

# **TALLER DE CNC CAD/CAM 6° AÑO**

## **FRESADORAS CNC Y CENTROS DE MECANIZADO**

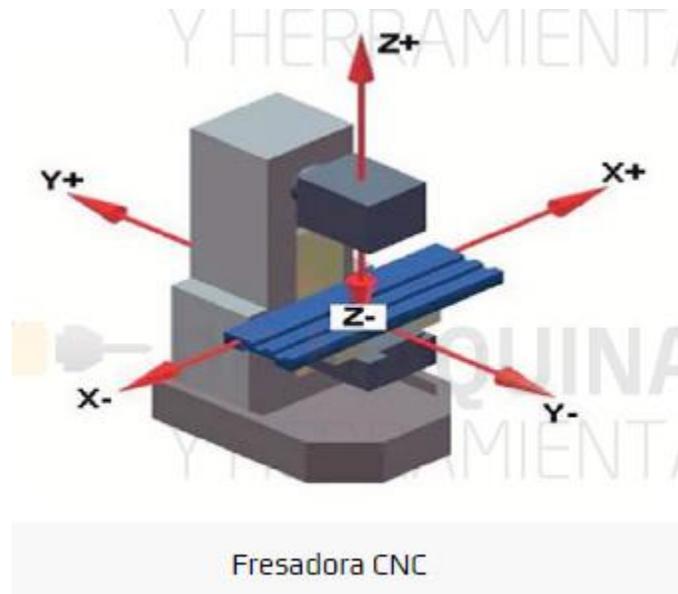
### **FRESADORAS CNC**

La introducción del control numérico computarizado (CNC) ha ampliado exponencialmente las aplicaciones de las máquinas industriales mediante la automatización programable de la producción y el logro de movimientos imposibles de efectuar manualmente, como círculos, líneas diagonales y otras figuras más complicadas que posibilitan la fabricación de piezas con perfiles sumamente complejos. Esto también se traduce en la optimización de muchas variables esenciales de todo proceso de manufactura: productividad, precisión, seguridad, rapidez, repetitividad, flexibilidad y reducción de desechos.

La multiplicidad de fresadoras que existen hoy en día se ha expandido cómodamente hacia la proliferación de sus pares equipadas con CNC. De hecho, también existen kits especiales para transformar las viejas fresadoras en una fresadora CNC.

Básicamente, las fresadoras CNC son muy similares a las convencionales y poseen las mismas partes móviles, es decir, la mesa, el cabezal de corte, el husillo y los carros de desplazamiento lateral y transversal. Sin embargo, no presentan palancas ni manivelas para accionar estas partes móviles, sino una pantalla inserta en un panel repleto de controles y una caja metálica donde se alojan los componentes eléctricos y electrónicos que regulan el funcionamiento de motores destinados a efectuar el mismo trabajo que hacían las palancas y manivelas de las viejas máquinas. Entre estos componentes se encuentra el CNC, que es una computadora principalmente responsable de los movimientos de la fresadora a través del correspondiente software. La combinación de electrónica y motores o servomotores de accionamiento es capaz de lograr todas las operaciones de fresado posibles.

Para comprender el control de movimientos que ejerce el CNC, vamos a repasar brevemente cómo funciona una fresadora convencional.



La figura esquematiza una fresadora típica. En este tipo de máquinas, las manivelas accionan las partes móviles en forma manual para que la herramienta de corte (fresa) se desplace linealmente en por lo menos tres ejes, que reciben el nombre de ejes principales:

**Eje X:** horizontal y paralelo a la superficie de sujeción de la pieza. Se asocia con el movimiento en el plano horizontal longitudinal de la mesa de fresado.

**Eje Y:** forma un triedro de sentido directo con los ejes X y Z. Se asocia con el movimiento en el plano horizontal transversal de la mesa de fresado.

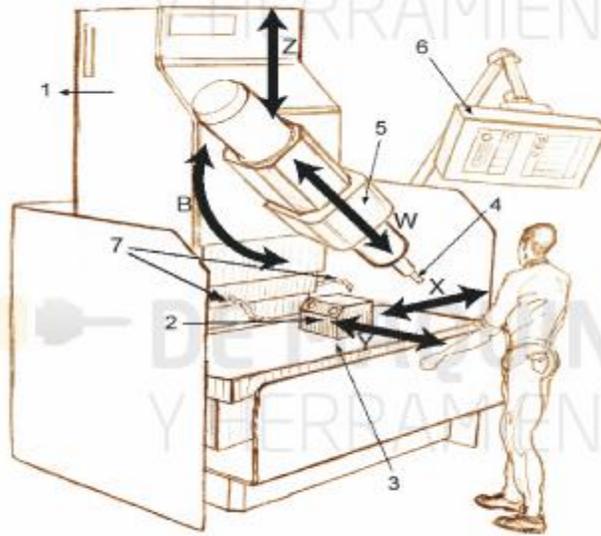
**Eje Z:** donde va montada la fresa, es el que posee la potencia de corte y puede adoptar distintas posiciones según las posibilidades del cabezal. Se asocia con el desplazamiento vertical del cabezal de la máquina.

Si la fresadora dispone de una mesa fija, estos tres desplazamientos son ejecutados por el cabezal.

Ahora bien, es claro que el fresado de piezas más complejas requerirá un mayor número de ejes cuya trayectoria no sea únicamente lineal, sino también rotatoria. En este punto es donde el concepto de CNC entra en juego, dando origen a una multiplicidad de ejes complementarios controlados de forma independiente y determinados por el movimiento de mesas giratorias y/o cabezales orientables. Esto origina una diversidad de modelos de máquinas que posibilitan el mecanizado de la pieza por diferentes planos y ángulos de aproximación.

En la siguiente figura vemos un ejemplo de fresadora CNC con sus componentes básicos y ejes principales (X, Y, Z) y complementarios (B, W).

## Componentes básicos de una fresadora CNC



## Componentes de una fresadora CNC

1 – Columna

2 – Pieza de trabajo

3 – Mesa de fresado, con desplazamiento en los ejes X e Y

4 – Fresa

5 – Cabezal de corte que incluye el motor del husillo

6 – Panel de control CNC

7 – Mangueras para líquido refrigerante

X, Y, Z – Ejes principales de desplazamiento

B – Eje complementario de desplazamiento giratorio del cabezal de corte

W – Eje complementario de desplazamiento longitudinal del cabezal de corte

La función primordial del CNC es la de controlar los desplazamientos de la mesa, los carros transversales y longitudinales y/o el husillo a lo largo de sus respectivos ejes mediante datos numéricos. Sin embargo, esto no es todo, porque el control de estos desplazamientos para lograr el resultado final deseado requiere el perfecto ajuste y la correcta sincronización entre distintos dispositivos y sistemas que forman parte de todo proceso CNC. Estos incluyen los ejes principales y complementarios, el sistema de transmisión, los sistemas de sujeción de la pieza y los cambiadores de herramientas, cada uno de los cuales presenta sus modalidades y variables que también deben estipularse adecuadamente.

Este riguroso control lo efectúa un software que se suministra con la fresadora y que está basado en alguno de los lenguajes de programación numérica CNC, como ISO, HEIDENHAIN, Fagor, Fanuc, SINUMERIK y Siemens. Este software contiene números, letras y otros símbolos -por ejemplo, los códigos G y M- que se codifican en un formato apropiado para definir un programa de instrucciones capaz de desarrollar una tarea concreta. Los códigos G son funciones de movimiento de la máquina (movimientos rápidos, avances, avances radiales, pausas, ciclos), mientras que los códigos M son las funciones misceláneas que se requieren para el maquinado de piezas, pero no son de movimiento de la máquina (arranque y paro del husillo, cambio de herramienta, refrigerante, paro de programa, etc.). De esto se desprende que para operar y programar este tipo de máquinas se requieren conocimientos básicos en operaciones de mecanizado en equipo convencional, conocimientos elementales de matemática, dibujo técnico y manejo de instrumentos de medición.

En la actualidad el uso de programas **CAD** (diseño asistido por computadora) y **CAM** (fabricación asistida por computadora) es un complemento casi obligado de toda máquina CNC, por lo que, generalmente, la manufactura de una pieza implica la combinación de tres tipos de software:

**CAD:** realiza el diseño de la pieza.

**CAM:** calcula los desplazamientos de los ejes para el maquinado de la pieza y agrega las velocidades de avance, velocidades de giros y diferentes herramientas de corte.

**Software de control** (incluido con la máquina): recibe las instrucciones del CAM y ejecuta las órdenes de desplazamiento de las partes móviles de la fresadora de acuerdo con dichas instrucciones.





# CENTROS DE MECANIZADO

Los centros de mecanizado son máquinas de gran automatización capaces de realizar diferentes operaciones de mecanizado dentro de una sola instalación bajo CNC (Control Numérico Computarizado). Gracias a éstas, la velocidad de producción industrial aumenta considerablemente, ya que la intervención humana es mínima. De igual forma, provoca una mayor flexibilidad y precisión de trabajo. Entre las operaciones más comunes en las que son usadas, destacan las que requieren herramientas de corte rotativas.

