

Capítulo Tercero

Herramientas para el fresado

510

1.3. GENERALIDADES

Las fresas
pueden tener
agujero
o vástago.

La herramienta pluricortante llamada *fresa*, es el conjunto de varias cuchillas de igual forma, dispuestas simétricamente, y equidistantes de un eje de rotación.

Suelen tener agujeros, para enfilearlas sobre el eje portafresas, y las hay, también, con vástago integral, para fijarlas directamente al eje principal de la máquina.

Con las primeras se realiza el fresado *periférico* (Fig. 1/3), y con las segundas, generalmente, el fresado *frontal* (Fig. 2/3).

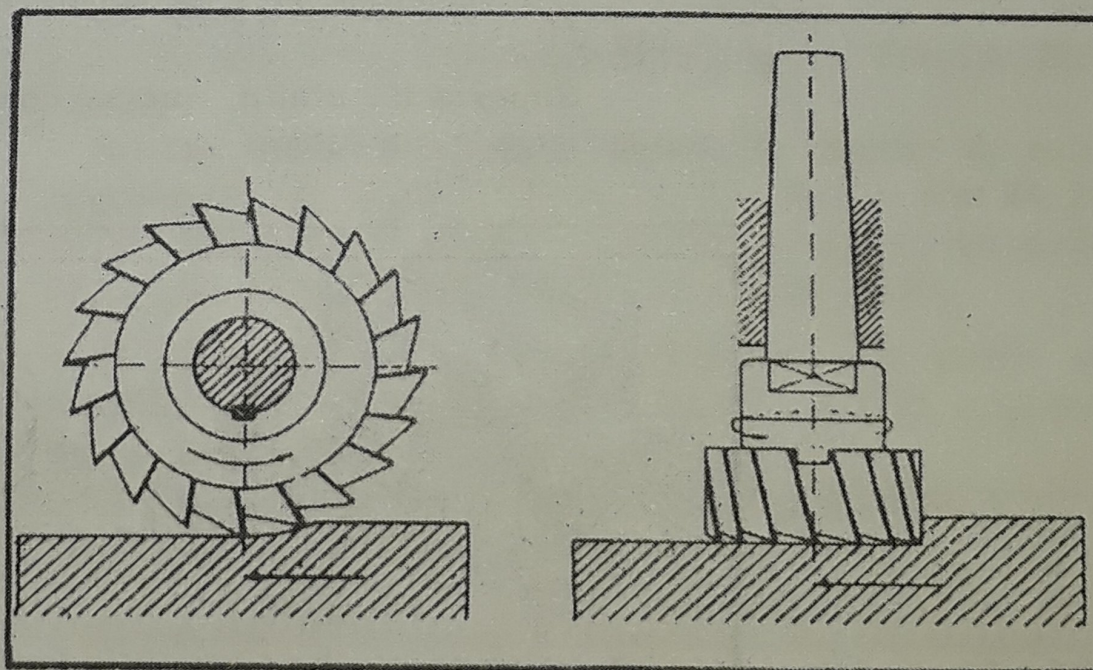


Figura 1/3. — Fresa con eje paralelo al plano de trabajo (fresado periférico).

Figura 2/3. — Fresa con eje perpendicular al plano de trabajo (fresado frontal).

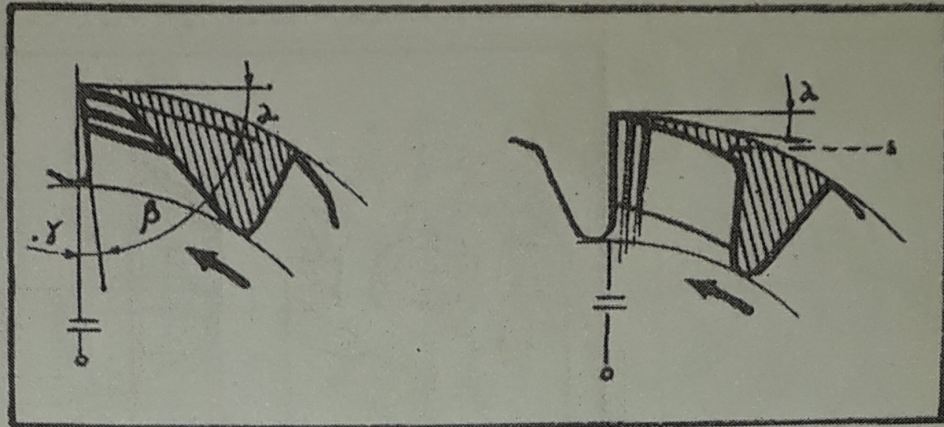


Figura 3/3. — Fresa de dientes agudos (fresados).

Figura 4/3. — Fresa de dientes destalonados (perfil constante).

Las fresas se fabrican con acero aleado, acero rápido o extrarrápido, y con cortantes de metal duro. Su rendimiento depende, sobre todo, de la forma de los dientes, y del filo o desgaste de estos mismos dientes.

2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS FRESAS

Fresas fresadas
y fresas
destalonadas.

A) Con respecto a la *forma de los dientes*, las fresas se agrupan en dos clases, a saber:

a) Fresas de dientes agudos (fresados), que se utilizan para el aplanado, ranurado, etcétera.

Las de forma cilíndrica son casi siempre helicoidales, con distintas inclinaciones de los dientes. (Véase párrafo 3.3.)

Las fresas de dientes agudos se afilan sobre la cabeza del diente (Fig. 3/3).

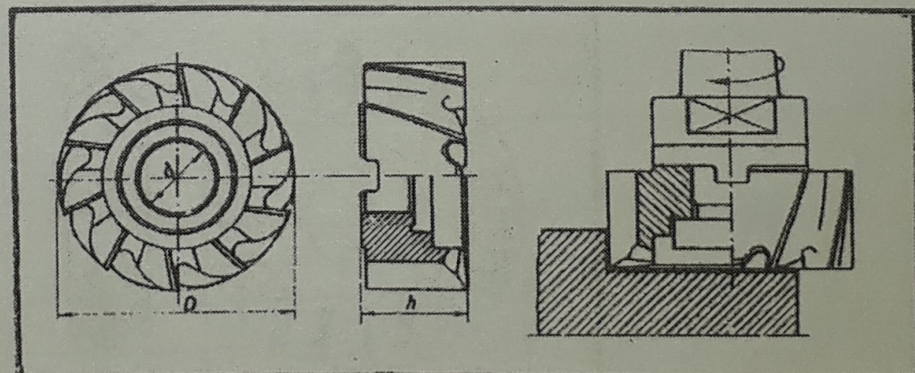


Figura 5/3. — Fresa frontal con agujero, y su montaje: d) Diámetro del agujero; D) Diámetro exterior; h) Espesor de la fresa.

