

**AUTOMATIZACIÓN DE
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN 21/22**

**PRÁCTICA 1: *Programación de
Control Numérico.***

25/11/2021

Francisco Javier Román Cortés

Juan de Dios Herrera Hurtado

4º GIERM

****Apunte a tener en cuenta: ****

Si para corregir/comprobar los programas se copia el código de CN desde los pdfs adjuntos, se ha detectado que en el primer programa (pirámide cónica) en la línea N710 (el ciclo de grabado), se copia mal, en el sentido de que se salta una línea por no caber en el pdf en una sola línea, por tanto, hay que corregir esto en el código poniendo el ciclo de grabado en una sola línea, borrando una vez en la línea debajo del ciclo de grabado para que se coloque donde debe y el programa funcione bien. Para el segundo programa, ocurre lo mismo en este caso en la línea N420 (ciclo de Pocket (caja)), donde también se salta un par de líneas al copiarlo, de forma que corrigiéndolo como se ha comentado arriba, ya funciona bien también.

Ejercicio 1:

Para resolver la primera pieza, se puede desarrollar el programa en el orden de procedimientos que propone el enunciado. De esta manera, detallando los pasos que se han seguido:

- **Comienzo del programa y definición de la pieza bruta:**

```
CN/MPF/PRIMEREJERCICIO_P1
N10 G90 G17
; Definir pieza bruta:
N20 UORKPIECE( "", , "BOX", 112, 0, -40, -80, 0, 0, 180, 100)
N30 G00 X0 Y0 Z10
; Eleccion de herramienta:
N40 T="CUTTER 20" M06
N50 G00 X0 Y0 F100 S1000 M03
```

En este fragmento de código, básicamente elegimos coordenadas absolutas (G90), y se elige como plano de trabajo el XY (G17). A continuación, se define la pieza bruta con las dimensiones especificadas y finalmente, se elige la herramienta Cutter de 20 mm de diámetro para realizar el devastado como primer paso sobre la pieza.

- **Devastado de cierta parte del material:**

Como se ha mencionado, la práctica tiene como intención que se realice el devastado “a mano”, en lugar de usar ciclos de contorneado. Para este devastado se ha realizado el siguiente bloque de código, como continuación del apartado anterior:

```
; Devastado:
N60 G01 Z-20
N70 G01 X180
N80 G01 Y10
N90 G01 X0
N100 G01 Y20
N110 G01 X190
N120 G01 Y80
N130 G01 X0
N140 G01 Y90
N150 G01 X180
N160 G01 Y30
N170 G01 X130
N180 G01 Y70
N190 G01 X160
N200 G01 Y30
N210 G01 X140
N220 G01 Y70
N230 G01 Z10
N240 G01 X0
N250 G01 Z-20
N260 G01 X60
N270 G01 Y30
N280 G01 X40
N290 G01 Y70
N300 G01 X20
N310 G01 Y30
N320 G01 X0
N330 G01 Y70
N340 G01 X60 Y50
N350 G02 X=60 Y50 I=AC(90) J=AC(50)
N360 G01 Z10 M05
N370 G00 X0 Y0
```

Continuación
del programa

Como se puede intuir viendo el código de esta parte, lo que se realiza son una sucesión de movimientos lineales recorriendo la pieza con el objetivo de eliminar material a la profundidad solicitada de 20mm. Realizando el devastado de esta forma (sin ciclos de contorneado), a la hora de elegir las coordenadas para los movimientos se ha debido tener en cuenta el diámetro de la herramienta de corte, para evitar recortar más o menos material del necesario.

Sin embargo, puede que no se aprecie en el código a simple vista, pero no se realiza un devastado completo del material, sino que se deja un cuadrado de lado 20mm, centrado en (X=90, Y=50), sin haber sido devastado. Tal como se muestra en la siguiente figura:

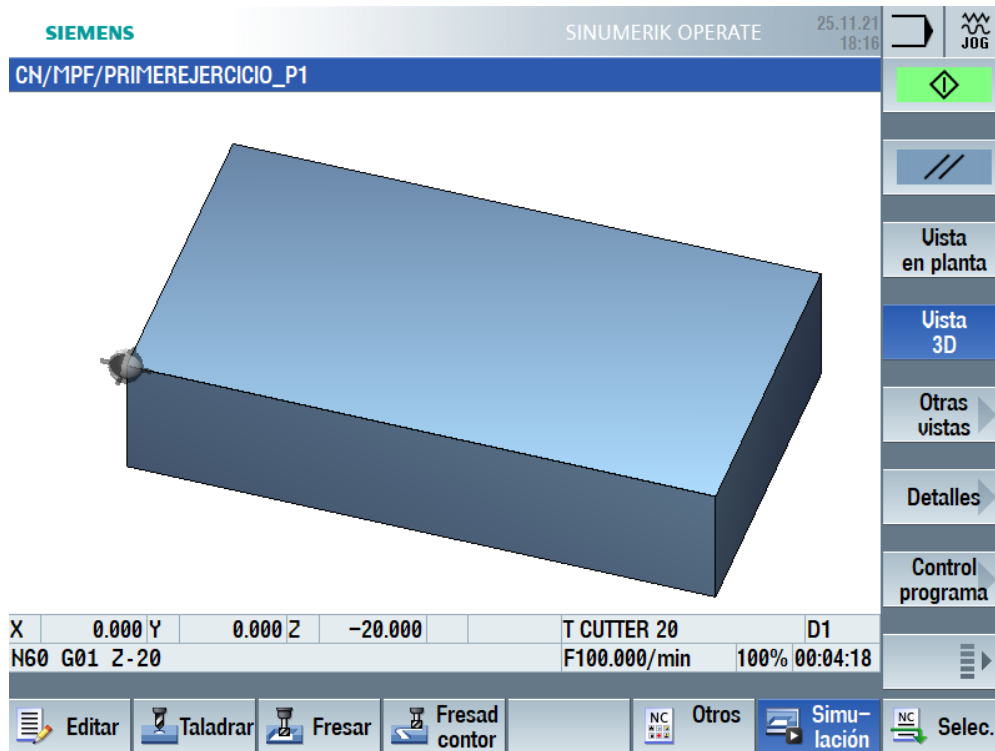


Figura 1.0: Pieza en bruto.

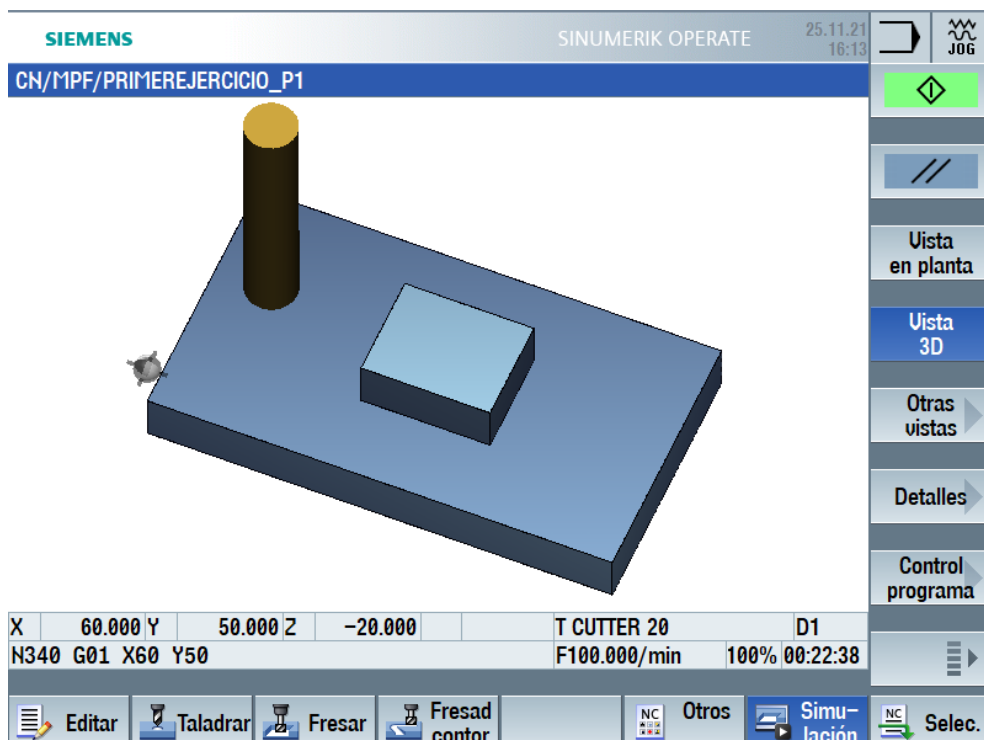


Figura 1.1: Devastado dejando un prisma para la pirámide cónica.

Como se menciona además en el segundo apartado de instrucciones que el círculo de 20mm de radio se haga con la herramienta Cutter 20, se ha realizado dicho círculo de la base al final del devastado para partir de un cilindro de radio 20mm previo a la pirámide cónica.

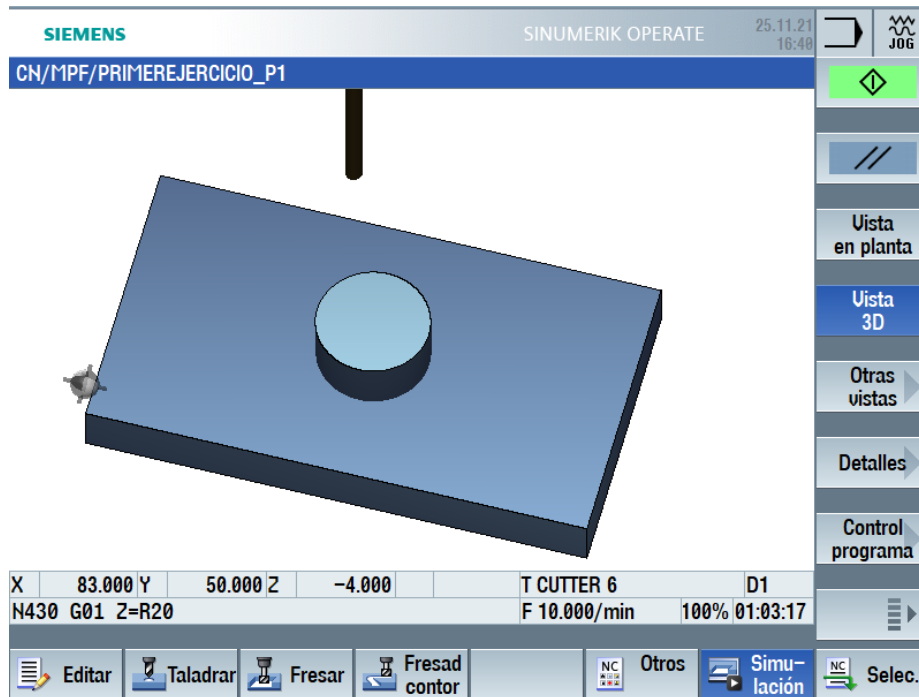


Figura 1.2: Cilindro de 20 mm de radio tras realizar el primer círculo de la base con Cutter 20.