En la industria manufacturera, se utilizan para la fabricación de matrices, moldes de inyección, piezas, etc.; en la automotriz para fabricación de partes y piezas; en la electrónica para el prototipo de circuitos impresos. Además, también tienen diversas aplicaciones en la industria joyera, en la de grabado, maderera, del calzado y en la relacionada con todo tipo de creaciones artísticas.

Gracias a su flexibilidad y reconfigurabilidad, estos centros mecanizados permiten un cambio automático de herramientas, el uso de paletas transportadoras y el posicionamiento automático de la pieza de trabajo.

## **¿Cuáles son las características de un centro de mecanizado CNC?**

Son máquinas reconfigurables, lo que les permite cambiar rápidamente de configuración y realizar diferentes tareas de mecanizado sobre una misma pieza.

Ofrecen uniformidad en la producción, un requisito esencial para la producción en serie.

Su capacidad de realizar una gran cantidad de operaciones de forma automática permite una alta velocidad de producción.

La versatilidad y flexibilidad que presentan por el alto grado de automatización les capacita para ejecutar diferentes operaciones de mecanizado en una sola pieza.

Ofrece un acabado superficial impecable, que los hace indicados para dar forma final a las piezas fabricadas.

## **Tipos**

Los centros de mecanizado se diferencian entre sí por diversas características como tamaño, funcionalidades y grados de automatización. La división más genérica es la que diferencia los centros de mecanizado con husillo vertical u horizontal.

Los centros de mecanizados con husillo vertical están dotados de una cabeza giratoria que se acerca a la pieza de trabajo desde la parte superior hasta la inferior, generalmente, trabajando sobre la superficie superior del material. Por ello, son los más adecuados para realizar operaciones en superficies planas con cavidades hondas; un ejemplo es la fabricación de

matrices, moldes o dados. Estas máquinas ofrecen una gran rigidez y producen piezas con buena precisión dimensional.

Los centros de mecanizados con husillo horizontal se utilizan para piezas grandes y altas, que requieren ser mecanizadas en varias partes. En algunos casos, la pieza maquinada puede inclinarse con respecto a ejes diferentes para ocupar posiciones angulares diferentes.

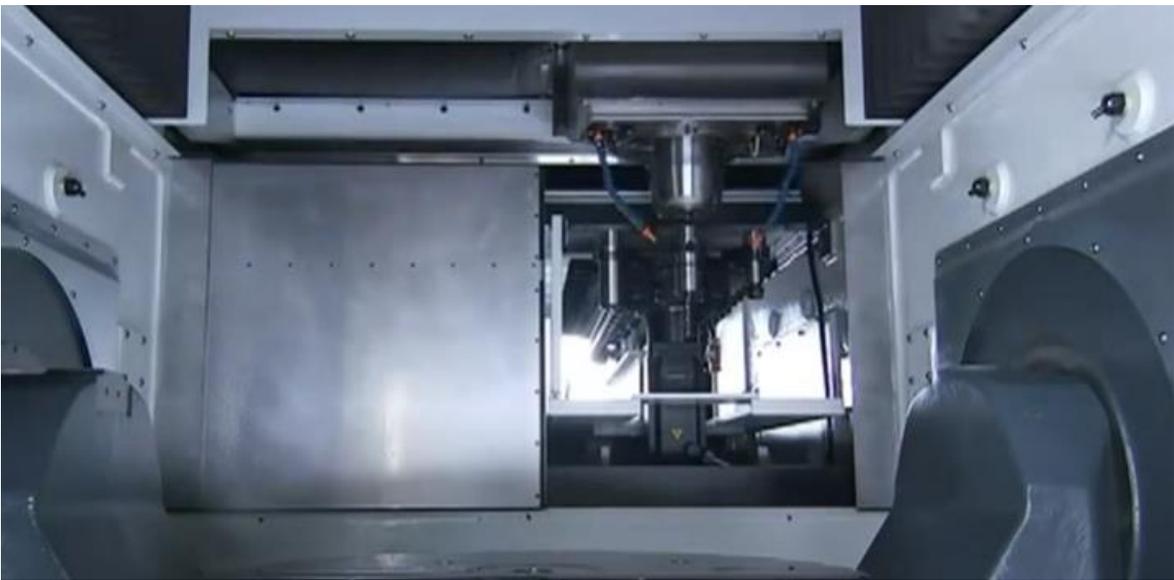
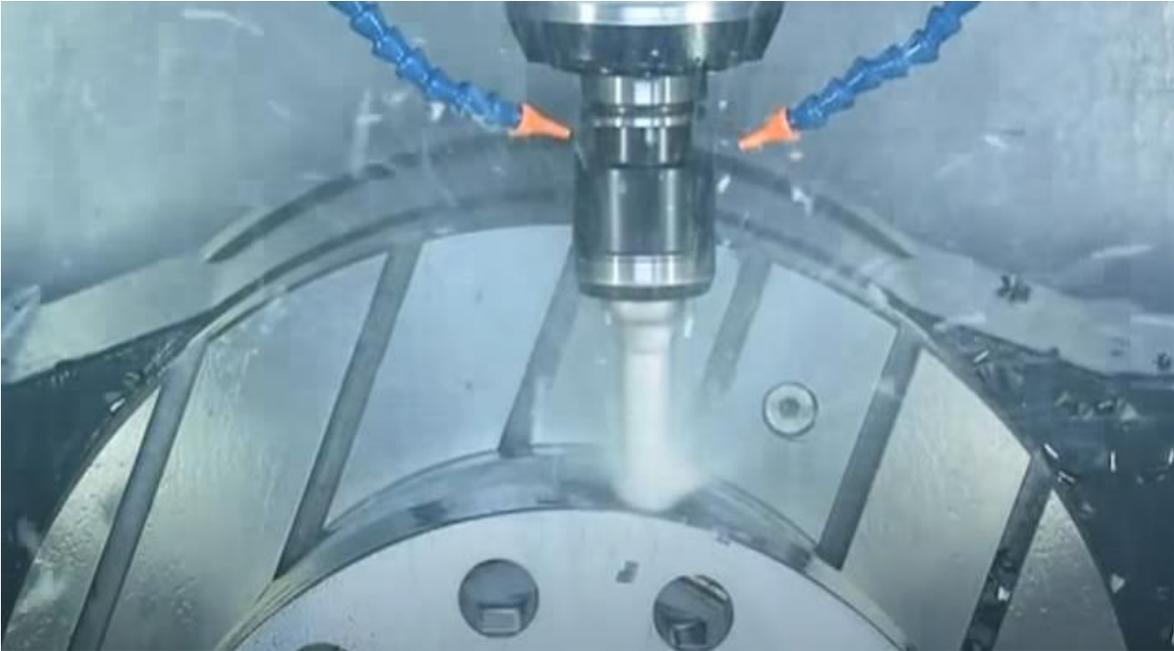
### **¿Por qué usar un centro de mecanizado vertical CNC?**

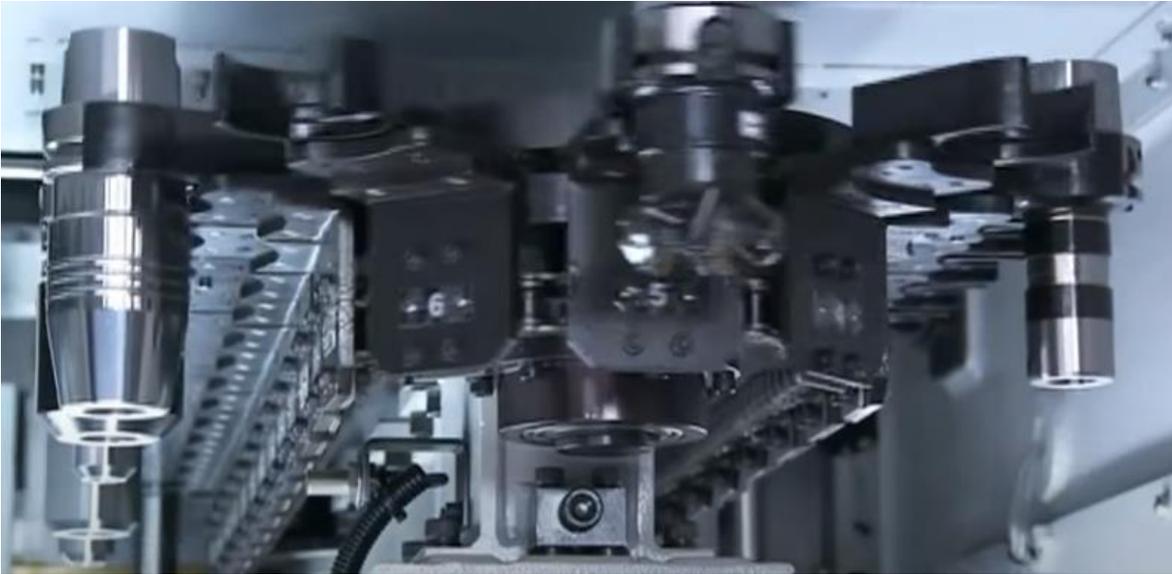
Este tipo de centros incorporan tecnología de fresado de última generación, así como un sistema de programación CNC de fácil operación, aumentando de tal forma la productividad y el crecimiento de la producción en la industria implementada.