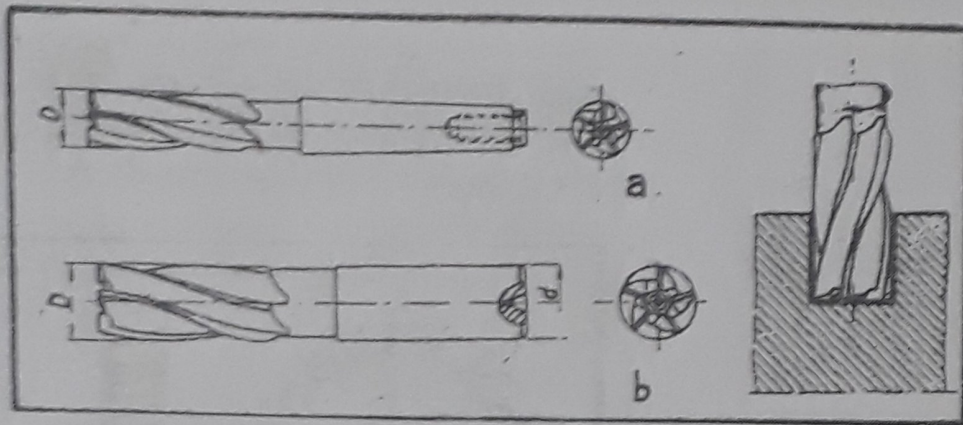


Figura 6/3. — Fresa frontal integral: a) Vástago cónico; b) Vástago cilíndrico.

- b) **Fresas con dientes de forma** (perfil constante, destalonado), para superficies y ranuras curvas o rectas del mismo perfil invertido. Son más costosas que las anteriores, y rinden menos, porque no tienen ángulo de desprendimiento.

Las fresas de perfil constante se afilan radialmente sobre la cara del diente (Fig. 4/3).

La forma de las fresas es muy variada.

B) Con respecto a la *forma de la fresa*, éstas se presentan en los cuatro tipos que se mencionan inmediatamente:

a) **Fresas cilíndricas**

- Frontal de dos cortes y con agujero (Fig. 5/3);
- Frontal de dos cortes y con vástago integral cónico (Fig. 6/3, a).
- Frontal de dos cortes y con vástago integral cilíndrico (Fig. 6/3, b);

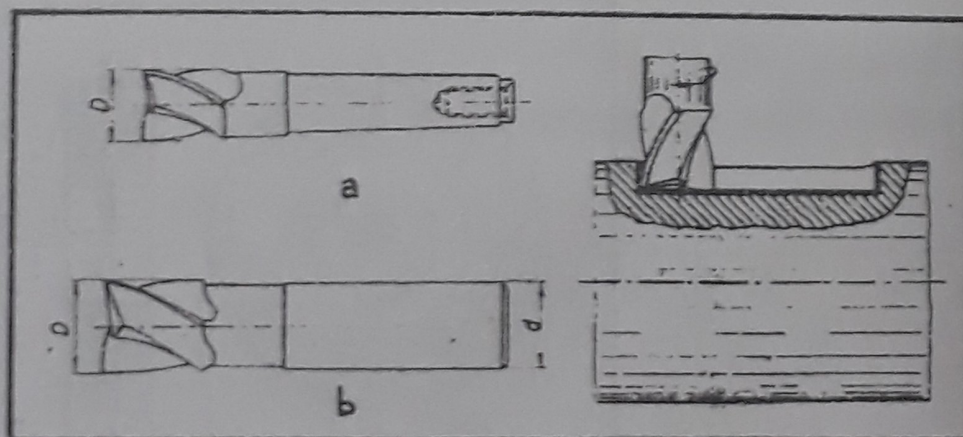


Figura 7/3. — Fresa frontal para chaveteros: a) Con vástago cónico; b) Con vástago cilíndrico.

- Frontal de dos dientes (para chaveteros) y con vástago cilíndrico o cónico (Fig. 7/3, a-b);
- De disco con agujero, de dos y tres cortes (Figs. 8/3 y 8/3 bis);

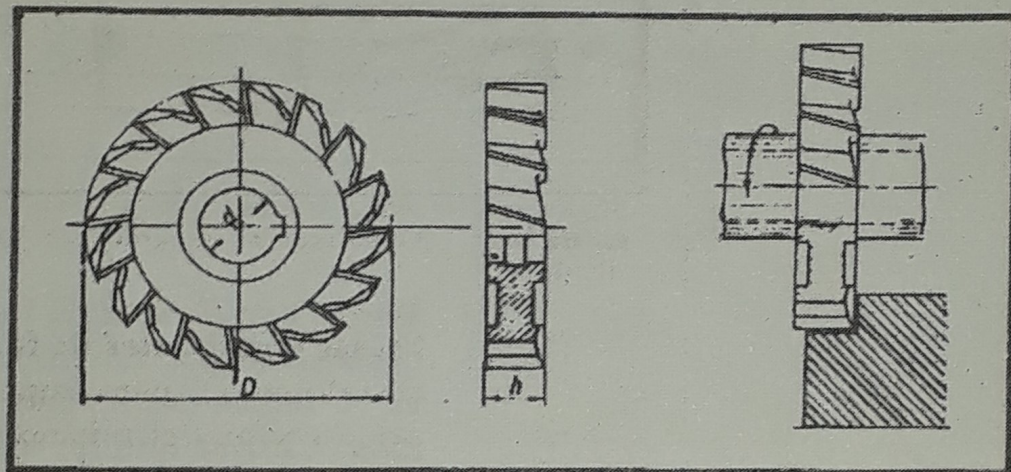


Figura 8/3. — Fresa de disco de dos cortes.

