión impresa)  
Primera edición, 2015 (versión electrónica)

© Francisco González Contreras  
María Desamparados Meseguer Calas

© de la presente edición: Editorial Universitat Politècnica de València  
*distribución:* Telf. 963 877 012 / [www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es) / Ref.: 6260\_01\_01\_01

ISBN: 978-84-9048-399-2 (versión impresa)  
ISBN: 978-84-9048-461-6 (versión electrónica)

Queda prohibida la reproducción, la distribución, la comercialización, la transformación y, en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de la totalidad o de cualquier parte de esta obra sin autorización expresa y por escrito de los autores.

## Índice

|   |    |
|---|----|
| 1 Recursos disponibles. Máquinas, utillajes, procesos y operaciones. .... | 9  |
| 1.1 Torneado. ....  | 9  |
| 1.1.1 Utillajes disponibles en torneado. ....                             | 10 |
| 1.1.2 Posibles procesos-(operación) en torneado. ....                     | 11 |
| 1.2 Fresado. ....   | 12 |
| 1.2.1 Tipos de fresado. ....  | 12 |
| 1.2.2 Tipos de fresadoras. ....   | 12 |
| 1.2.3 Utillajes disponibles en fresado. ....                              | 13 |
| 1.2.4 Posibles procesos-(operación) en fresado. ....                      | 14 |
| 1.3 Rectificado plano. ....   | 16 |
| 1.3.1 Tipos de rectificadoras planas. ....                                | 16 |
| 1.3.2 Utillajes disponibles en rectificado plano. ....                    | 17 |
| 1.3.3 Posibles procesos-(operación) en rectificado plano. ....            | 17 |
| 1.4 Rectificado cilíndrico. ....  | 18 |
| 1.4.1 Utillajes disponibles en rectificado cilíndrico. ....               | 18 |
| 1.4.2 Posibles procesos-(operación) en rectificado cilíndrico. ....       | 19 |
| 1.5 Análisis de utillajes. ....   | 19 |
| 1.6 Capacidades y costes. ....  | 23 |
| 2 Método simplificado para planificación de procesos. ....                | 25 |
| 2.1 Introducción. ....  | 25 |
| 2.1.1 Datos iniciales. ....   | 26 |
| 2.1.2 Plan de procesos de mecanizado. ....                                | 27 |
| 2.2 Análisis de la información geométrica del plano. ....                 | 28 |
| 2.3 Alternativas de procesos-(operación). ....                            | 29 |
| 2.3.1 Alternativas para desbaste. ....                                    | 29 |
| 2.3.2 Alternativas para acabado. ....                                     | 30 |
| 2.3.3 Tabla de alternativas de procesos-(operación). ....                 | 31 |
| 2.4 Selección de máquinas. ....   | 32 |
| 2.4.1 Ejemplo de selección de máquinas. ....                              | 33 |
| 2.5 Agrupación de operaciones. ....                                       | 33 |
| 2.5.1 Nomenclatura de las direcciones de acceso. ....                     | 33 |
| 2.5.2 Direcciones de acceso de los procesos-(operación). ....             | 34 |
| 2.5.3 Ejemplo general. ....   | 35 |
| 2.5.4 Ejemplo particular para piezas de revolución. ....                  | 36 |
| 2.6 Secuenciación de máquinas. ....                                       | 37 |
| 2.6.1 Reglas generales de secuenciación. ....                             | 37 |
| 2.6.2 Ejemplo de secuenciación de máquinas. ....                          | 38 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.7   | Secuenciación de amarres.....                             | 39 |
| 2.8   | Selección de utillajes de amarre. ....                    | 40 |
| 2.9   | Secuenciación de procesos-(operación).....                | 41 |
| 2.10  | Cálculo de costes.....                                    | 43 |
| 3.    | Planificación de Procesos. Ejemplo 1.....                 | 45 |
| 3.1   | Datos iniciales.....                                      | 45 |
| 3.2   | Análisis de la información geométrica del plano.....      | 46 |
| 3.3   | Alternativas de procesos-(operación).....                 | 47 |
| 3.3.1 | Alternativas de procesos-(operación) para desbaste.....   | 48 |
| 3.3.2 | Alternativas de procesos-(operación) para acabado.....    | 48 |
| 3.3.3 | Tabla de alternativas de procesos-(operación).....        | 49 |
| 3.4   | Selección de máquinas.....                                | 49 |
| 3.5   | Agrupación de operaciones.....                            | 51 |
| 3.5.1 | Accesos de la pieza.....                                  | 51 |
| 3.5.2 | Accesibilidad requerida por cada proceso-(operación)..... | 52 |
| 3.5.3 | Agrupación de amarres potenciales.....                    | 52 |
| 3.6   | Secuenciación de máquinas.....                            | 53 |
| 3.7   | Secuenciación de amarres.....                             | 53 |
| 3.8   | Selección utillajes de amarre.....                        | 54 |
| 3.9   | Secuenciación de procesos-(operación).....                | 55 |
| 3.10  | Determinación de costes.....                              | 56 |
| 4.    | Planificación de procesos. Ejemplo 2.....                 | 59 |
| 4.1   | Datos iniciales.....                                      | 59 |
| 4.2   | Análisis de la información geométrica del plano.....      | 60 |
| 4.3   | Alternativas de procesos-(operación).....                 | 62 |
| 4.3.1 | Alternativas de procesos-(operación) para desbaste.....   | 63 |
| 4.3.2 | Alternativas de procesos-(operación) para acabado.....    | 64 |
| 4.3.3 | Tabla de alternativas de procesos-(operación).....        | 65 |
| 4.4   | Selección de máquinas.....                                | 65 |
| 4.5   | Agrupación de operaciones.....                            | 67 |
| 4.5.1 | Accesos de la pieza.....                                  | 67 |
| 4.5.2 | Accesibilidad requerida por cada proceso-(operación)..... | 68 |
| 4.5.3 | Agrupación de amarres potenciales.....                    | 68 |
| 4.6   | Secuenciación de máquinas.....                            | 69 |
| 4.7   | Secuenciación de amarres.....                             | 70 |
| 4.8   | Selección utillajes de amarre.....                        | 71 |
| 4.9   | Secuenciación de procesos-(operación).....                | 75 |
| 4.10  | Determinación de costes.....                              | 76 |