El mecanizado vertical, gracias a su ya mencionada flexibilidad y fácil operación, ofrece grandes posibilidades como la de optar entre 3, 4 o 5 ejes, lo que permite a la máquina ejecutar multitud de procesos y trabajar con piezas de diversos formatos. Además, su sistema de refrigeración estabiliza la regulación de la temperatura, convirtiéndolo en un equipo de trabajo seguro.

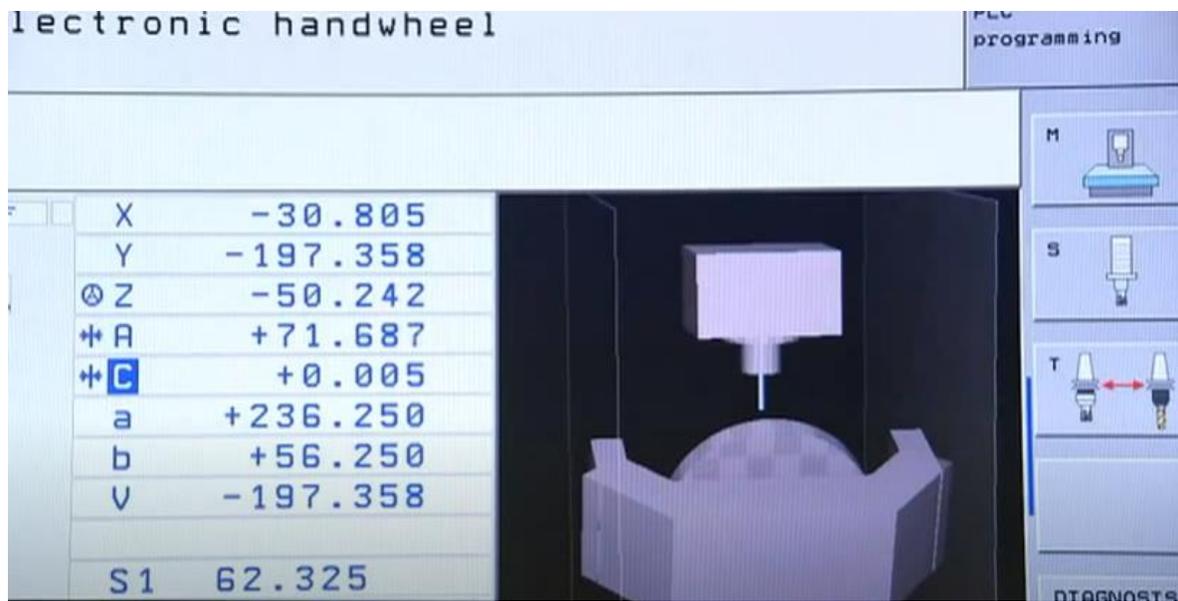
Actualmente, gracias a la gran variedad de estos centros de mecanizado, se pueden trabajar tanto piezas pequeñas como grandes, en grandes o en pequeñas series. Sin duda, los centros verticales son la mejor opción en cuanto a su relación costo-beneficio.





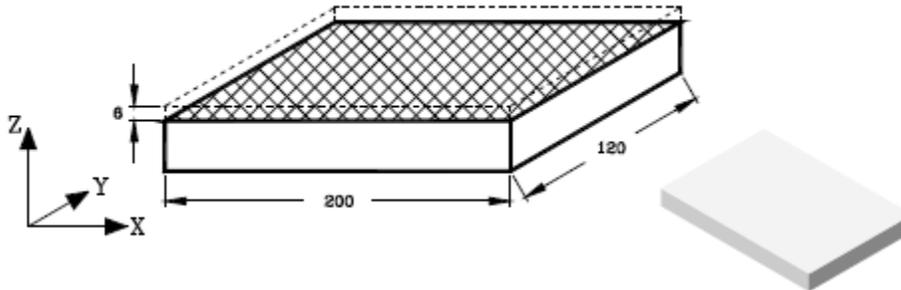






# Mecanizados básicos en fresadora CNC

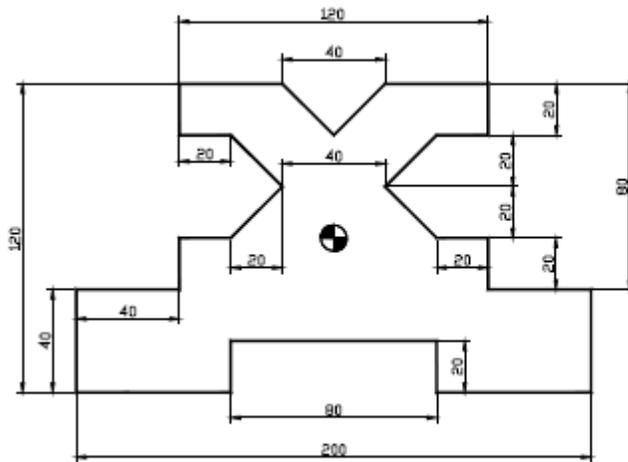
## Planeado



Se pretende, con una fresa de  $\varnothing 50$  mm, efectuar un planeado de la superficie XY rebajándola 6 mm.

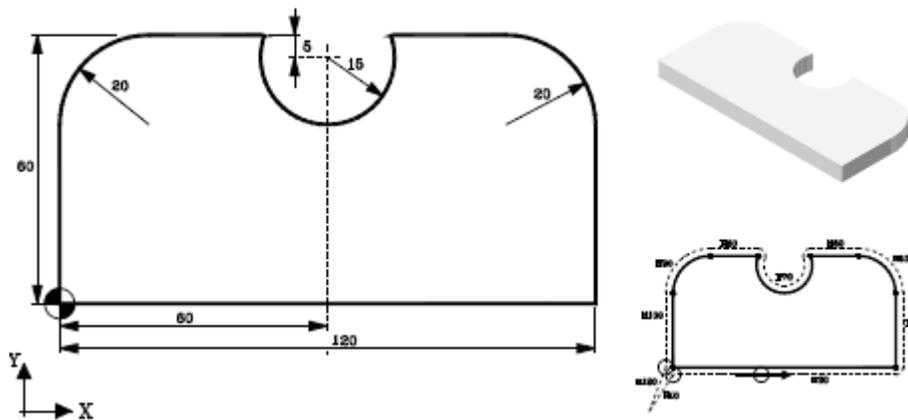
Coordenada absolutas	Coordenadas incrementales
T1 D1 F200 S800 M3 M41 G0 G90 X-50 Y0 Z25 G1 Z6 F200 N10 G1 G90 X-30 Y0 F250 G91 G1 Z-2 F200 G90 G1 X230 F250 G0 Y40 G1 X-30 G0 Y80 G1 X230 G0 Y120 N20 G1 X-30 (RPT N10, N20) N2 G1 Z20 G0 X-50 M30	T1 D1 F200 S800 M3 M41 G0 G90 X-50 Y0 Z25 G1 Z6 F200 N10 G1 G90 X-30 Y0 F250 G91 G1 Z-2 F200 N20 G1 X260 F250 G0 Y40 N30 G1 X-260 G0 Y40 N40 (RPT N20, N30) (RPT N10, N40) N2 G1 G90 Z20 G0 X-50 M30

## Programación de un contorno

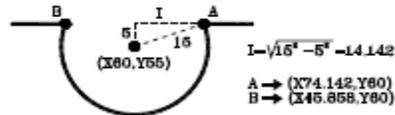


Coordenada absolutas	Coordenadas incrementales
G0 Z100	G0 Z100
S1000 T1 D1 M3	S1000 T1 D1 M3
G90 X-100 Y-60	G90 X-100 Y-60
G1 G43 Z0	G1 G43 Z0
X-40 Y-60	G91 X60
X-40 Y-40	Y20
X40 Y-40	X80
X40 Y-60	Y-20
X100 Y-60	X60
X100 Y-20	Y40
X60 Y-20	X-40
X60 Y0	Y20
X40 Y0	X-20
X20 Y20	X-20 Y20
X40 Y40	X20 Y20
X60 Y40	X20
X60 Y60	Y20
X20 Y60	X-40
X0 Y40	X-20 Y-20
X-20 Y60	X-20 Y20
X-60 Y60	X-40
X-60 Y40	Y-20
X-40 Y40	X20
X-20 Y20	X20 Y-20
X-40 Y0	X-20 Y-20
X-60 Y0	X-20
X-60 Y-20	Y-20
X-100 Y-20	X-40
X-100 Y-60	Y-40
G0 Z100	G0 Z100
M30	M30

## Interpolaciones circulares



Cálculo de los puntos necesarios para la programación de la pieza:



Programación del centro del arco en coordenadas absolutas (G90)	Programación del radio del arco en coordenadas absolutas (G90)
N10 G90 S1000 T2 D2 M3 M41 N20 G0 G42 X0 Y0 Z5 N30 G94 G1 Z-5 F150 N40 X120 F250 N50 Y40 N60 G3 X100 Y60 I-20 J0 N70 G1 X74.142 N80 G2 X45.858 I-14.142 J-5 N90 G1 X20 N100 G3 X0 Y40 I0 J-20 N110 G1 Y0 N120 G1 Z5 N130 G0 G40 X-30 Y-30 Z20 M30	N10 G90 S1000 T2 D2 M3 M41 N20 G0 G42 X0 Y0 Z5 N30 G94 G1 Z-5 F150 N40 X120 F250 N50 Y40 N60 G3 X100 Y60 R20 N70 G1 X74.142 N80 G2 X45.858 R-15 N90 G1 X20 N100 G3 X0 Y40 R20 N110 G1 Y0 N120 G1 Z5 N130 G0 G40 X-30 Y-30 Z20 M30
Programación del centro del arco en coordenadas incrementales (G91)	Programación del radio del arco en coordenadas incrementales (G91)
N10 G90 S1000 T2 D2 M3 M41 N20 G0 G42 X0 Y0 Z5 N30 G94 G1 Z-5 F150 N40 G91 X120 F250 N50 Y40 N60 G3 X-20 Y20 I-20 J0 N70 G1 X-25.858 N80 G2 X-28.284 I-14.142 J-5 N90 G1 X-25.858 N100 G3 X-20 Y-20 I0 J-20 N110 G1 Y-40 N120 G90 G1 Z5 N130 G0 G40 X-30 Y-30 Z20 M30	N10 G90 S1000 T2 D2 M3 M41 N20 G0 G42 X0 Y0 Z5 N30 G94 G1 Z-5 F150 N40 G91 X120 F250 N50 Y40 N60 G3 X-20 Y20 R20 N70 G1 X-25.858 N80 G2 X-28.282 R-15 N90 G1 X-25.858 N100 G3 X-20 Y-20 R20 N110 G1 Y-40 N120 G90 G1 Z5 N130 G0 G40 X-30 Y-30 Z20 M30

## CICLOS FIJOS

**G69** Ciclo fijo de taladrado profundo con paso variable.

**G81** Ciclo fijo de taladrado.

**G82** Ciclo fijo de taladrado con temporización.

**G83** Ciclo fijo de taladrado profundo con paso constante.

**G84** Ciclo fijo de roscado con macho.

**G85** Ciclo fijo de escariado.

**G86** Ciclo fijo de mandrinado con retroceso en avance rápido G00.

**G87** Ciclo fijo de cajera rectangular.

**G88** Ciclo fijo de cajera circular.

**G89** Ciclo fijo de mandrinado con retroceso en avance de trabajo G01.

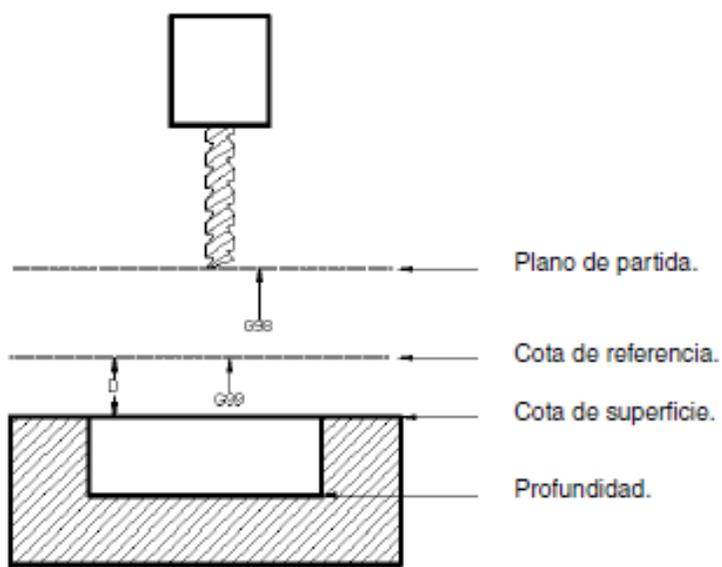
Todos los ciclos se deben anular con la función G80. En caso contrario, el ciclo se repite en cualquier coordenada que se programe. La secuencia de programación de cualquier ciclo fijo es la siguiente:

G0 Z100 ; Z de seguridad (plano de partida).

G8x G98/99 ; Definición del ciclo elegido. Pulsar la tecla HELP.

G0 G80 Z100 ; Anulación de ciclo y retirada de herramienta

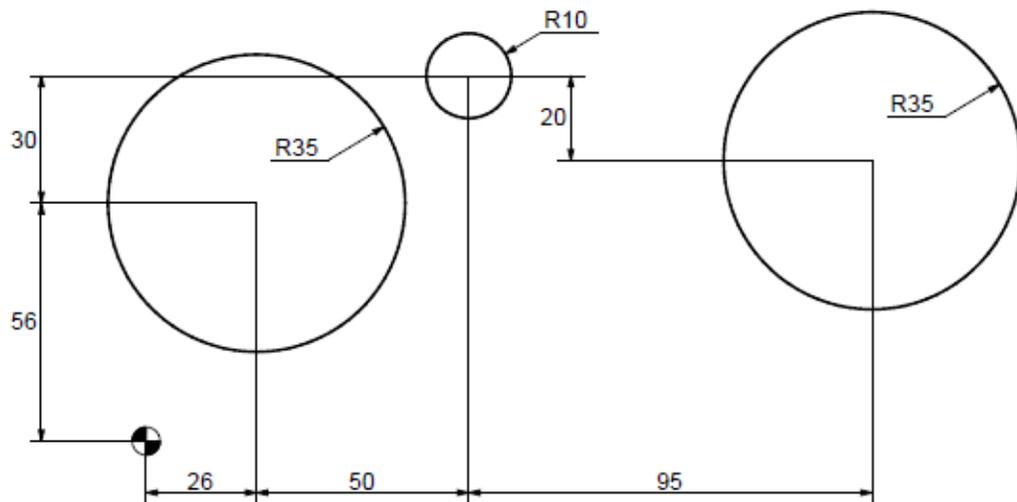
### Planos a tener en cuenta:



## G79. Modificador de parámetros de ciclo fijo

Esta función se utiliza cuando hay que programar dos o más ciclos del mismo tipo, pero con características de mecanizado diferentes (profundidad, paso, avances, etc.). Con ello se evita tener que volver a programar otra vez todo el ciclo cuando sólo varían ciertos parámetros.

### EJEMPLO:



En este ejemplo se programan tres ciclos del mismo tipo (cajera circular G88), pero estas cajeras son distintas entre sí:

Cajera A con profundidad 15 mm.

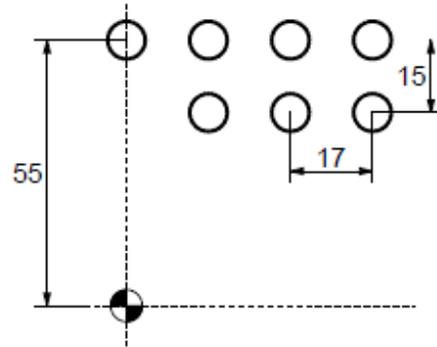
Cajera B con profundidad 22 mm.

Cajera C con profundidad 31 mm.

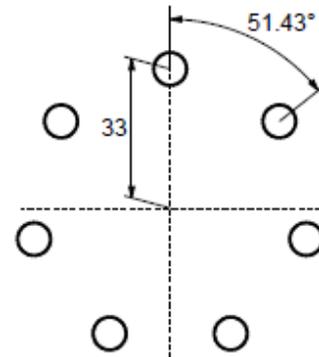
Modificador de parámetros de ciclo fijo	
T1 D1	
S1000 M3	
G0 Z100	; Posicionamiento previo.
G88 G99 X26 Y56 Z2 I-15 J35 B5 D2 H500 L0.5 V100	; Cajera A.
G79 I-22 J10	; Modificador para la cajera B.
X76 Y86	; Cajera B.
G79 I-31 J35	; Modificador para la cajera C.
X171 Y66	; Cajera C.
G0 G80 Z100	; Anulación y retirada.
M30	

## Repetición de ciclos fijos

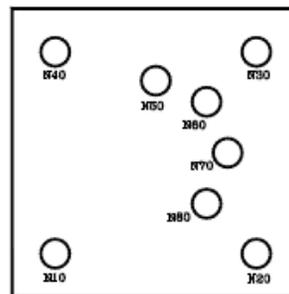
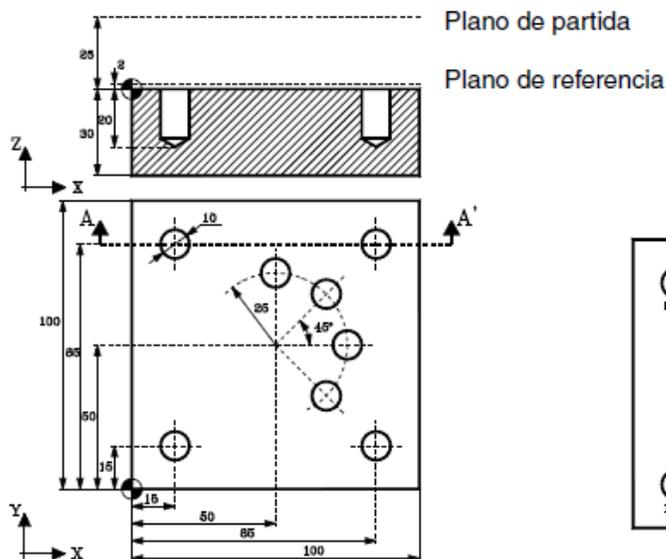
Repetición lineal
G0 Z100
T1 D1
S1000 M3
G81 G99 X0 Y55 Z2 I-10 F150
G91 X17 N3
Y-15
X-17 N2
G90 G0 G80 Z100
M30



Repetición polar
G0 Z100
T1 D1
S1000 M3
G93 I0 J0
G81 G99 X0 Y33 Z2 I-10 F150
G91 Q51.43 N6
G90 G0 G80 Z100
M30



## G81. Ciclo fijo de taladrado



Definición de los puntos del taladrado en:  
Coordenadas cartesianas, absolutas.  
Coordenadas polares, incrementales con repetición.  
Herramienta:  
Broca helicoidal Ø10 mm.  
Condiciones de corte:  
S=1000 rpm.  
F=200 mm/min.