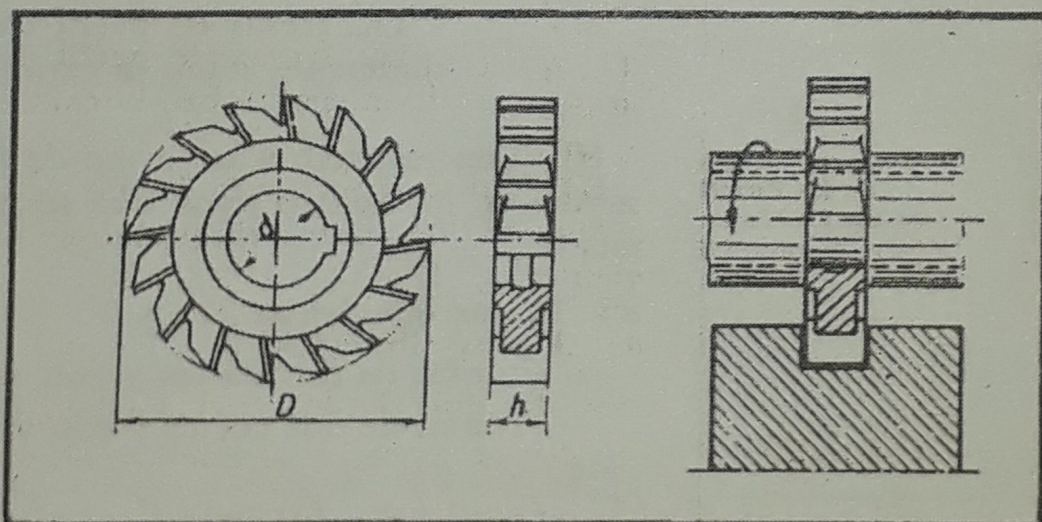


Figura 8/3 bis — Fresa de disco de tres cortes.

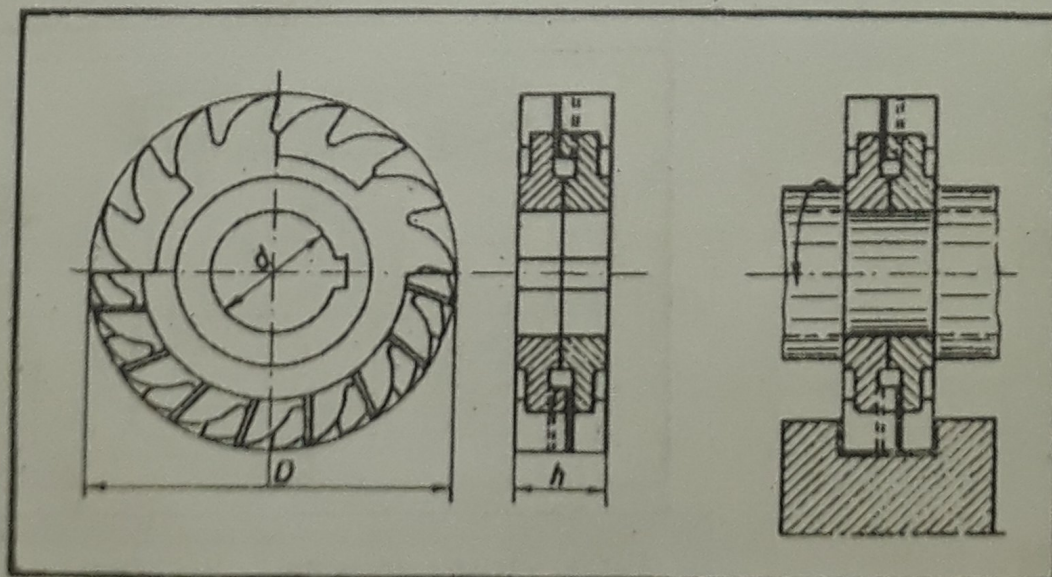


Figura 9/3. — Fresa de disco registrable en el espesor.

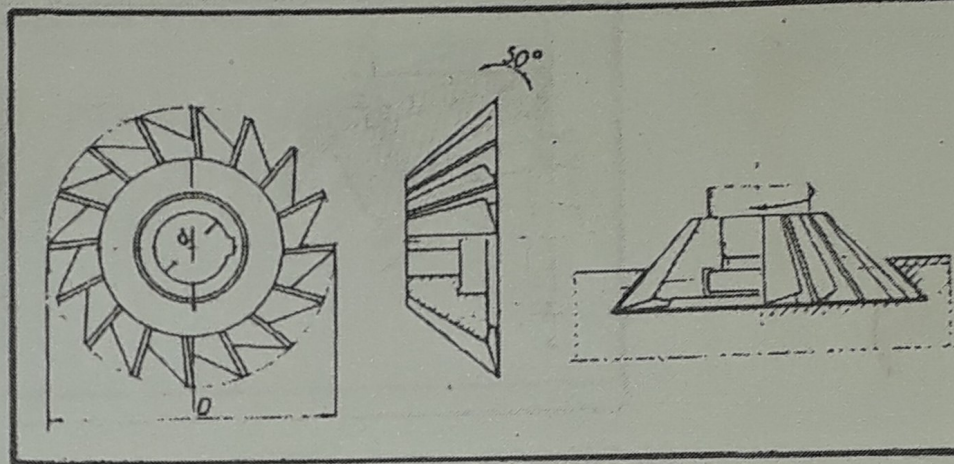


Figura 10/3. — Fresa planocónica.

— De disco con agujero, de tres cortes, registrable en dos partes (Fig. 9/3).

b) Fresas de ángulo

— Planocónica (o frontal de ángulo), con ángulo α de 45 a 85° (Fig. 10/3);

— De doble ángulo simétrico, con ángulos de 45, 60 y 90° (Fig. 11/3);

— De doble ángulo asimétrico (bicónica), con el ángulo mayor de 55 a 100°, y el ángulo menor de 12 a 20° (Fig. 12/3);

— Frontal en ángulo, con vástago cilíndrico o cónico (Fig. 13/3);

— Frontal para ranuras en T, con vástago cónico cilíndrico (Fig. 14/3).