---

|  |     |
|--|-----|
| 5. Planificación de procesos. Ejemplo 3. ....                    | 81  |
| 5.1 Datos iniciales. ....  | 81  |
| 5.2 Análisis de la información geométrica del plano. ....        | 82  |
| 5.3 Alternativas de procesos-(operación).....                    | 84  |
| 5.3.1 Alternativas de procesos-(operación) para desbaste. ....   | 84  |
| 5.3.2 Alternativas de procesos-(operación) para acabado. ....    | 85  |
| 5.3.3 Tabla de alternativas de procesos-(operación). ....        | 86  |
| 5.4 Selección de máquinas. ....                                  | 87  |
| 5.5 Agrupación de operaciones.....                               | 89  |
| 5.5.1 Accesos de la pieza. ....                                  | 89  |
| 5.5.2 Accesibilidad requerida por cada proceso-(operación). .... | 90  |
| 5.5.3 Agrupación de amarres potenciales. ....                    | 90  |
| 5.6 Secuenciación de máquinas. ....                              | 91  |
| 5.7 Secuenciación de amarres.....                                | 92  |
| 5.8 Selección utillajes de amarre. ....                          | 92  |
| 5.9 Secuenciación de procesos-(operación).....                   | 96  |
| 5.10 Determinación de costes.....                                | 97  |
| 6. Planificación de procesos. Ejemplo 4. ....                    | 101 |
| 6.1 Datos iniciales. ....  | 101 |
| 6.2 Análisis de la información geométrica del plano. ....        | 102 |
| 6.3 Alternativas de procesos-(operación).....                    | 104 |
| 6.3.1 Alternativas de procesos-(operación) para desbaste. ....   | 104 |
| 6.3.2 Alternativas de procesos-(operación) para acabado. ....    | 105 |
| 6.3.3 Tabla de alternativas de procesos-(operación). ....        | 107 |
| 6.4 Selección de máquinas. ....                                  | 107 |
| 6.5 Agrupación de operaciones.....                               | 109 |
| 6.5.1 Accesos de la pieza. ....                                  | 109 |
| 6.5.2 Accesibilidad requerida por cada proceso-(operación). .... | 110 |
| 6.5.3 Agrupación de amarres potenciales. ....                    | 111 |
| 6.6 Secuenciación de máquinas. ....                              | 111 |
| 6.7 Secuenciación de amarres.....                                | 112 |
| 6.8 Selección de utillajes de amarre. ....                       | 113 |
| 6.9 Secuenciación de procesos-(operación).....                   | 117 |
| 6.10 Determinación de costes.....                                | 119 |
| 7. Planificación de procesos. Ejemplo 5. ....                    | 123 |
| 7.1 Datos iniciales. ....  | 123 |
| 7.2 Análisis de la información geométrica del plano. ....        | 123 |
| 7.3 Alternativas de procesos-(operación).....                    | 125 |

|   |     |
|---|-----|
| 7.3.1 Alternativas de procesos-(operación) para desbaste.....   | 125 |
| 7.3.2 Alternativas de procesos-(operación) para acabado.....    | 126 |
| 7.3.3 Tabla de alternativas procesos-(operación).....           | 127 |
| 7.4 Selección de máquinas.....                                  | 127 |
| 7.5 Agrupación de operaciones.....                              | 129 |
| 7.5.1 Accesos de la pieza.....                                  | 130 |
| 7.5.2 Accesibilidad requerida por cada proceso-(operación)..... | 130 |
| 7.5.3 Agrupación de amarres potenciales.....                    | 131 |
| 7.6 Secuenciación de máquinas.....                              | 131 |
| 7.7 Secuenciación de amarres.....                               | 132 |
| 7.8 Selección de utillajes de amarre.....                       | 132 |
| 7.9 Secuenciación de procesos-(operación).....                  | 137 |
| 7.10 Determinación de costes.....                               | 138 |
| Bibliografía.....   | 141 |