- **Pirámide cónica de círculos concéntricos:**

Tras partir del cilindro descrito, realizamos la figura cónica con 9 círculos concéntricos de radio variable. Para ello se ha utilizado el siguiente fragmento de código:

```
; Cambio de herramienta:
N380 T="CUTTER 6" M06
; Creación de variables para bucle para la pirámide cónica:
N390 R10 = 0
N400 R20 = -4
; Bucle repetitivo para crear la pirámide cónica, básicamente se
; modifica la profundidad y el tamaño de la
; "circunferencia devastada" en cada iteración:
N410 IF R10 > -16
N420 G00 X=83+R10 Y50 F10 S1000 M03
N430 G01 Z=R20
N440 G02 X=83+R10 Y50 I=AC(90) J=AC(50)
N450 R10 = R10-2
N460 R20 = R20-2
N470 GOTOB N410
N480 ENDIF
N490 G01 Z10 M05
N500 G00 X0 Y0
```

Aquí básicamente, lo que se hace primero es elegir la herramienta de corte de diámetro 6mm, como se indica en las instrucciones y se declaran dos variables, una para ir variando la profundidad a la que se hace el corte circular (R20), y la otra para variar el radio del corte circular (R10). Con ello, nos metemos en un bucle iterativo donde estaremos iterando hasta que realicemos el círculo de radio 18 mm, justo encima del que conforma la base (r=20mm).

En cada iteración, además de realizar el corte circular con el radio correspondiente, se actualizan las variables para incrementar en 2mm tanto la profundidad como el radio del corte circular. Finalmente, termina el bucle y levantamos la herramienta, paramos el husillo y volvemos al origen (X=0, Y=0).

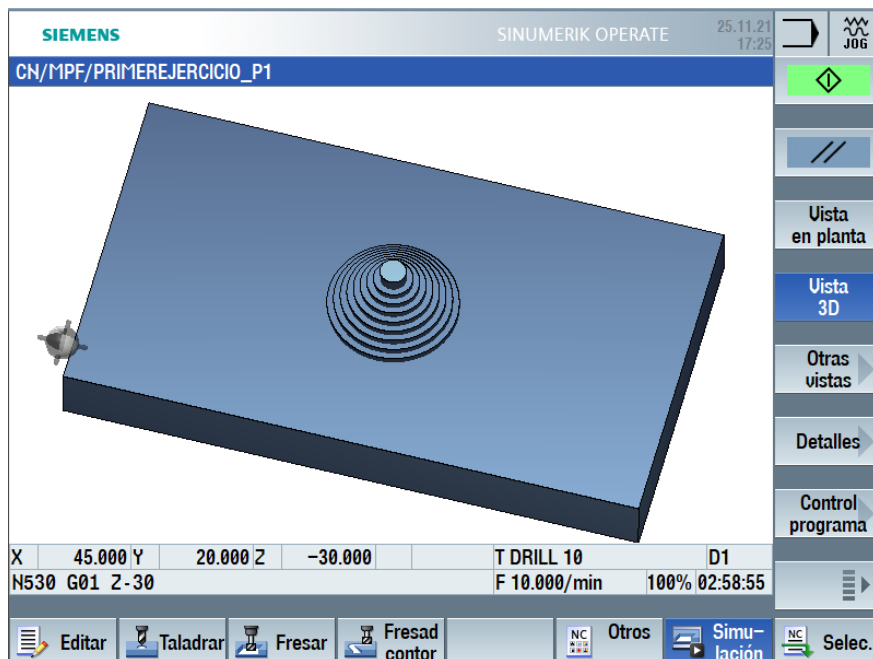


Figura 1.3: Pirámide cónica de círculos concéntricos resultante tras terminar el bucle.

- **Múltiples taladros sobre la pieza:**

El siguiente paso consiste en realizar 4 taladros de 10mm de profundidad en puntos concretos de la pieza, definidos en el enunciado. Esto se podría haber planteado con uno o varios bucles, pero dado que es un número relativamente reducido de taladros, se ha optado por “repetir” la codificación para los 4 taladros.

```
; Cambio de herramienta:
N510 T="DRILL 10" M06
; Taladro 1:
N520 G00 X45 Y20 F10 S1000 M03
N530 G01 Z-30
N540 G01 Z10
; Taladro 2:
N550 G00 Y60
N560 G01 Z-30
N570 G01 Z10
; Taladro 3:
N580 G00 X135
N590 G01 Z-30
N600 G01 Z10
; Taladro 4:
N610 G00 Y20
N620 G01 Z-30
N630 G01 Z10 M05
N640 G00 X0 Y0
```

Como se puede intuir viendo el código de esta parte, lo que se realiza en primer lugar es elegir la herramienta taladro (“Drill”) de 10 mm de diámetro, ya que se especifica que sea dicha herramienta. Tras ello, nos vamos moviendo a los diferentes puntos donde se deben realizar los taladros. Cabe destacar el hecho de que se baja hasta Z-30 porque estamos referidos al plano de trabajo, es decir, la pieza llega hasta Z-40 y con el devastado hemos dejado la parte que no es pirámide a Z-20, luego para que los taladros tengan 10mm de profundidad, necesitamos bajar con el taladro hasta Z-30.