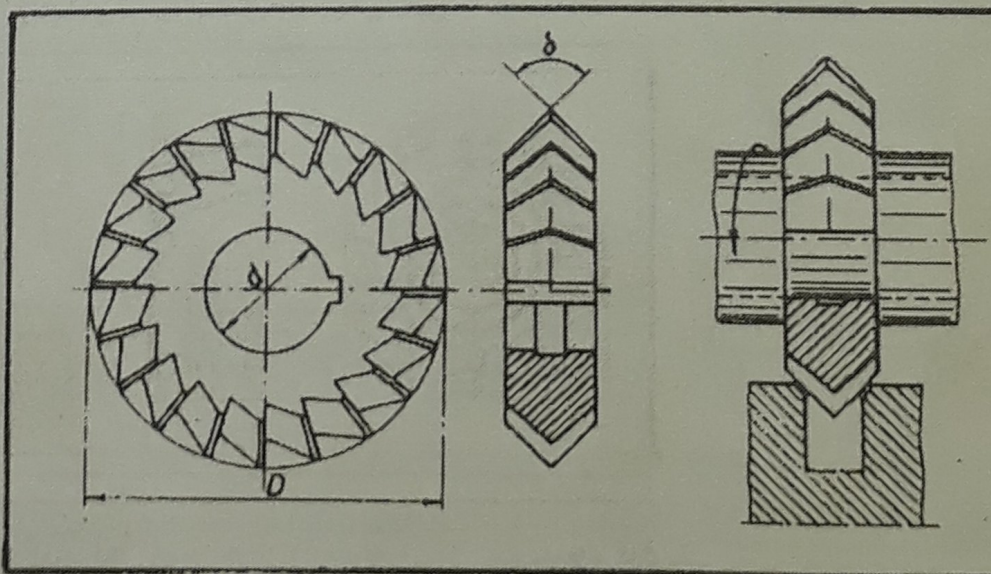


Figura 11/3. — Fresa simétrica de doble ángulo.

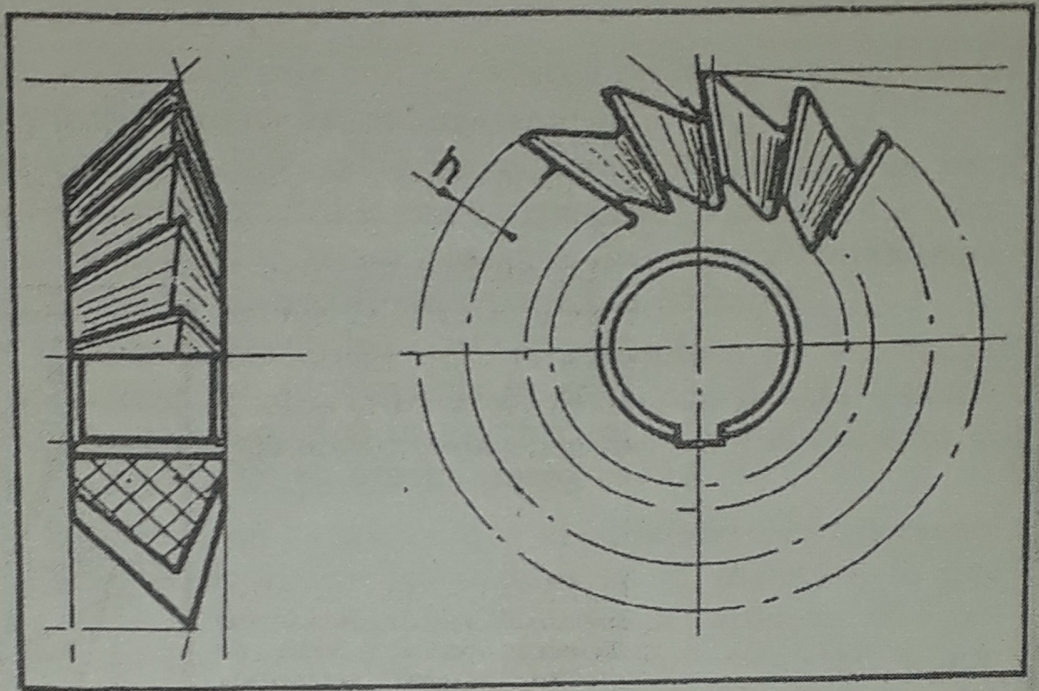


Figura 12/3. — Fresa asimétrica de doble ángulo (bicónica).

c) **Fresas perfiladas**

Generalmente, son de perfil constante, y de forma relacionada con el trabajo que debe ejecutarse: machos, engranajes, roscas, etcétera.

Las fresas de forma deben reproducir exactamente el perfil negativo de la pieza (Fig. 15/3).

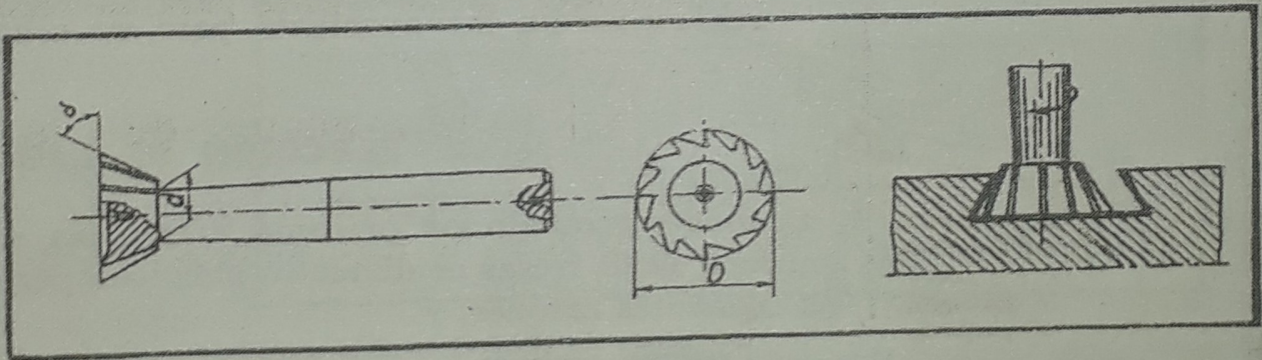
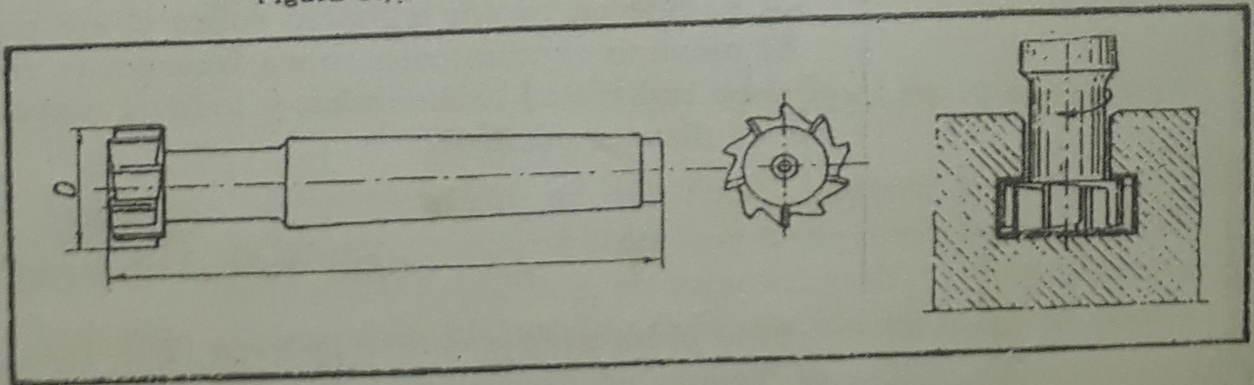


Figura 13/3. — Fresa planocónica integral.