Ciclo fijo de taladrado
T10 D10 G0 G90 G43 Z25 S1000 M3 M8 M41 N10 G81 G98 X15 Y15 Z2 I-20 F200 N20 X85 N30 Y85 N40 X15 N50 X50 Y75 G93 I50 J50 N60 G91 Q-45 N3 G80 G0 G90 G44 Z30 M30

# CAJERAS 2D Y 3D

## Cajeras 2D

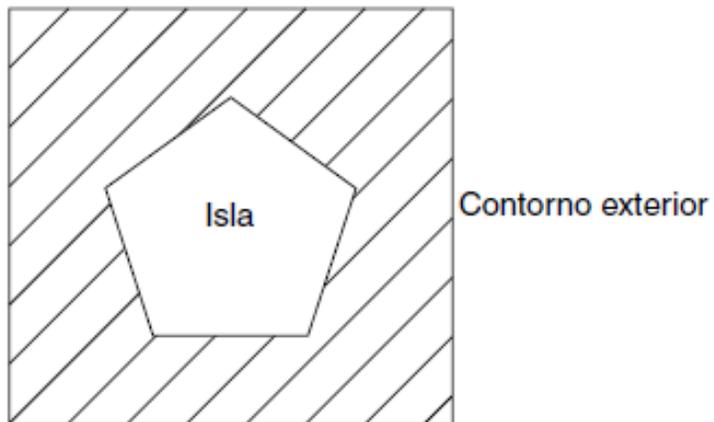
Las cajeras 2D son aquellas geometrías que siendo vaciados o relieves, tienen un perfil de profundidad vertical y además son irregulares en el plano XY. La estructura de un programa para una cajera 2D es similar a llamar desde el programa principal a una subrutina que se encuentra definida después de la M30.

Ejemplo:

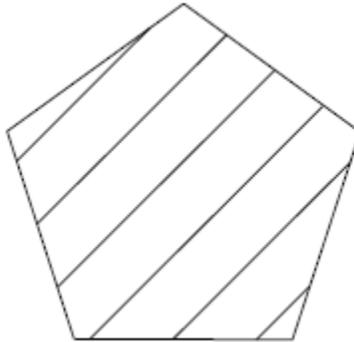
```
Programa principal:  
  
G0 Z100  
G66 D.. R.. F.. S.. E...           (Bloque de llamada a subrutina)  
G0 Z100  
M30  
  
N.. G81 Z2.....T..D..           (Ciclo de pretaladrado)  
N..G67.....T..D..           (Ciclo de desbaste)  
N..G68.....T..D..           (Ciclo de acabado)  
  
Subrutina:  
N G0 X Y Z  
G1-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
N -----
```

## Definición de las geometrías

En la programación de relieves 2D se definen dos geometrías. Una geometría exterior que define los límites de la cajera, a la cual se le llama contorno exterior, y otra geometría que define el contorno que se desea dejar en relieve llamada isla.



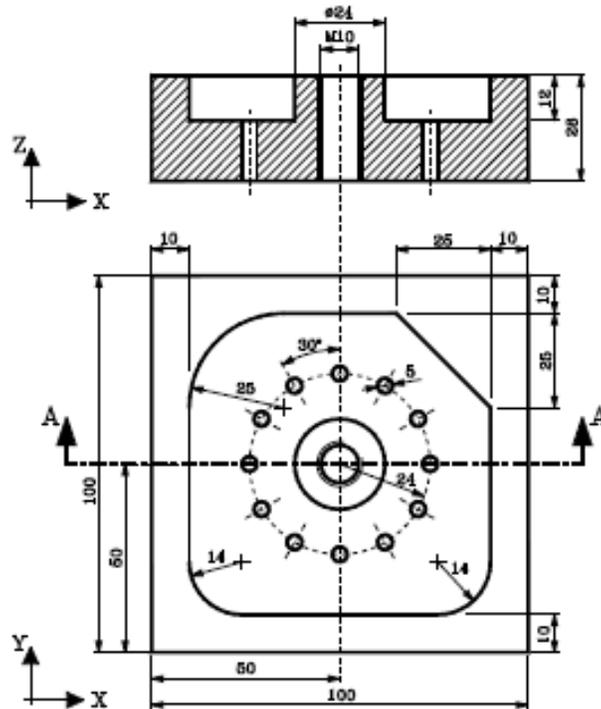
En la programación de vaciados en 2D sólo se programa la geometría correspondiente a dicho contorno.



Reglas para la programación de las geometrías.

- El perfil debe ser cerrado (comienzo y final con la misma coordenada).
- El perfil no se puede cortar a sí mismo.
- No se puede quedar activada la función G0 después de definir el punto inicial.
- No se pueden utilizar en la definición de las geometrías funciones de ayudas geométricas (imagen espejo, factor escala, etc.).
- El primer y el último punto de la geometría tienen que estar definidos en el mismo tipo de coordenadas (los dos en cartesianas o los dos en polares).

# Cajera con islas



## Cajera con islas

### Cajera con islas:

T2 D2

; Herramienta de fresar.

G0 G90 G43 X0 Y0 Z10 F250 S1600 M3 M42

G66 R100 F200 S300 E400

G0 G44 X-70 Y0 Z100

(GOTO N500)

N100 G67 A0 B6 C0 I-12 R3 T2 D2

; El bloque N100 define la operación de desbaste.

N200 G68 B0 L-1 T2 D2

; El bloque N200 define la operación de acabado.

N300 G1 X-40 Y0 Z0

; Punto "A".

G36 R14 Y-40

; Tramo A-B.

G36 R14 X40

; Tramo B-C.

G39 R25 Y40

; Tramo C-D.

G36 R25 X-40

; Tramo D-E.

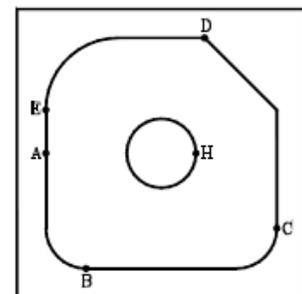
Y0

; Tramo E-A.

G0 X12 Y0

; Punto "H".

N400 G2 G6 I0 J0



### Taladrados y roscado:

N500 T9 D9

; Broca de Ø8.5 mm.

G0 G90 G43 Z100 F200 S1050 M4 M41

G83 G98 X0 Y0 Z5 I-12 J3 ; Taladrado P1.

G80

T7 D7

; Broca Ø5 mm.

F200 S1500 M4 M42

G81 G99 X-24 Y0 Z-10 I-30 K0 ; Taladrado P2.

G63 X24 Y0 I30 C2 F300 ; Taladrado P3 a P13.

G80

G0 Z100

T12 D12

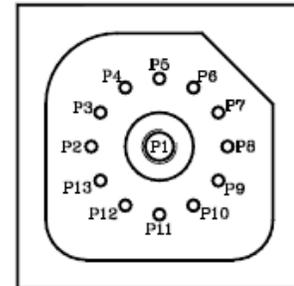
; Herramienta de roscar.

G0 G90 G43 Z20 F450 S300 M4 M41

G84 G98 X0 Y0 Z5 I-30 ; Roscado con macho P1.

G0 G44 Z50

M30



## Cajeras en 3D

Las cajeras 3D se programan de la misma manera que las cajeras 2D, sólo que a cada perfil definido en el plano XY le corresponde su perfil de profundidad. Tanto la estructura como el concepto de relieve y vaciado es similar tanto en 2D como en 3D. Las diferencias se detallan a continuación:

### BLOQUE DE LLAMADA:

**2D**

G66 D R F S E

**3D**

G66 R C F S E

D - Pretaladrado.

R - Desbaste.

F - Acabado.

C - Semiacabado.

S - Primer bloque de definición de geometría.

E - Último bloque de definición de geometría.

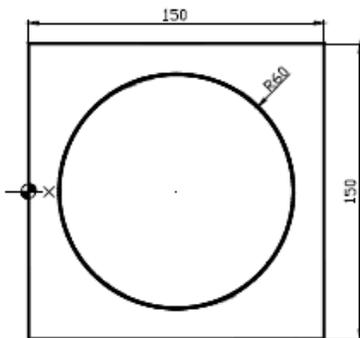
Como se puede ver, en las cajeras 3D no hay pretaladrado pero si hay un semiacabado.