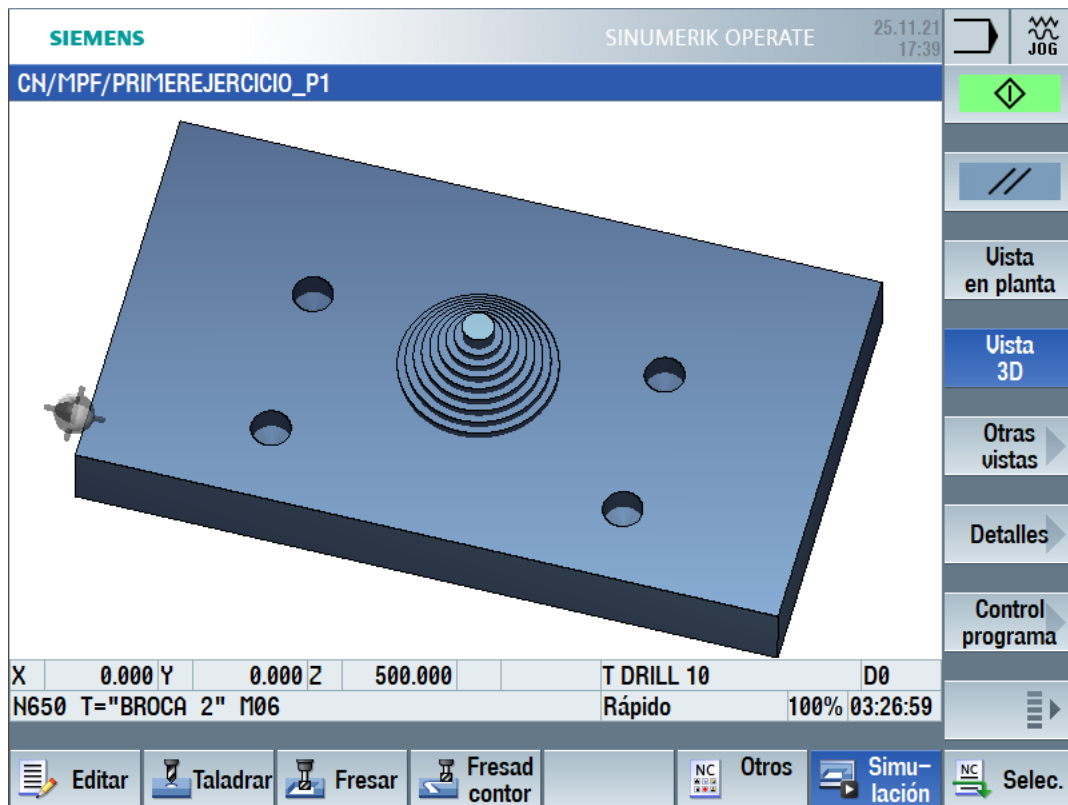


Figura 1.4: Pieza resultante tras realizar los 4 taladros y a falta del paso de grabado.

- **Grabado de nombres:**

Para este último paso, basta con llamar a la función de grabado dentro del menú “Fresar”, de manera que se configuran los parámetros como especifica el enunciado y fácilmente se logra tener el grabado, el código usado ha sido el siguiente:

```
;Cambio de herramienta:¶
N650 T="BROCA 2" M06¶
;Ciclo de grabado:¶
N660 CYCLE60("F. Javier y Juan de Dios",100,-20,1,,5,90,85,0,0,0,8,3
N670 G01 Z10 M05¶
N680 G00 X0 Y0¶
N690 M30¶
```

Aquí como podemos apreciar, elegimos una broca de 2 mm de diámetro (esta herramienta es nueva y se ha tenido que diseñar) y llamamos al ciclo de grabado. Finalmente, se levanta la broca y se para el husillo para volver al origen (X=0, Y=0) y finalizar este programa.

Selección herramienta							BUFFER1
Puest	Tp.	Nombre herramien.	ST	D	Longitud	Ø	
13		DRILL 100	1	1	110.000	20.000	
14		THREAD CUTTER	1	1	110.000	20.000	
15		THREADCUTTER M10	1	1	130.000	10.000	
16		FRESA	1	1	100.000	10.000	
17		FRESA	2	1	0.000	0.000	
18		BROCA 4	1	1	120.000	4.000	
19		CUTTER 40	1	1	120.000	40.000	
20		BROCA 2	1	1	120.000	2.000	
21		DRILL 7	1	1	120.000	7.000	
22		CUTTER 30	3	1	120.000	30.000	
23							
24							

Figura 1.5: Creación de la nueva herramienta y selección de la misma para el grabado.