Figura 14/3. — Fresa para ranuras en T.



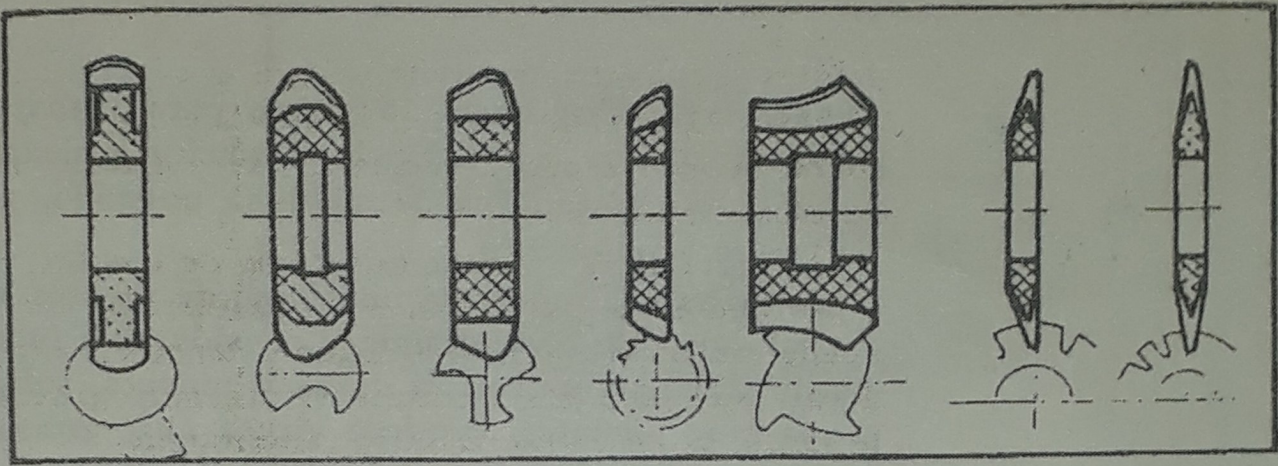


Figura 15/3. — Fresa perfilada para distintos usos.

d) Fresas de dientes postizos

Para grandes superficies se usan los platos de cuchillas.

Estas fresas, con plato de cuchillas, se fabrican cuando su diámetro supera los 100 - 150 mm, y pueden ser:

- con dientes soldados;
- con dientes fijados al cuerpo mecánicamente con chavetas, tornillos, pasadores, cuñas, etcétera.

Se utilizan para el aplanado de grandes superficies, y resultan más económicas, por las siguientes razones: Tienen cuerpo de acero común, permiten reemplazar fácilmente algunos dientes, y no sufren deformaciones, pues se templen tan sólo los dientes (Fig. 16/3).

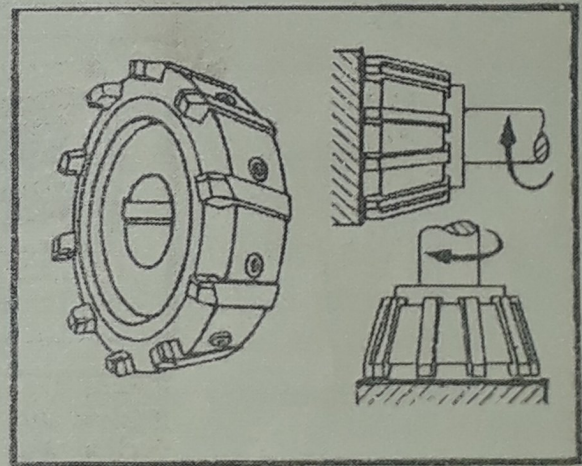


Figura 16/3. — Fresa de dientes postizos (plato de cuchillas).

3.3. PARTICULARIDAD EN LA INCLINACIÓN DE LOS DIENTES

Diversas inclinaciones de los dientes, para los distintos materiales.

Las fresas cilíndricas de dientes agudos y de pequeño espesor pueden tener los dientes rectos o paralelos al eje; pero, por lo general, los dientes de estas fresas son inclinados o helicoidales, con ángulo y paso distintos, en relación con el material que deben trabajar, y con el rendimiento que se desea obtener de ellos.

La fresa ilustrada en la figura 17/3 puede tener los

dientes inclinados hasta 15° ; sirve para trabajar acero de hasta 90 kilos de resistencia, fundición y aleaciones de cobre, sobre fresadoras de mediana potencia, y resulta de escaso rendimiento.

La figura 18/3 muestra una fresa de dientes robustos y profundos, de paso grande y considerable inclinación. Puede trabajar materiales duros o tenaces, sobre fresadoras muy potentes; produce viruta muy gruesa, y por lo tanto, es de extraordinario rendimiento.

Finalmente, la fresa de la figura 19/3, que tiene escasos dientes, y aun más inclinados que los anteriores, sirve para labrar aluminio y aleaciones livianas a gran velocidad.

OBSERVACIÓN: Las fresas de dientes helicoidales facilitan la expulsión de la viruta, y eliminan las sacudidas, tirones y choques sobre los dientes, pues sus filos cortantes entran paulatinamente en contacto con el material; pero tienen el defecto de producir un empuje axial sobre el eje portafresas.