# Estructura de un programa en 3D

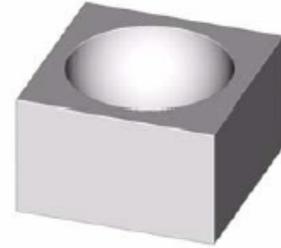
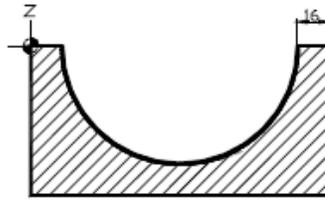
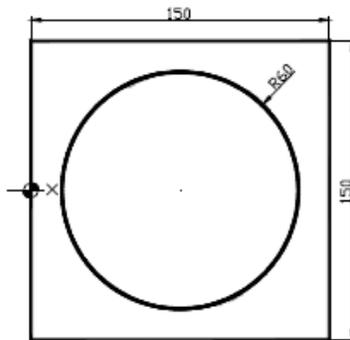
```
Programa principal:  
  
G0 Z100  
G66 R.. C.. F.. S.. E..          (Bloque de llamada a subrutina)  
G0 Z100  
M30  
  
Subrutina:  
  
N.. G67 ..... T..D..          (Ciclo de desbaste)  
N..G67 ..... T..D..          (Ciclo de semiacabado)  
N..G68 ..... T..D..          (Ciclo de acabado)  
N G0 X Y Z  
  
Geometría:  
  
G1 -----  
-----  
-----  
G16 XZ                          (Cambio de plano)  
-----  
-----  
N -----
```

## Semiesfera (relieve y vaciado con herramienta esférica)

### RELIEVE



## VACIADO



## Semiesfera en relieve

```
G0 Z100
G66 R10 C20 F30 S40 E50
G0 Z100
M30
N10 G67 B5 I-60 R2 V100 F1000 S1000 T1 D1 M3
N20 G67 B3 I-60 R2 V100 F1000 S1000 T1 D1 M3
N30 G68 B-1 L0.5 I-60 R2 V100 F500 S2000 T1 D1 M3
N40 G0 X0 Y0 Z0
G1 Y75
X150
Y-75
X0
Y0
G16 XZ
G0 X0 Z0
G1 X0 Z-60

G16 XY
G0 X15 Y0
G2 X15 Y0 I60 J0
G16 XZ
G0 X15 Z-60
N50 G2 X75 Z0 R60
```

### Semiesfera vaciada

```
G0 Z100
G66 R10 C20 F30 S40 E50
G0 Z100
M30
N10 G67 B5 I-60 R2 V100 F1000 S1000 T1 D1 M3
N20 G67 B3 I-60 R2 V100 F1000 S1000 T1 D1 M3
N30 G68 B-1 L0.5 J6 I-60 R2 V100 F500 S2000 T1 D1 M3

N40 G0 X15 Y0 Z0
G2 X15 Y0 I60 J0
G16 XZ
G0 X15 Z0
N50 G3 X75 Z-60 R60
```

## HERRAMIENTAS PARA FRESADORA CNC

### Principales tipos de fresas para realizar piezas de mecanizados

**Cilíndricas periféricas:** hay tres tipos de dentado; el recto, el helicoidal y acopladas. Por lo general, poseen dientes solo en la parte exterior, además son principalmente utilizados para planeado y desbaste.

**Recto:** realiza cortes bruscos.

**Helicoidal:** realiza cortes progresivos. El espacio entre los dientes, varía dependiendo la dureza del material a fresar (blando=mayor espacio, duro=menor espacio).

**Acopladas:** fusión de dos fresas con dentado helicoidal de sentido opuesto, permitiendo el equilibrio de las fuerzas axilares.



**Cilíndricos frontales sin vástago:** solo hay un tipo de dentado. Poseen dientes tanto en el exterior como en la cara lateral, principalmente son utilizadas para ranurado profundo.



**De disco:** hay cinco tipos de dentado; recto, cruzado o alterno, en cruz, acopladas ajustables y sierras circulares. Tienen una longitud de corte baja respecto a su diámetro.

**Recto:** se utiliza para ranurado plano.

**Alterno:** se utiliza para ranurado profundo.

**En cruz:** se utiliza para chaveteo profundo.

**Acopladas ajustables:** se montan dos fresas de disco para ajustar la longitud de ranurado profundo.

Sierras circulares se utiliza para ranurados finos, aunque mayoritariamente se utiliza para cortar.



**Angulares sin vástago:** hay dos tipos de dentado; frontales y prismáticas. Sirven para guías en ángulos prismáticos y frontales, guías en ángulos, cuñas y reglas de acero para taller de distinta forma y filo.

**Frontales:** se utiliza para realizar mecanizados de guías en ángulos a 45, 50,55 y 60 grados.

**Prismáticas:** se utiliza para realizar mecanizados de guías prismáticas en ángulos de 45, 60 y 90 grados.



**Fresas con vástago:** Por lo general el vástago sirve para sujetarlas, y es cilíndrico. Hay tres tipos de dentado; cilíndricos frontales (de bola o punta esférica, de punta plana, para ranuras en T, para ranuras woodruff), cónicas y angulares (cola de milano).

**Cilíndricos frontales:**

- **Punta plana y punta esférica:** son utilizadas para ranurado, desbaste, acabados y contornos
- **Ranuras en T y ranuras woodruff:** se utilizan para realizar tipos de cortes complejos.

**Cónicas:** se usan para lograr un orificio avellanado.

**Angulares:** se utiliza para formas trapezoidales.



**De perfil constante:** pueden ser con o sin vástago, su particular función es que dejan la forma geométrica en la pieza tallada. Hay tres tipos; destalonadas (convexas, cóncavas), de módunlo, múltiples.

### **Destalonadas:**

- **Convexas:** se utilizan para realizar superficies semicirculares por lo general tipo macho.
- **Cónvacas:** se utilizan para realizar superficies semicirculares tipo hembra.

**Módulo:** se utilizan para crear engranajes, ruedas dentadas, poleas, cremalleras, etc...

**Múltiples:** se pueden unir varias fresas idénticas formando un cilindro y se usan para crear roscas.



**Compuestas:** Se crean montando distintos tipos de fresas de distinto tipo para crear una que contenga las propiedades de todas las que la conformen. Realiza la función de una fresa de perfil constante además mucho más económica.



**Fresas madre:** se utilizan para la misma función que las fresas de módulo sin embargo estas trabajan al mismo tiempo, mientras que las de módulo realizan el trabajo diente por diente.



## **FRESAS DE ALTO AVANCE**

Combinan una profundidad de corte reducida con altos avances por diente, lo que proporciona unos mayores volúmenes de extracción de viruta y más piezas mecanizadas. También ofrecen una mayor estabilidad y reducen las vibraciones gracias a que las fuerzas de corte se dirigen al husillo en dirección axial, lo que finalmente prolonga la vida útil de la herramienta. Además, las fresas para altos avances ahorran tiempo, ya que evitan el semiacabado y reducen los cambios de herramienta.

El planeado con el método de fresas para altos avances es perfecto para crear una buena plataforma para operaciones de mecanizado posteriores o un acabado final. En la mayoría de aplicaciones, a menudo obtendrá unas tolerancias tan precisas que solo será necesario el acabado final.

Las fresas para altos avances también son muy prácticas para el copiado de superficies irregulares, ya que son muy eficaces en el cajeado y la creación de moldes y matrices. Con el copiado y el cajeado, la aplicación indica el diámetro de herramienta necesario, lo que facilita la selección de la herramienta adecuada.

En la interpolación helicoidal, las fresas para altos avances resultan adecuadas para crear agujeros de gran diámetro, ya que a menudo permiten omitir el pre-mecanizado o pre-taladrado. También se suelen usar en operaciones de fresado axial, especialmente al mecanizar materiales difíciles como el titanio u otras aleaciones ligeras.

### **HIGHFEED 4 - PLAQUITAS DE 4 FILOS DE CORTE Y DOBLE CARA**

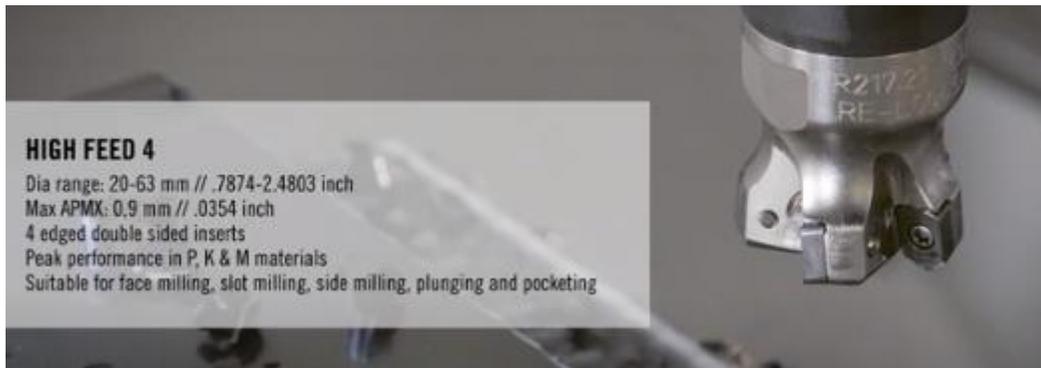
Gama de fresas de 20 a 63 mm (1 a 2.5 pulg.)