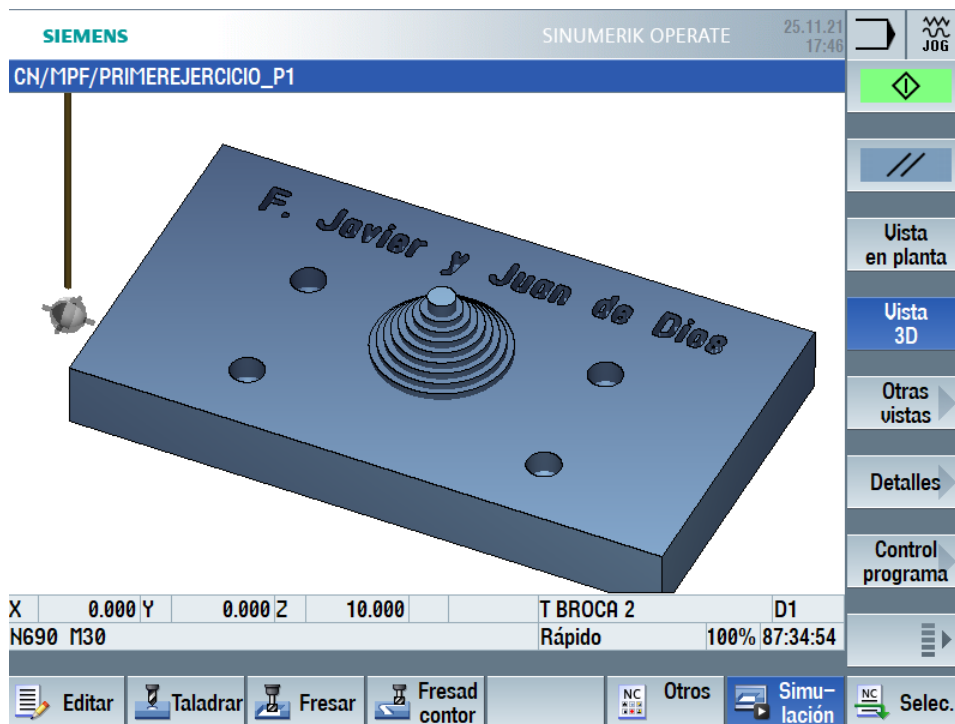


Figura 1.6: Pieza resultante tras realizar todos los pasos incluido el grabado de nombres.

Finalmente, se adjuntan una serie de figuras mostrando el resultado final, así como un enlace a un video que reproduce la simulación de este programa:

https://drive.google.com/file/d/1o_W8PZMKukZ1sDQhi7WK_yH_eHT7s6Cq/view?usp=sharing

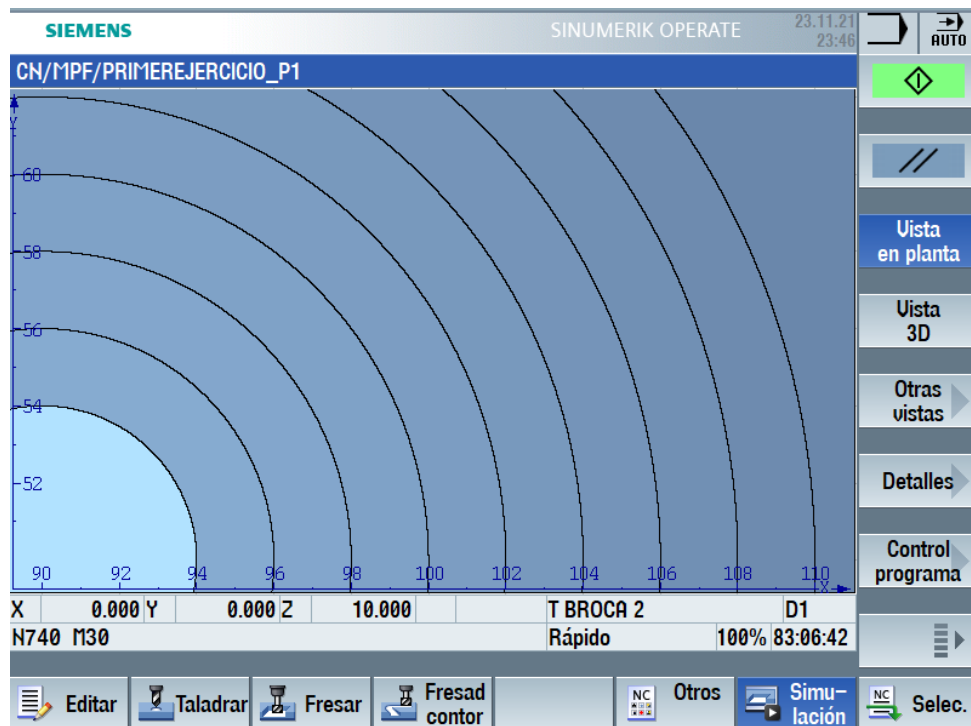


Figura 1.7: Vista ampliada de la figura cónica para apreciar los radios de los círculos concéntricos.



Figura 1.8: Vista en planta de la pieza terminada (se pueden apreciar las medidas).