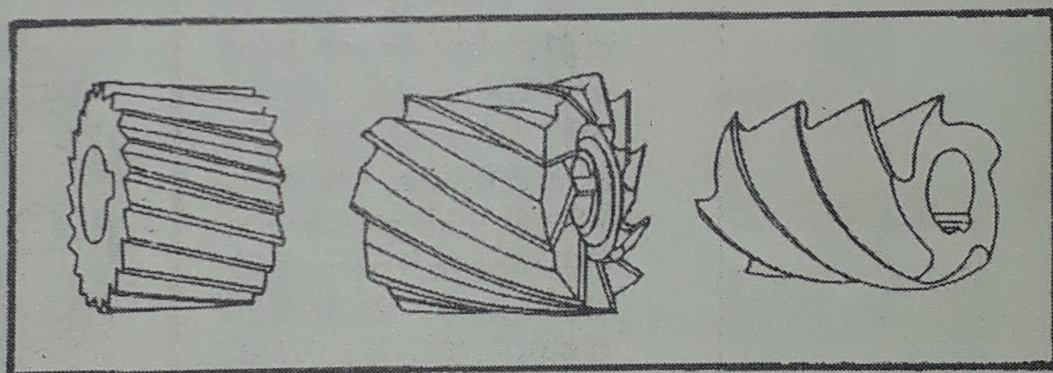


Figura 17/3 (a la izquierda). — Fresa cilíndrica helicoidal de escasa inclinación.

Figura 18/3 (al centro). — Fresa cilíndrica helicoidal de gran rendimiento.

Figura 19/3. — Fresa cilíndrica helicoidal para aleaciones livianas.

4.3. ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS DE LAS FRESAS

Los dientes de las fresas deben tener ángulos adecuados.

Cada uno de los dientes de las fresas se comporta en el trabajo, como una herramienta de torno, por lo cual posee los mismos ángulos de incidencia y de desprendimiento, y el ángulo total resultante (Fig. 20/3).

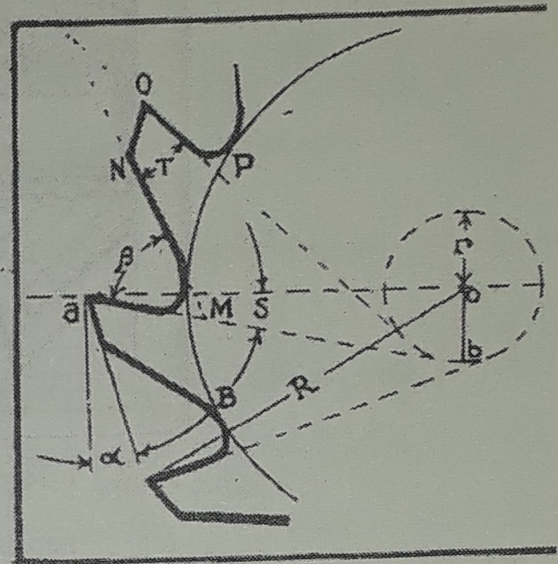
Los dientes de una fresa fresada quedan limitados por la cara axial, O-P, y las dos caras inclinadas, O-N y N-M.

En las fresas de perfil constante, el frente del diente es perfectamente radial al centro (Fig. 4/3). En las de

dientes agudos, el ángulo de desprendimiento superior (cara $a-b$) (Fig. 20/3, S) tiene un valor medio de 1 mientras que el inferior —es decir, el ángulo de incidencia— puede variar entre 3 y 10°.

La cara M-N constituye el vacío del diente para el alojamiento de la viruta, y su ángulo β es generalmente de 60°.

Figura 20/3. — Angulos característicos de una fresa de dientes agudos (fresada): α) Ángulo de incidencia; B) Diferencia entre 90° y los ángulos α y S; T) Ángulo real del diente; R) Radio de la fresa.



En estas clases de fresas, afilando la cabeza del diente disminuyen:

- la altura;
- el diámetro de la fresa;
- la capacidad de alojamiento de la viruta, lo que representa un inconveniente para su rendimiento.

5.3. ELECCIÓN DE LAS FRESAS

Elegir, posiblemente, fresas de diámetro pequeño.

Cuando el trabajo no presenta exigencias especiales conviene elegir fresas de diámetro más bien pequeño, por las siguientes razones:

- Cuestan menos;
- Rinden más;
- Requieren menor esfuerzo sobre el eje portafresa;

El máximo rendimiento sobre fresadoras robustas obtiene con fresas helicoidales, y todavía mayor, con fresas de dientes postizos.

6.3. CÓMO TRABAJAN LAS FRESAS

El sentido del avance es opuesto al de la fresa.

Si la pieza avanza contra la fresa (Fig. 21/3), tenemos el fresado de **oposición** —llamado, también, de **contradirección** o **bidireccional**—, y el esfuerzo de corte aume

ta paulatinamente con el espesor de la viruta, que toma la forma de una coma.

La mesa mantiene su tornillo siempre en tensión; pero la pieza tiende a escapar de la mesa. Además, los dientes resbalan sobre la pieza, producen fuerte frotamiento, y desgastan prematuramente el filo cortante.

— Si la pieza avanza en el mismo sentido de la rotación de la fresa, tenemos el fresado de **concordancia** —llamado, también, *paralelo* o *unidireccional*—, y el esfuerzo de corte resulta mayor al comienzo.

Este sistema es mejor que el anterior; pero presenta el peligro de clavar los dientes en el material, lo que estropea la fresa y la pieza. Por esta razón, es sólo posible en las fresadoras modernas muy robustas, y que disponen del aparato para retomar y anular el juego del tornillo principal (Fig. 22/3).

El fresado **frontal** es preferible, por lo general, al **tangencial**, pues en el primero el espesor de la viruta varía muy poco (Fig. 23/3). Además, tiene mayor número de dientes en contacto con la pieza, y su eje portafresas es más rígido.

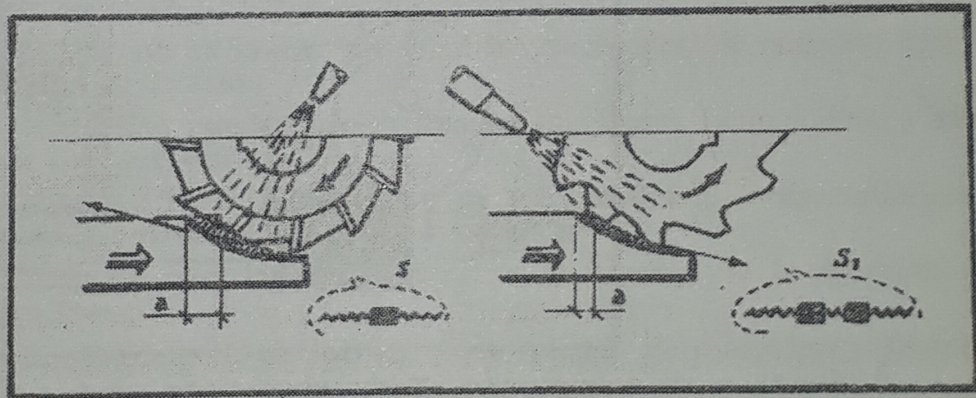


Figura 21/3. — Fresado en oposición.