## 1. Recursos disponibles. Máquinas, utillajes, procesos y operaciones.

En este capítulo se van a presentar los recursos que se considerarán disponibles, para la realización de los ejercicios de planificación de procesos, propuestos en los siguientes capítulos. Se supone que el lector ya conoce la tecnología de fabricación. Por esta razón sólo se realizará una enumeración sencilla de los recursos, basada fundamentalmente en imágenes y figuras. El capítulo se estructura en torno a los grandes procesos (torneado, fresado y rectificado). Para cada uno de ellos se considerarán los diversos tipos de máquinas, utillajes y procesos-(operación). La tabla 1-1 engloba el conjunto de procesos-(operación) considerados.

| Procesos                   | Procesos-(operación) D=desbaste; A=acabado  |
|----------------------------|---|
| Fresado frontal            | Fresado frontal-(planeado) [D y A]  |
| Fresado periférico         | Fresado periférico-(planeado) [D y A]; Fresado periférico-(contorneado) [D y A]; Fresado periférico-(forma) [D y A]   |
| Fresado frontal-periférico | Fresado frontal-periférico-(general) [D y A]; Fresado frontal-periférico-(ranurado) [D]   |
| Torneado                   | Torneado-(cilindrado) [D y A]; Torneado-(refrentado) [D y A]; Torneado-(cilindrado cónico) [D y A]; Torneado-(copiado) [D y A]; Torneado-(ranurado radial o axial) [D]; Torneado-(mandrinado) [D y A] |
| Rectificado                | Rectificado-(planeado) [A]; Rectificado-(cilindro interior) [A]; Rectificado-(cilindro exterior) [A]  |
| <b>Operaciones</b>         |   |
| Escariado (D<15mm)         | Fresado-(escariado) [A]; Torneado-(escariado) [A]   |
| Taladrado (D<20 mm)        | Torneado-(taladrado) [D]; Fresado-(taladrado) [D]; Fresado-(lamado) [D]; Fresado-(avellanado) [D]   |
| Roscado                    | Torneado-(roscado) [A]; Fresado-(roscado) [A]   |

Tabla 1-1. Posibles procesos-(operación).

### 1.1 Torneado.

Para torneado se considerará una máquina herramienta de tipo torno de control numérico. Será un torno con características convencionales y dimensiones suficientes para las piezas planteadas en los ejercicios (figura 1-1).



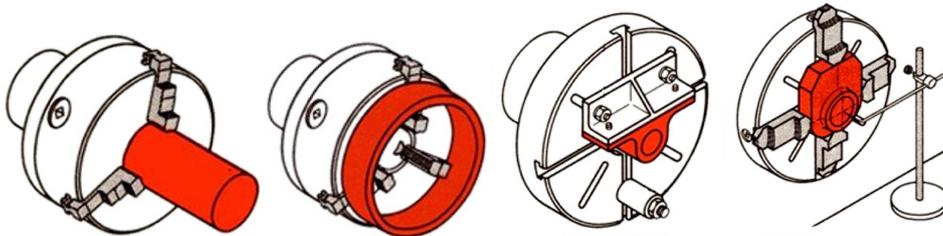
Figura 1-1. Torno CNC<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/kent-industrial/tornos-cnc-2-ejes-18544-904697.html>

### 1.1.1 Utillajes disponibles en torneado.

Se considerarán tres tipos de utillajes de amarre:

- El primero es el plato, con sus tres variantes (plato de 3 garras, plato de 4 garras y plato de ranuras), tal y como se muestran en la figura 1-2. El amarre del tipo plato permite acceso radial y de un perfil. Con estos utillajes se pueden amarrar piezas con relación Longitud/Diámetro  $< 3$ . En las dos primeras ilustraciones de la figura 1-2, se muestra como el plato de 3 garras permite amarrar piezas por un cilindro exterior o interior. El plato de 4 garras consta de 4 garras con regulación independiente, por lo que es laborioso y caro situar el centro de giro deseado sobre el centro de giro del torno.
- El segundo tipo de amarre es el plato y punto (figura 1-3). Este amarre permite acceso radial en la parte de la pieza opuesta al plato, ya que las garras tapan parte de la pieza en sentido radial. Con este utillaje se pueden amarrar piezas con relación Longitud/Diámetro entre 3 y 5.
- El tercer tipo de amarre es entre puntos (figura 1-4). Este tipo de amarre necesita un sistema de arrastre para la pieza. Es posible tener acceso radial en toda la pieza si se coloca el sistema de arrastre en la cara izquierda de la pieza, y no de la forma mostrada en la figura. Con este utillaje se pueden amarrar piezas con relación Longitud/Diámetro  $> 5$ .



Figuras 1-2. Platos de amarre.

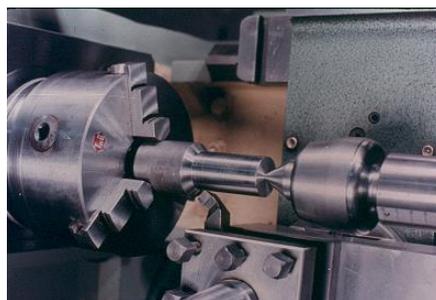


Figura 1-3. Amarre con plato y punto.