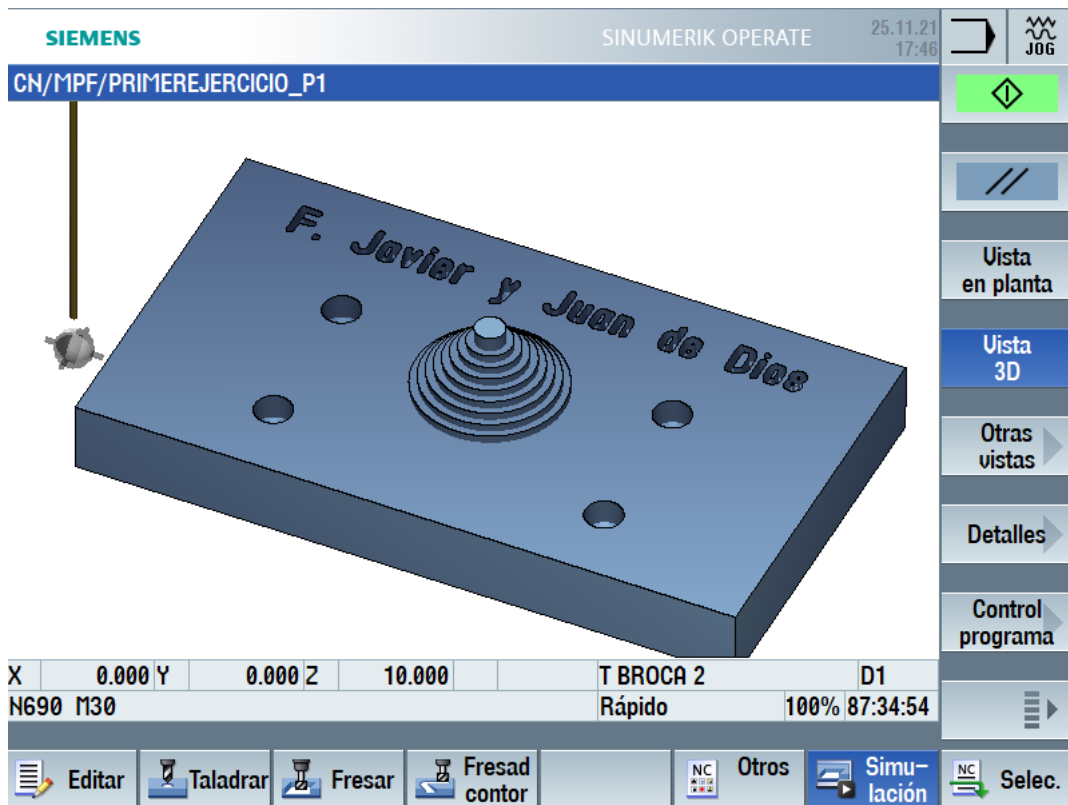


Figura 1.9: Vista en perspectiva de la pieza terminada.

Ejercicio 2:

Para resolver la segunda pieza, se puede desarrollar el programa en el orden de procedimientos que propone el enunciado. De esta manera, detallando los pasos que se han seguido:

- Comienzo del programa y definición de la pieza bruta:

```
CN/MPF/P1_E2
N10 G90 G17
; Definir pieza bruta:
N20 UORKPIECE(, "",, "BOX", 112, 0, -40, -80, 0, 0, 180, 100)
N30 G00 X0 Y0 Z10
; Eleccion de herramienta
N40 T="CUTTER 10" M06
N50 G00 X0 Y5 F100 S1000 M03
```

En este fragmento de código, básicamente elegimos coordenadas absolutas (G90), y se elige como plano de trabajo el XY (G17). A continuación, se define la pieza bruta con las dimensiones especificadas y finalmente, se elige la herramienta Cutter de 20 mm de diámetro para realizar el devastado como primer paso sobre la pieza.

- Devastado de cierta parte del material:

Continuamos realizando el devastado de 15 mm de profundidad sobre la pieza. Para ello, se volverá a realizar una serie de movimientos lineales como en la pieza anterior, hasta eliminar todo el material necesario para dejar “al descubierto” la zona donde se realizará el *pocket*, el taladrado y el punteado:

```
CN/MPF/P1_E2
; Devastado (se podria hacer con ciclos de contorneado):
N60 G01 Z-15
N70 G01 X180
N80 G01 Y100
N90 G01 X175
N100 G01 Y0
N110 G01 X170
N120 G01 Y100
N130 G01 X165
N140 G01 Y0
N150 G01 X160
N160 G01 Y100
N170 G01 X155
N180 G01 Y20
N190 G02 X=140 Y5 I=AC(140) J=AC(20)
N200 G01 X5
N210 G01 Y100
N220 G01 X10
N230 G01 Y0
```

```

CN/MPF/P1_E2
N240 G01 X15
N250 G01 Y100
N260 G01 X20
N270 G01 Y0
N280 G01 X25
N290 G01 Y100
N300 G01 Y75
N310 G03 X=45 Y=95 I=AC(25) J=AC(95)
N320 G01 X130
N330 G02 X=155 Y=70 I=AC(130) J=AC(70)
N340 G01 Y95
N350 G01 X30
N360 G01 Y85
N370 G01 X40
N380 G01 Z10 M05
N390 G00 X0 Y0
    
```

Como se observa en esta captura del código y en la anterior, se realizan arcos circulares. Se ha optado por indicar el punto final del arco (X, Y), así como las coordenadas absolutas del centro (I, J) y no usando el parámetro 'CR'.