Figura 22/3. — Fresado en concordancia: a) Avance por diente; S) Tuerca simple; S₁) Esquema de la doble tuerca, que elimina el juego de la mesa.

7.3. AFILADO DE LAS FRESAS

Ventajas
de un buen
afilado.

El rendimiento de una fresa depende, sobre todo, de su afilado, pues una fresa que corte poco, además de exigir mayor potencia y efectuar un trabajo defectuoso, se desgasta en proporción cada vez mayor. Por el contrario, un cuidadoso afilado asegura:

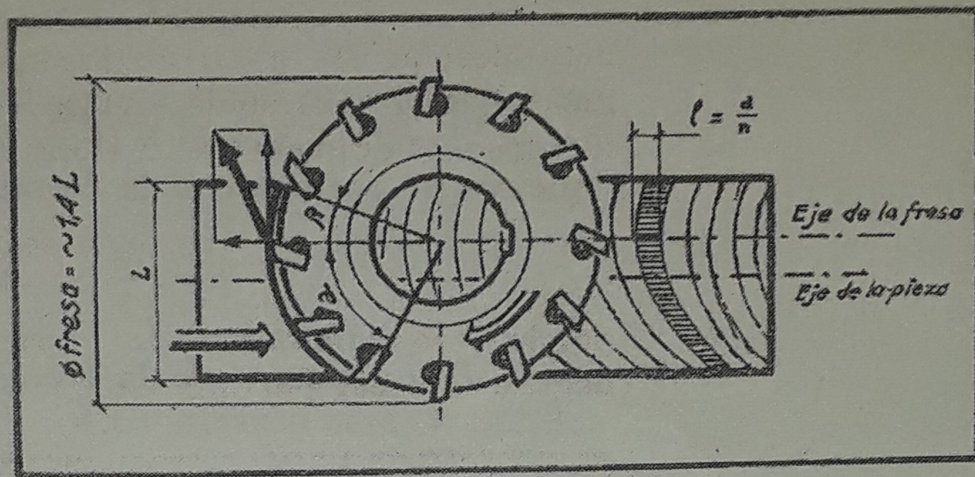


Figura 23/3. — Cómo se realiza el fresado frontal: α) Ángulo de entrada de la fresa; β) Ángulo de salida de la fresa. (El eje de la fresa está desplazado del eje de la pieza.)

- a) mayor duración del filo cortante;
- b) mejor grado de acabado;
- c) posibilidad de alcanzar altas velocidades y fuertes avances.

El afilado se realiza sobre una afiladora universal, mediante muelas abrasivas blandas y de grano medio fino: 46 - M, para el desbaste, y 60 - M, para el acabado. (Véase Apéndice Primero.) Además, téngase en cuenta que:

- a) La presión de la muela sobre la fresa ha de ser tanto menor, cuanto más fina es la muela;
- b) Las pasadas deben ser muy livianas, para no destemplan los filos cortantes (tanto más, si se considera que esta operación se hace generalmente *en seco*);
- c) Para dientes de metal duro, se emplean muelas de carburo de silicio;
- d) La rotación de las muelas debe realizarse contra el filo cortante;
- e) La muela debe rectificarse a menudo;
- f) El diente de la fresa debe ser mantenido constantemente contra el pequeño soporte de apoyo, pues cualquier desplazamiento compromete la concentricidad de los dientes.

Cómo debe efectuarse el afilado de las fresas.

Tipos de muelas preferibles para el afilado de las fresas.

Las fresas pueden afilarse con muelas en forma de disco, que produce un filo cortante curvo, y por tanto, los dientes resultan debilitados.

Es preferible el empleo de muelas en forma de taza, que producen un cortante rectilíneo del ángulo requerido.

Para obtener el ángulo de afilado, el eje de la fresa

debe desplazarse hacia abajo con respecto al eje de la muela, de una distancia h (Fig. 24/3), cuyo valor en milímetros se obtiene con la fórmula siguiente:

$$h = \frac{D}{2} \times \text{sen } \alpha;$$

donde D = diámetro de la fresa, y α = ángulo de incidencia. (Véase párrafo 4.3.)

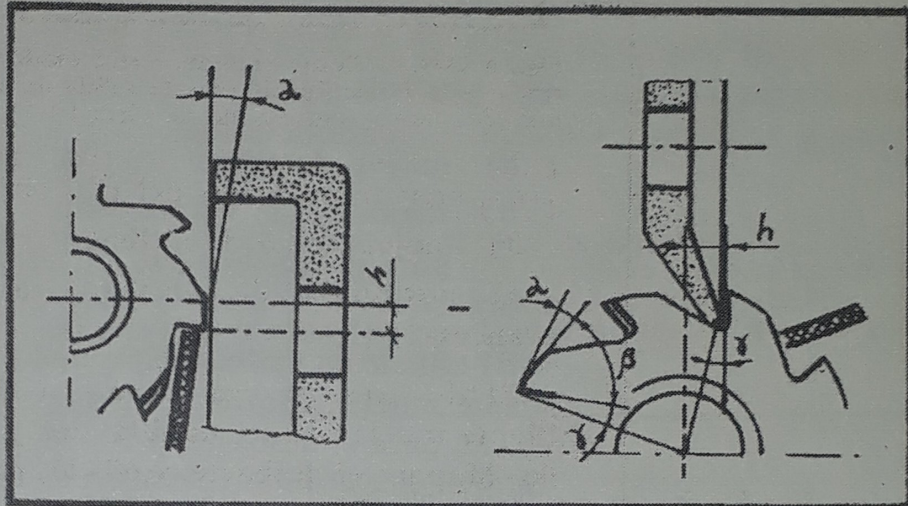


Figura 24/3. — Desplazamiento axial (h), para obtener el ángulo de incidencia.