Profundidad de corte máxima de 0,9 mm

### **HIGHFEED 2 - PLAQUITAS DE 2 FILOS DE CORTE Y UNA CARA**

Gama de fresas de 12 a 40 mm (0.5 a 1.5 pulg.)

Profundidades de corte máximas por tipo de plaquita: LP 05/0,65 mm, LP 06/0,8 mm



## PIEZAS FABRICADAS EN FRESADORAS CNC



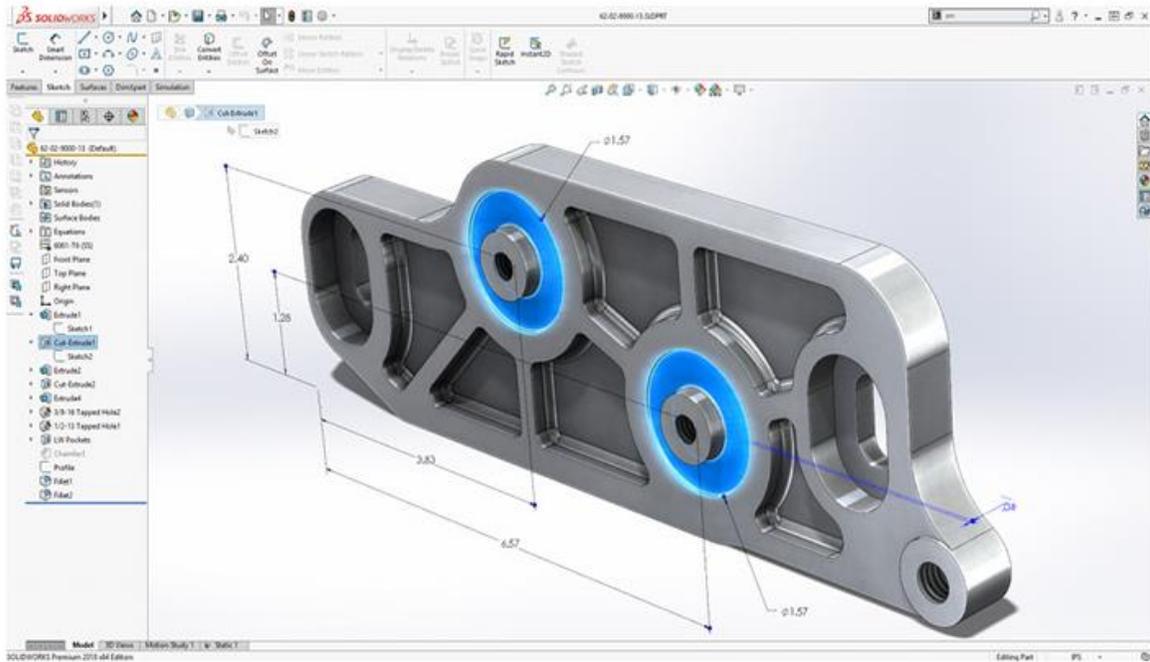


## **SOFTWARE UTILIZADOS EN CAD/CAM**

### **SOFTWARE CAD**

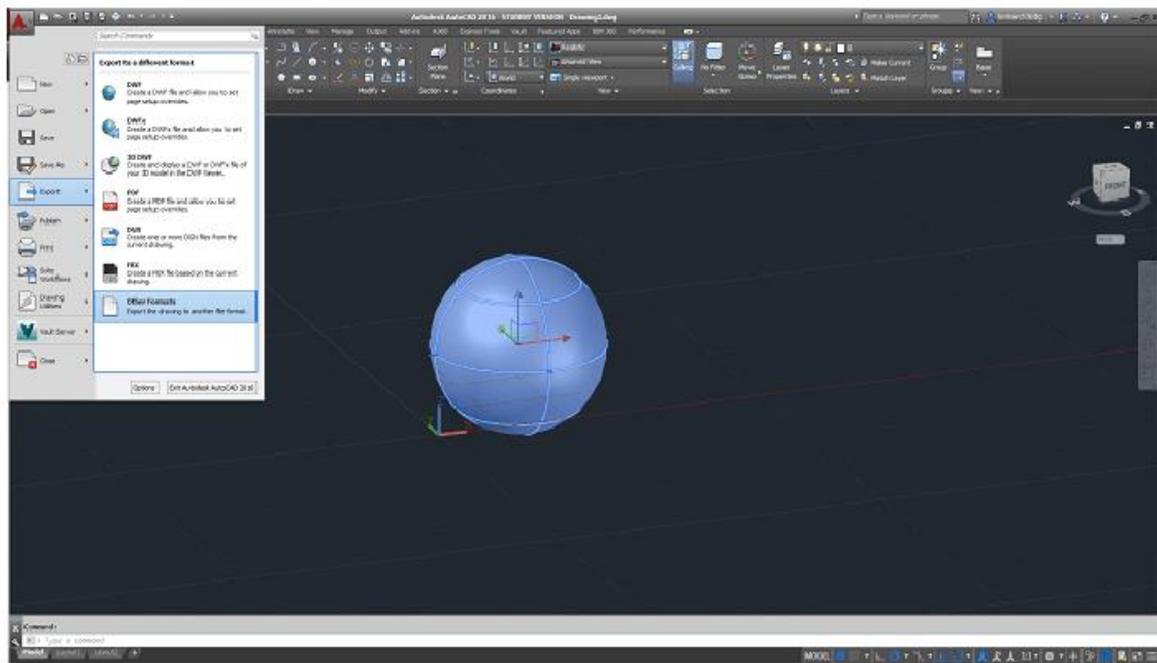
#### **SOLIDWORKS**

Desarrollado por la empresa francesa Dassault Systèmes, este software es uno de los más conocidos del mercado. Utiliza diseño paramétrico, generando tres tipos de archivos: pieza, ensamblaje y dibujo. Solidworks incluye una amplia gama de características, como herramientas de validación de diseño o ingeniería inversa. Usado a menudo para piezas industriales, es práctico y muy detallado. A diferencia de muchos otros programas CAD que imitan curvas con estructuras planas ligeramente inclinadas, Solidworks utiliza un sistema NURBS, que ofrece curvaturas muy detalladas.



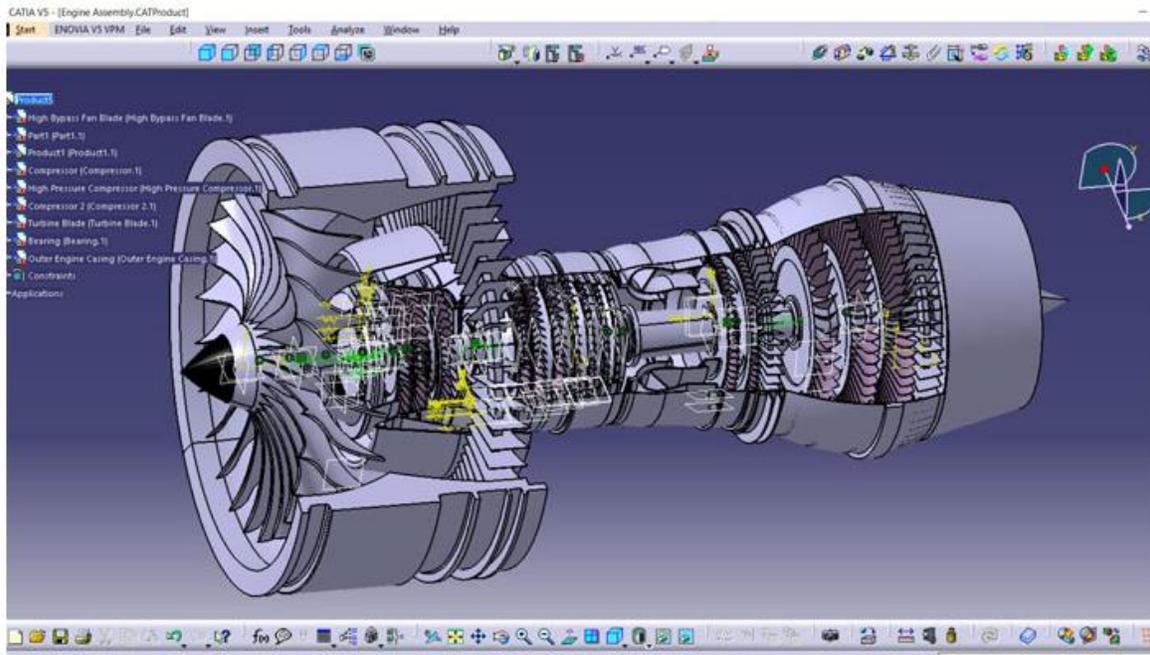
## AUTO CAD

El software AutoCAD de Autodesk fue uno de los primeros programas CAD que se lanzaron en 1982. Aunque AutoCAD es muy popular y se utiliza ampliamente, no es el más fácil de usar para el modelado 3D. De hecho, la curva de aprendizaje para dominar macros y scripts es bastante difícil. El software está dirigido a profesionales con experiencia en la programación de modelos algorítmicos. Los modelos 3D se pueden convertir fácilmente en archivos STL para la impresión 3D. Desde 2010, AutoCAD también está disponible en una aplicación móvil y web llamada AutoCAD 360.