Una vez eliminado el material, nos salimos de la pieza en "N380" a la vez que detenemos el husillo.

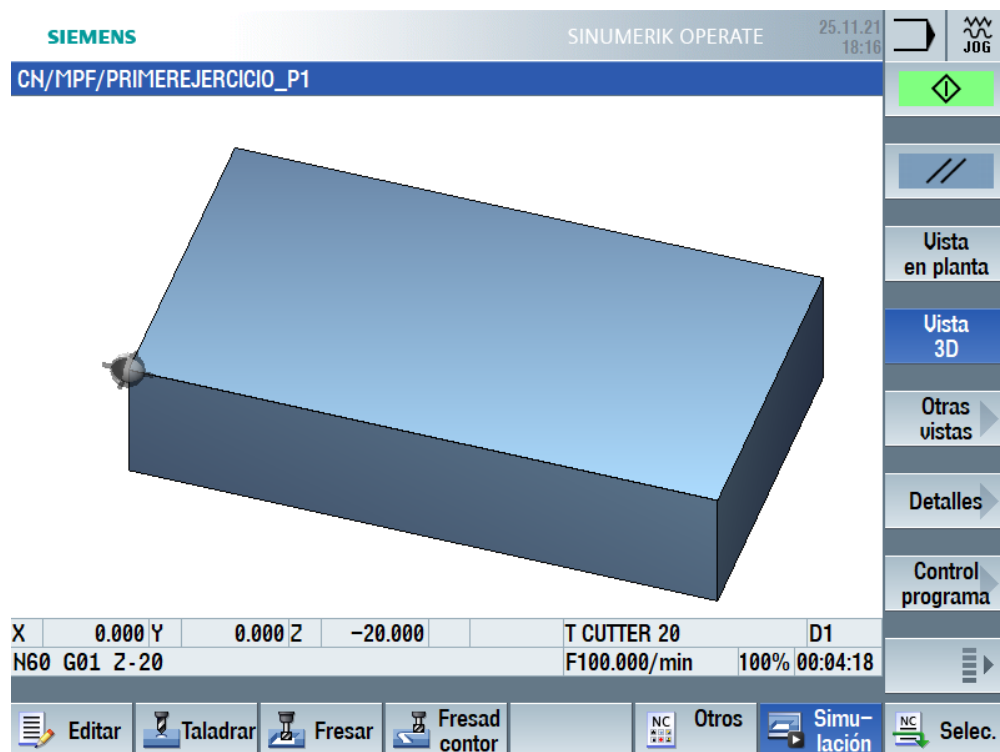


Figura 2.0: Pieza en bruto.

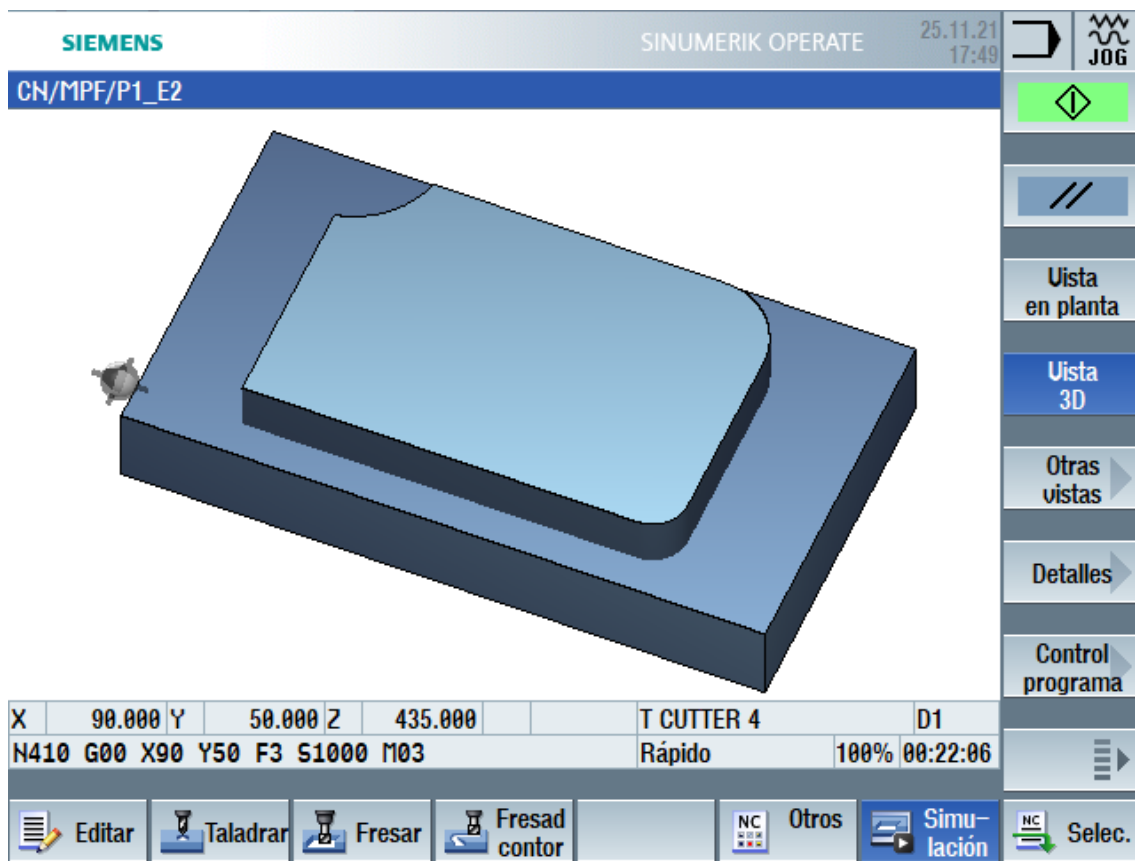


Figura 2.1: Devastado dejando un “prisma”.