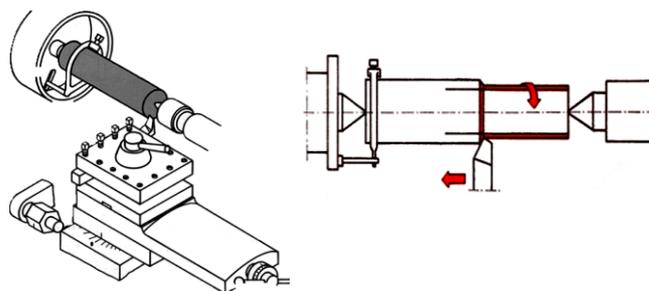


Figura 1-4. Amarre entre puntos.

**1.1.2 Posibles procesos-(operación) en torneado.**

La tabla 1-2 muestra los procesos-(operación) que corresponden a torneado (se han subrayado). Estos procesos-(operación) pueden ser clasificados, en función del acceso que requieren, en dos grandes grupos. El primer grupo corresponde a los que necesitan un acceso radial (figura 1-5). El segundo grupo son los procesos-(operación) que necesitan acceso axial (ya sea del perfil derecho o del izquierdo) (figura 1-6).

| Procesos            | Procesos-(operación) D=desbaste; A=acabado  |
|---------------------|---|
| Torneado            | Torneado-(cilindrado) [D y A]; Torneado-(refrentado) [D y A]; Torneado-(cilindrado cónico) [D y A]; Torneado-(copiado) [D y A]; Torneado-(ranurado radial o axial) [D]; Torneado-(mandrinado) [D y A] |
| <b>Operaciones</b>  |   |
| Escariado (D<15mm)  | Fresado-(escariado) [A]; <u>Torneado-(escariado) [A]</u>  |
| Taladrado (D<20 mm) | <u>Torneado-(taladrado) [D]</u> ; Fresado-(taladrado) [D]; Fresado-(lamado) [D]; Fresado-(avellanado) [D]   |
| Roscado             | <u>Torneado-(roscado) [A]</u> ; Fresado-(roscado) [A]   |

Tabla 1-2. Posibles procesos-(operación) en torneado.

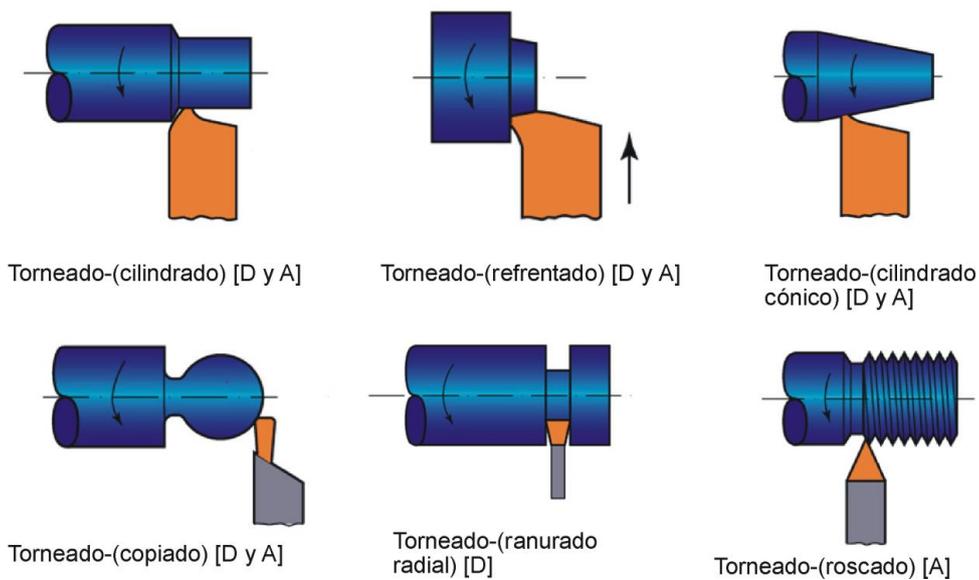


Figura 1-5. Operaciones de torneado que requieren acceso radial<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> [http://www.mmnt.net/db/0/0/ftp.prenhall.com/pub/esm/mechanical\\_engineering.s-048/kalpakjian/manu\\_eng\\_tech/ppt](http://www.mmnt.net/db/0/0/ftp.prenhall.com/pub/esm/mechanical_engineering.s-048/kalpakjian/manu_eng_tech/ppt)

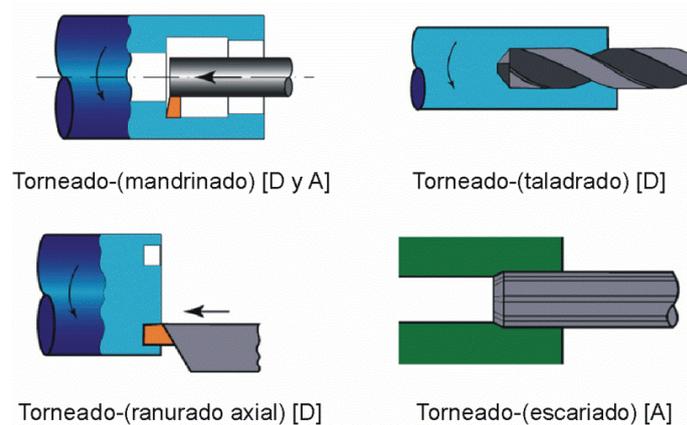


Figura 1-6. Operaciones de torneado que requieren acceso axial (perfil derecho o izquierdo) <sup>2</sup>.