## CATIA

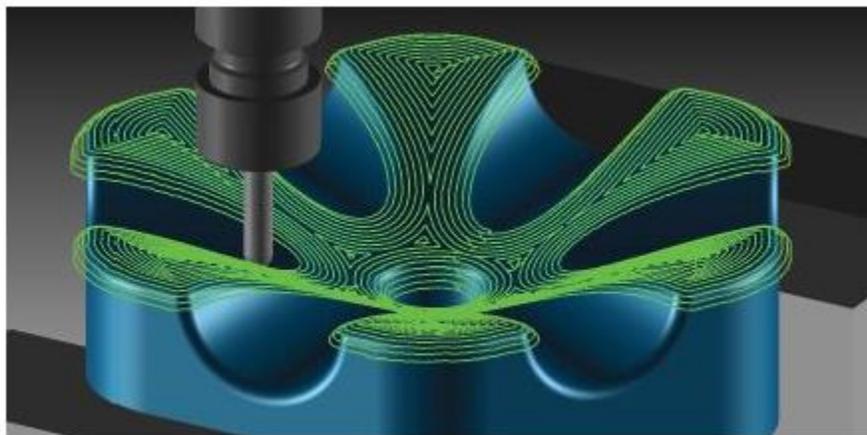
La solución CATIA se ha desarrollado históricamente para las necesidades propias de Dassault Aviation. Por lo tanto, nos enfrentamos a un software especialmente conocido para el sector aeroespacial. Pero también en el diseño de productos, ya sea para ingenieros, arquitectos de sistemas, diseñadores, etc. Desarrollado por la plataforma 3DEXPERIENCE de Dassault Systèmes, el software ofrece capacidades de simulación y modelado 3D, lo que permite a los usuarios optimizar sus tareas y organizarse de manera más eficiente. CATIA se utiliza principalmente en el campo de la ingeniería mecánica y eléctrica, el diseño y la ingeniería de sistemas.



## SOFTWARE CAM

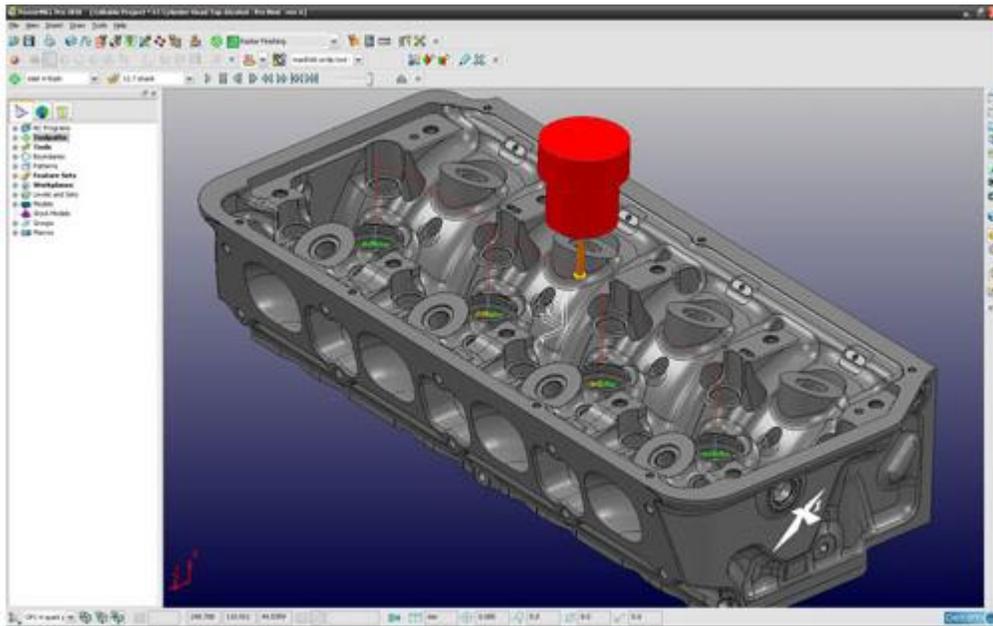
### SURFCAM

SURFCAM es una solución de software CAM para programar piezas por control numérico que son manufacturadas en centros de maquinado de 2 a 5 ejes, torno y EDMs. Con su nueva imagen agiliza el manejo a usuarios nuevos y expertos, tiene herramientas completas de verificación, post procesado y comunicación.



## POWERMILL

PowerMill es un software para manufactura CAM especializado para la fabricación de formas complejas típicamente encontradas en la industria aeroespacial, automotriz, dispositivos médicos, e industrias fabricantes de herramental. PowerMill fue creado por Delcam, después comprado por Autodesk.



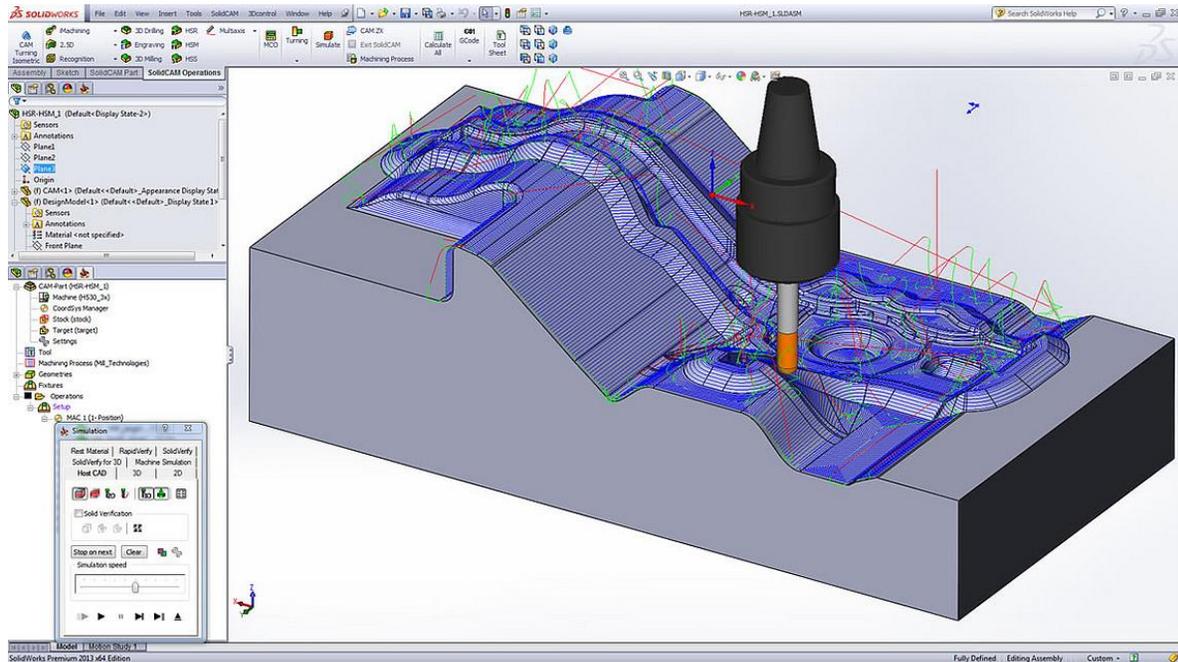
## RHINOCAM

Rhinoceros ahora tiene una opción para maquinado de sus superficies, se trata de RhinoCAM, un plugin de CAM 2D, 3D y 4 ejes integrado en el programa de diseño industrial Rhinoceros.



# SOLIDCAM

Solidcam es un software para manufactura CAM 3D que está integrado sobre SolidWorks y Autodesk Inventor. Con operaciones de corte, fresado y torno para ser ejecutadas en centros de maquinado CNC usando la tecnología iMachining, una de sus ventajas es que el sistema explota toda la inteligencia de manejo de sólidos paramétricos 3D. El usuario puede diseñar su modelo CAD en cualquier plataforma mecanizarla en Solidcam.



# VECTRIC ASPIRE CAD/CAM

La interfaz única de Aspire para el diseño y mecanizado de componentes 3D hace que sea fácil y lógico dibujar y construir modelos de componentes 3D, además de calcular combinaciones de trayectorias de herramientas 2D y 3D para mecanizar proyectos de alta calidad.

El énfasis en la facilidad de uso no solo incluye la interfaz y el flujo de trabajo del software, sino que también se ha llevado a los materiales de capacitación. Aspire incluye más de 90 horas de tutoriales basados en ejemplos del mundo real que cubren todos los aspectos del uso del programa. Los videos están acompañados por los archivos asociados que permiten a los usuarios ver y trabajar a través de los materiales de capacitación a su propio ritmo.

Aspire tiene un enfoque interactivo único para ensamblar modelos de componentes 3D que facilita cambiar la forma y las características de las partes individuales del trabajo y construir diseños complejos utilizando conjuntos simples de formas 3D. Las herramientas de diseño flexible permiten editar los componentes: mover, escalar, cambiar el tamaño, rotar, inclinar, desvanecer y distorsionar en cualquier momento sin tener que recrear el componente.