Figura 26/3. — Aplanado sobre el frente del diente, para profundizarlo: α) Ángulo de desprendimiento; γ) Ángulo frontal; h) Desplazamiento de la fresa. □

Después de varios afilados, el vacío del diente resulta insuficiente para evacuar la viruta, por lo cual es menester rebajar el frente del diente (Fig. 25/3).

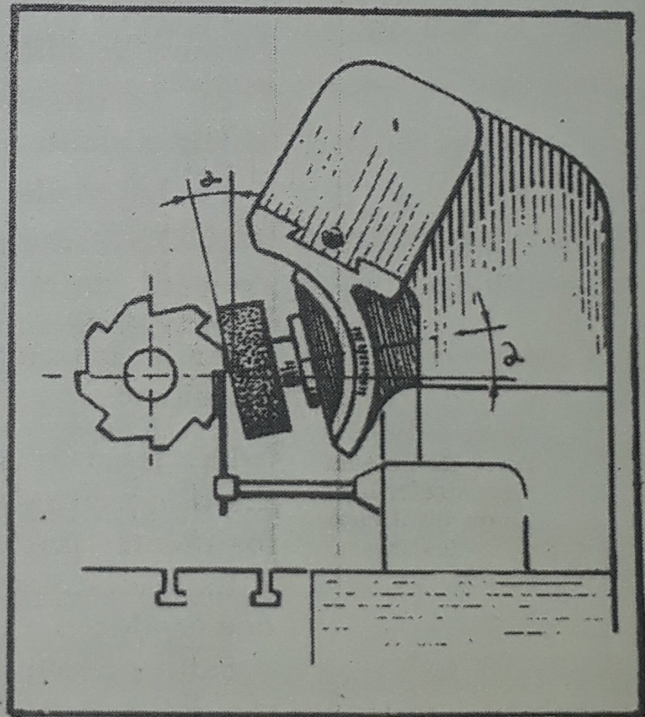


Figura 25/3. — Esquema de una afiladora de cabezal inclinable: α) Ángulo de incidencia.

Este desplazamiento no es necesario, cuando la cabeza de la afiladora es inclinable y graduada en milímetros (Fig. 26/3).

El desplazamiento h , necesario para obtener el ángulo de desprendimiento superior γ , se obtiene con la misma fórmula anterior, a saber:

$$h = \frac{D}{2} \times \text{sen } \gamma.$$

Para las fresas de perfil constante, que se afilan sobre el frente, no hay desplazamiento alguno, pues $\gamma = 0^\circ$.

Las fresas helicoidales y los creadores se afilan sobre una fresadora con divisor y su correspondiente tren de ruedas, que desplaza a la fresa circularmente respecto de la muela, de acuerdo con el paso de la hélice.

En el caso de no tener esta afiladora, se puede preparar un cilindro ranurado helicoidalmente con el mismo paso, ángulo y número de dientes de la fresa o creador para afilar, y colocar luego en sus ranuras, sucesivamente, pequeño soporte de guía (Fig. 27/3).

Afilado de creadores y de fresas helicoidales.

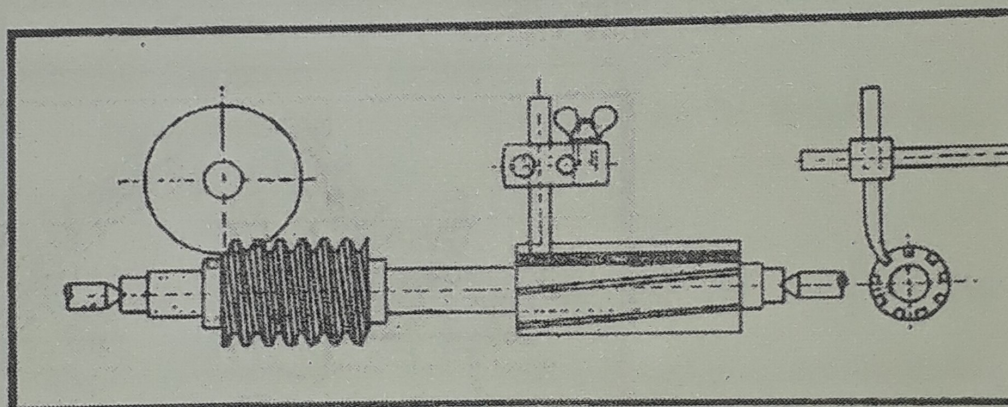


Figura 27/3. — Afilado de fresas helicoidales con cilindro ranurado.

8.3. CICLO DE FABRICACIÓN DE UNA FRESA

Por lo estudiado en el párrafo 3.3, el número de dientes de una fresa (Z) es muy variable. Sin embargo, para casos comunes y dientes rectos se puede emplear la siguiente fórmula:

$$Z = \sqrt[3]{D^3}$$

El diámetro se establece de acuerdo con la profundidad de la ranura que se debe fresar; y en este caso tendrán en cuenta las ventajas de las fresas de pequeño diámetro. (Véase párrafo 5.3.)

Cómo se establece el diámetro de una fresa.

La fabricación de una fresa de dientes agudos requiere las operaciones siguientes:

- a) Corte del trozo de acero (a veces puede ser fraguado);
- b) Torneado del disco de la forma establecida;
- c) Fresado de los dientes con fresas cónicas de punta redondeada y fresas planocónicas (para el segundo ángulo);
- d) Temple y revenido, de acuerdo con la calidad del acero empleado;
- e) Afilado.

OBSERVACIÓN: Después de la fase c, las fresas de perfil constante se destalonan con el aparato especial sobre el torno, o con un torno destalonador.

X X X X

CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las herramientas empleadas en las fresadoras, y cómo se presentan para el fresado?
2. ¿Cómo se clasifican las fresas con respecto a la forma de los dientes?
3. ¿Cómo se presentan estas herramientas, de acuerdo con la forma de la fresa?
4. ¿Cómo pueden ser inclinadas las fresas helicoidales, y cuáles son sus ventajas?
5. ¿Cuál puede ser el valor de los ángulos de desprendimiento y de incidencia en las fresas fresadas?
6. ¿Qué criterios deben tenerse en cuenta en la elección de una fresa?
7. ¿Qué significan los términos *fresado de oposición* y *fresado de concordancia*, y qué método se emplea en la práctica?
8. ¿De qué depende, especialmente, el rendimiento de una fresa?
9. ¿Cómo se realiza el afilado de las fresas fresadas y de las fresas de perfil constante?
10. ¿Cuál es el ciclo de fabricación de una fresa fresada?