## 1.2 Fresado.

### 1.2.1 Tipos de fresado.

El proceso de fresado se puede aplicar de dos formas fundamentales. La fresa siempre corta con su periferia, pero la superficie resultante puede ser la superficie en contacto con la periferia, o por el contrario la superficie en contacto con la base de la fresa. Esta última es la circunstancia que define el fresado frontal (figura 1-7-A). El fresado periférico se efectúa cuando la superficie que queremos obtener es de la que se extrae la viruta (figura 1-7-B). Distinguir entre estos dos tipos de fresado es importante en planificación de procesos, ya que la superficie obtenida tendrá tolerancias y rugosidades diferentes según el tipo de fresado. En los casos en los que la fresa genere dos superficies (con su base y su periferia), la operación se denominará *Fresado frontal-periférico*.

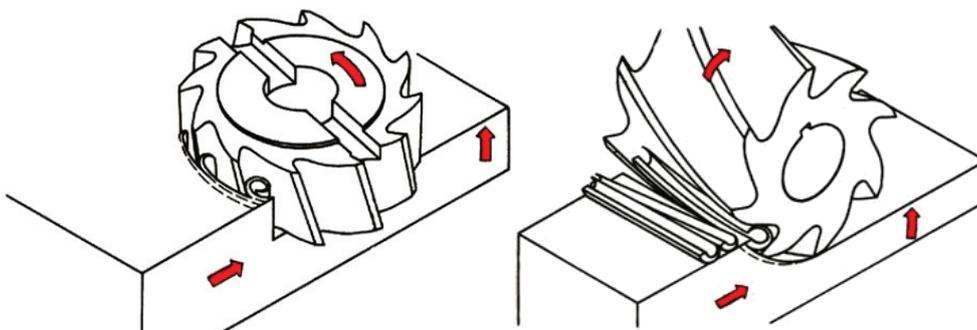


Figura 1-7. Fresado de un plano: A/ frontal B/ periférico.

### 1.2.2 Tipos de fresadoras.

Hay dos tipos básicos de fresadoras, la vertical y la horizontal. La fresadora vertical monta la fresa en voladizo con el eje normal a la mesa (figura 1-8-A). Con ella se puede realizar fresado frontal, periférico y el combinado frontal-periférico. La fresadora horizontal monta las fresas horizontales, en un eje biapoyado y paralelo a la mesa (figura 1-8-B). Esta fresadora se utiliza esencialmente para fresado periférico, aunque en ciertos casos permite frontal-periférico.

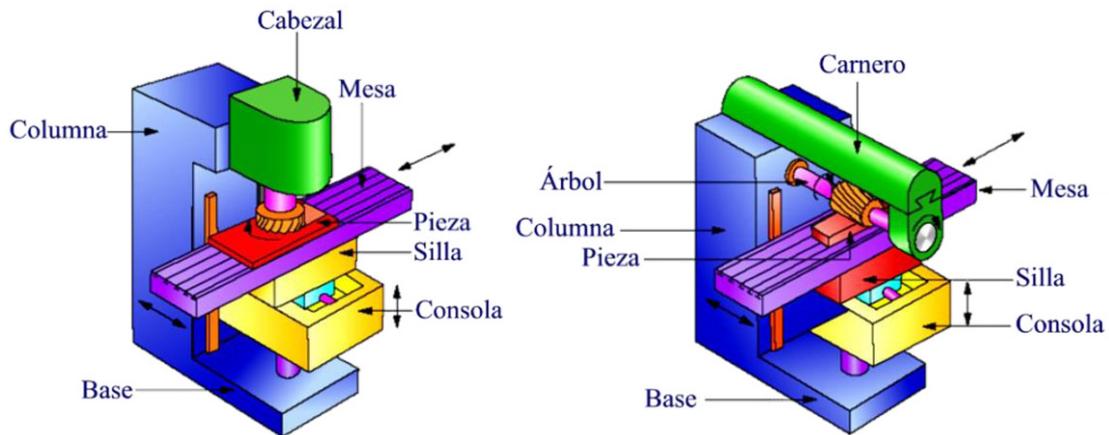


Figura 1-8. A/ Fresadora vertical. B/ Fresadora horizontal<sup>3</sup>.

### 1.2.3 Utillajes disponibles en fresado.

Para el fresado se considerarán utillajes genéricos, como la mordaza y el plato de 3 garras, y específicos, como las bridas y los bloques en V. La mordaza permite amarrar piezas prismáticas (figura 1-9). El plato de garras permite sujetar piezas de revolución, tanto horizontal (figura 1-10-A) como verticalmente (figura 1-10-B). Es posible utilizar el amarre plato y punto para la disposición horizontal, pero no es posible en la disposición vertical. Para sujetar piezas de forma irregular es posible hacerlo con bridas (figura 1-11-A y B) y con cuñas (figura 1-11-C). Por último los bloques en V permiten sujetar piezas de revolución en disposición horizontal (figura 1-30), si no es posible hacerlo con el plato horizontal. Todos estos amarres permiten el acceso a las superficies que quedan en la parte superior de la pieza, a excepción de las bridas y bloques en V que van a impedir parcialmente dicho acceso. Además estos amarres pueden permitir el acceso a algunas de las superficies situadas en los laterales, pero esto se debe estudiar en cada caso.

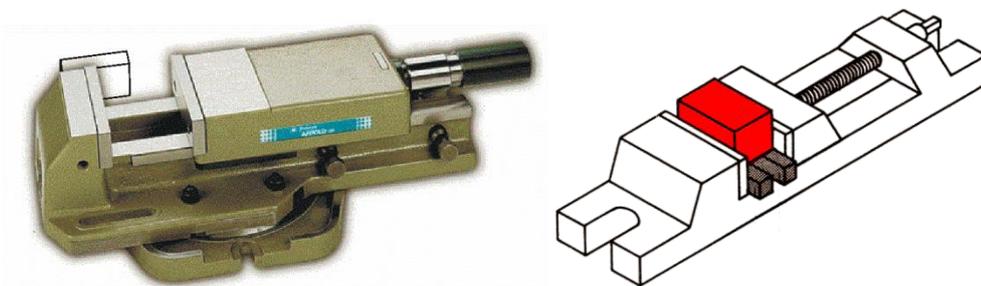


Figura 1-9. Mordazas<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> [http://www.mmnt.net/db/0/0/ftp.prenhall.com/pub/esm/mechanical\\_engineering.s-048/kalpakjian/manu\\_eng\\_tech/ppt](http://www.mmnt.net/db/0/0/ftp.prenhall.com/pub/esm/mechanical_engineering.s-048/kalpakjian/manu_eng_tech/ppt)

<sup>4</sup> <http://www.directindustry.es/prod/fresmak/>

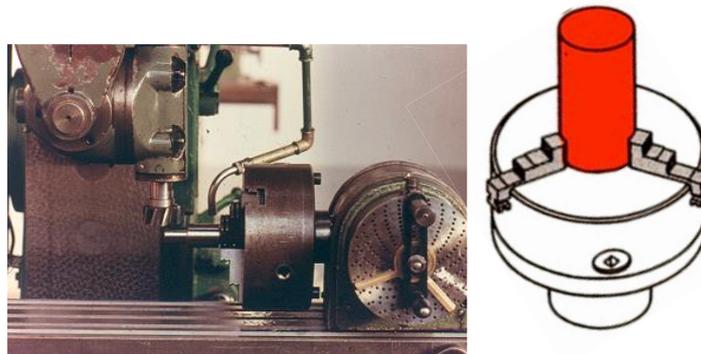


Figura 1-10. A/ Plato de garras horizontal. B/ Vertical.

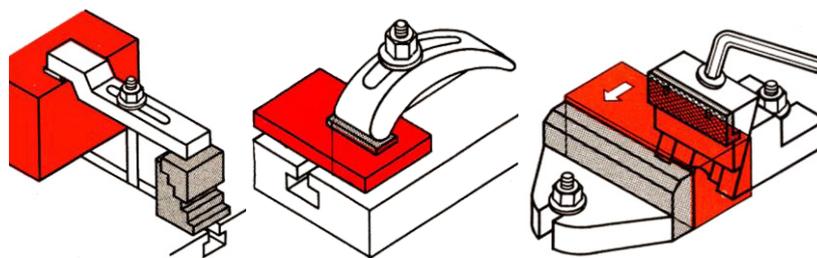


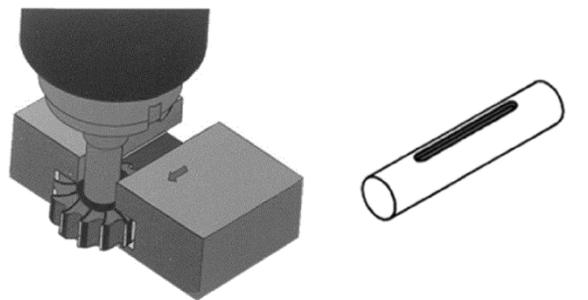
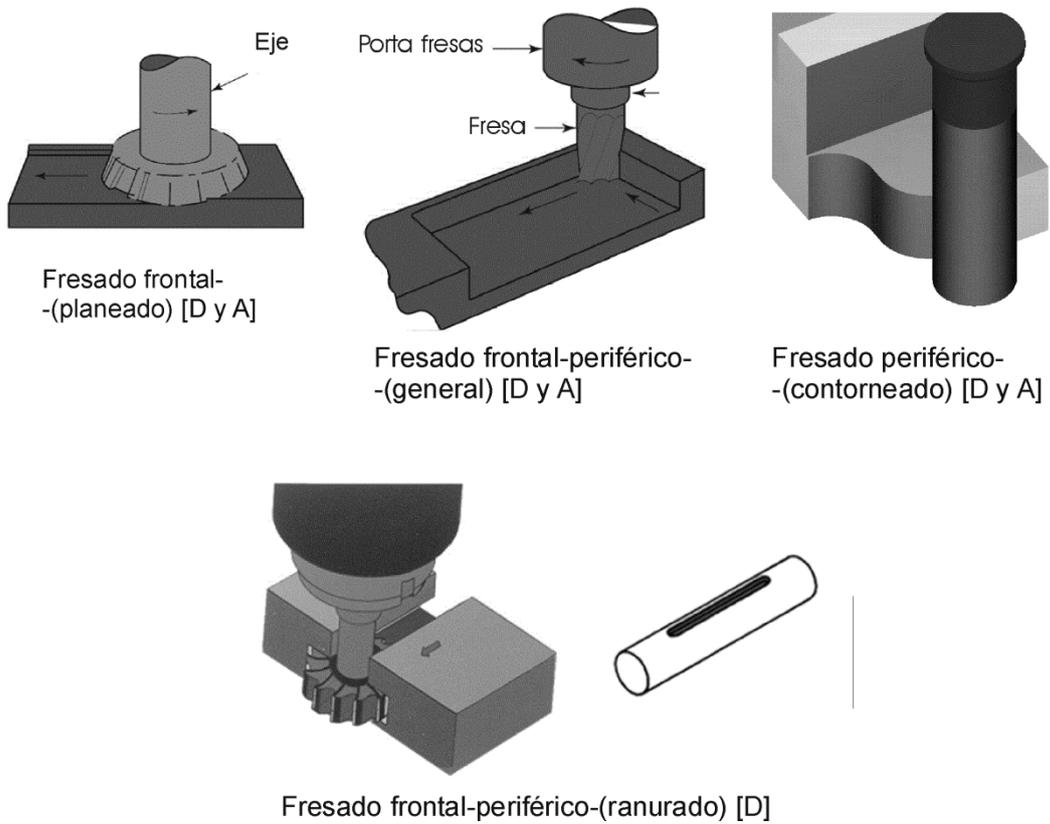
Figura 1-11. A/ Brida. B/ Brida puente. C/ Cuña.

#### 1.2.4 Posibles procesos-(operación) en fresado.

La tabla 1-3 muestra los procesos-(operación) relacionados con fresado (se han subrayado). Para mostrar las operaciones, se van a agrupar según el tipo de fresadora y el tipo de acceso que necesitan. La figura 1-12 muestra las operaciones de fresado realizadas con fresadora vertical y que requieren un acceso perpendicular al fresado frontal y paralelo al periférico. Las operaciones formalmente similares al taladrado se incluyen en la figura 1-13. Todas se realizan con fresadora vertical y requieren un acceso en la dirección del eje del agujero. Por último la figura 1-14 muestra las operaciones realizadas con fresadora horizontal, que requieren un acceso perpendicular al fresado periférico.

| Procesos                   | Procesos-(operación) D=desbaste; A=acabado  |
|----------------------------|---|
| Fresado frontal            | Fresado frontal-(planeado) [D y A]  |
| Fresado periférico         | Fresado periférico-(planeado) [D y A]; Fresado periférico-(contorneado) [D y A]; Fresado periférico-(forma) [D y A] |
| Fresado frontal-periférico | Fresado frontal-periférico-(general) [D y A]; Fresado frontal-periférico-(ranurado) [D]                             |
| <b>Operaciones</b>         |   |
| Escariado (D<15mm)         | <u>Fresado-(escariado)</u> [A]; Torneado-(escariado) [A]  |
| Taladrado (D<20 mm)        | Torneado-(taladrado) [D]; Fresado-(taladrado) [D]; Fresado-(lamado) [D]; Fresado-(avellanado) [D]                   |
| Roscado                    | Torneado-(roscado) [A]; <u>Fresado-(roscado)</u> [A]  |

Tabla 1-3. Posibles procesos-(operación) en fresado.



Fresado frontal-periférico-(ranurado) [D]

Figura 1-12. Operaciones con fresadora vertical <sup>5</sup>.

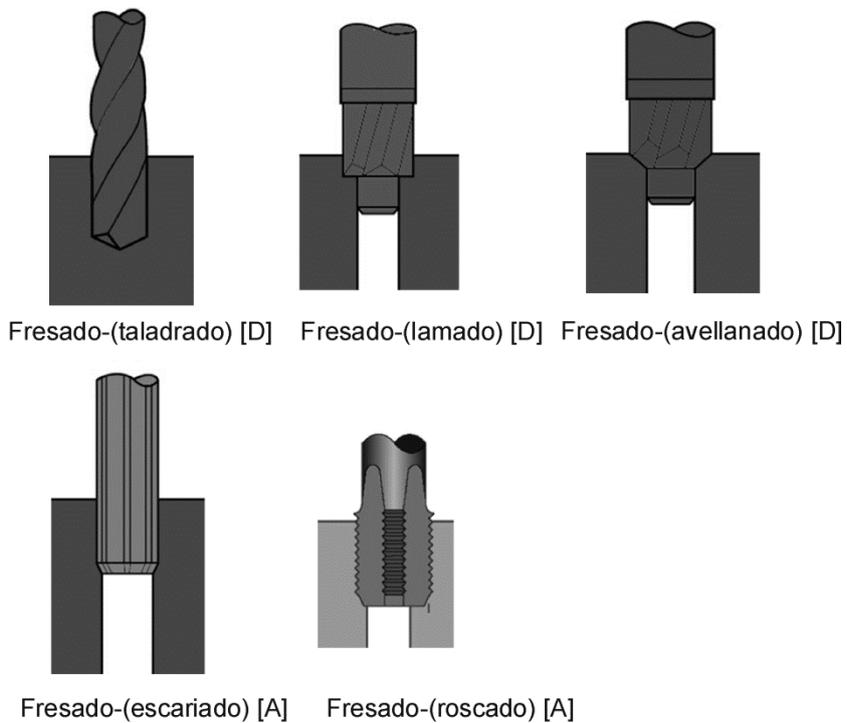


Figura 1-13. Operaciones semejantes al taladrado en fresadora vertical <sup>6</sup>.

<sup>5</sup> [http://www.mmnt.net/db/0/0/ftp.prenhall.com/pub/esm/mechanical\\_engineering.s-048/kalpakjian/manu\\_eng\\_tech/ppt](http://www.mmnt.net/db/0/0/ftp.prenhall.com/pub/esm/mechanical_engineering.s-048/kalpakjian/manu_eng_tech/ppt)

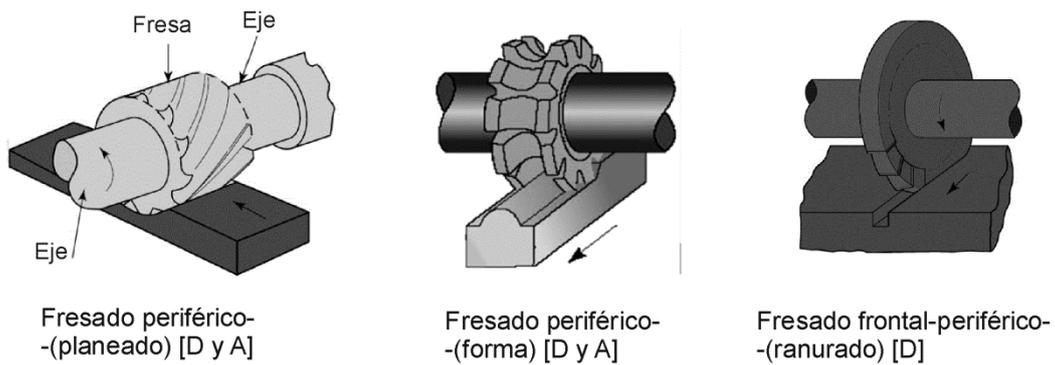


Figura 1-14. Operaciones con fresadora horizontal<sup>7</sup>.

### 1.3 Rectificado plano.

El rectificado es un proceso que proporciona calidad superficial y precisión a las superficies, lo que unido a su alto coste hace que sólo se aplique en operaciones de acabado. El proceso de rectificado de superficies planas se asemejan al fresado, ambos se aplican a superficies esencialmente planas. Siguiendo con esta idea, el proceso de rectificado de superficies cilíndricas se asemeja al torneado.

#### 1.3.1 Tipos de rectificadoras planas.

Hay dos tipos de rectificadoras para superficies planas. La rectificadora del tipo frontal (figura 1-15) tiene una configuración semejante a una fresadora vertical. El nombre de rectificado frontal viene porque la muela trabaja fundamentalmente de forma frontal (no de forma periférica). El otro tipo es la rectificadora tangencial (figura 1-16), esta máquina se asemeja a una fresadora horizontal. En este tipo de máquina la muela trabaja tangencialmente, es decir, de forma similar al fresado periférico (figura 1-16).



Figura 1-15. Rectificadora plana frontal<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> [http://www.mmnt.net/db/0/0/ftp.prenhall.com/pub/esm/mechanical\\_engineering.s-048/kalpakjian/manu\\_eng\\_tech/ppt](http://www.mmnt.net/db/0/0/ftp.prenhall.com/pub/esm/mechanical_engineering.s-048/kalpakjian/manu_eng_tech/ppt)

<sup>7</sup> Ídem de la anterior.



Figura 1-16. Rectificadora tangencial y detalles<sup>9</sup>.

### 1.3.2 Utillajes disponibles en rectificado plano.

En rectificado plano se utilizan los mismos amarres que en fresadora, más un amarre adicional denominado plato magnético (figura 1-17). Con este tipo de amarres se pueden sujetar piezas que, por tener una geometría especial, no se podrían sujetar con otros amarres (figura 1-18). El plato magnético puede ser usado en piezas de material ferro magnético con base plana (figura 1-19). Es importante que la base sea amplia para garantizar una sujeción estable. Todos estos amarres van a permitir el acceso a las superficies de la pieza que queden en la parte superior.



Figura 1-17. Plato magnético<sup>10</sup>.



Figura 1-18. Ejemplo 1.



Figura 1-19. Ejemplo 2<sup>11</sup>.

### 1.3.3 Posibles procesos-(operación) en rectificado plano.

En la tabla 1-4 se puede ver que el único proceso-(operación) relacionado con rectificado plano es el planeado (se ha subrayado). Este proceso puede ser realizado tanto con una rectificadora frontal (figura 1-20-A), como con una rectificadora

<sup>8</sup> <http://www.germh.com/RTV-CNC.html>

<sup>9</sup> <http://www.germh.com/SC.html>

<sup>10</sup> <http://www.directindustry.es/prod/fresmak/>

<sup>11</sup> <http://www.logismarket.es/>

**Para seguir leyendo haga click aquí**