- **Realización de la caja (pocket):**

Para hacer nuestra caja, comenzamos eligiendo la herramienta adecuada, en este caso se trata de un CUTTER de 4 mm de diámetro. En segundo lugar, realizamos la caja mediante la opción “CAJA” que ofrece el programa introduciendo las coordenadas y distancias facilitadas en el enunciado de la pieza:

```
; Cambio de herramienta:
N400 T="CUTTER 4" M06
N410 G00 X90 Y50 F3 S1000 M03
; Se realiza un pocket sobre el "contorno saliente":
N420 POCKET3(100, 0, 1, 10, 15, 15, 0.5, 90, 50, 0, 5, 0.1, 0.1, 3, 0.3, 0, 12, 0.5,
N430 G01 X90 Y50 M05
N440 G00 X0 Y0
```

Al igual que la otra vez, antes de cambiar de herramienta, paramos el husillo y volvemos al origen de coordenadas.

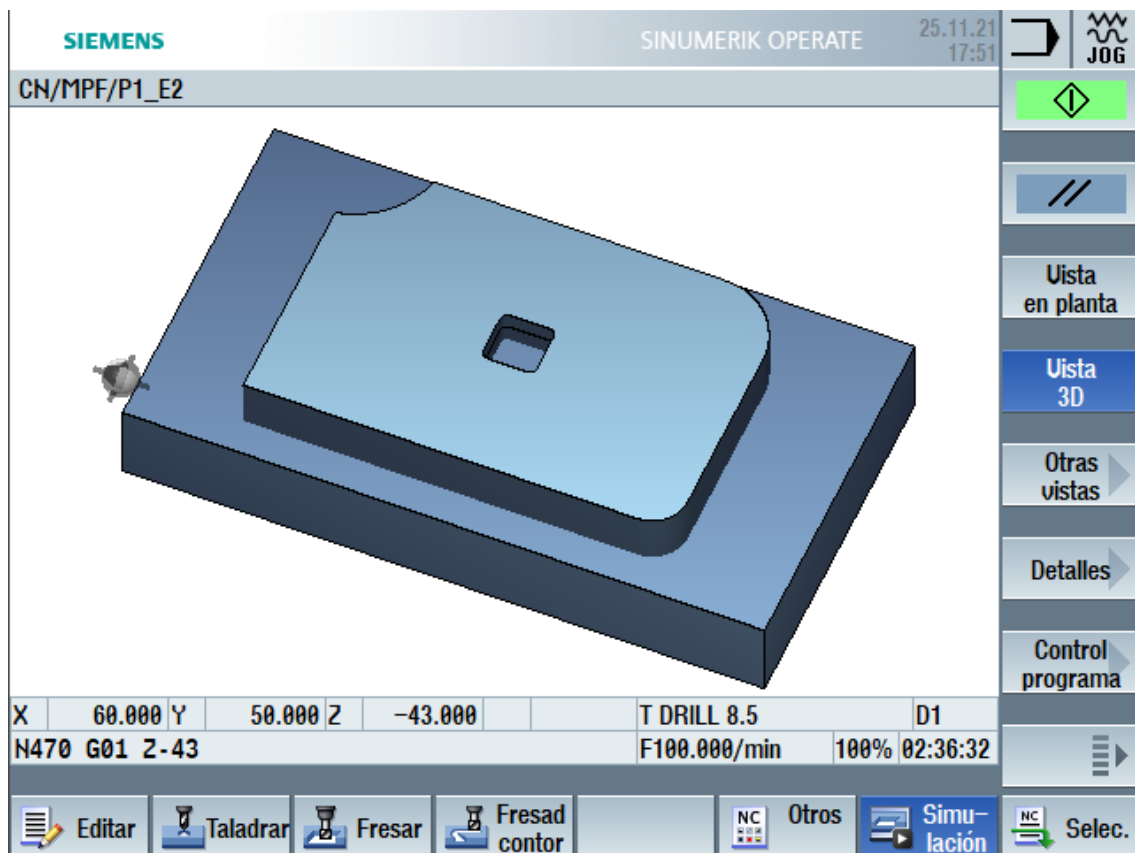


Figura 2.2: Realización de la caja.

- **Taladro profundo:**

La tercera operación a realizar en nuestra pieza es un taladro profundo. Al igual que en los procesos anteriores, primero elegimos la herramienta a usar, para el taladro se trata de un DRILL de 8,5 mm de diámetro. Posteriormente realizamos el taladro:

```
; Cambio de herramienta:
N450 T="DRILL 8.5" M06
; Se realiza el taladro pasante:
N460 G00 X60 Y50 F100 S1000 M03
N470 G01 Z-43
N480 G01 Z10
N490 G00 X120 Y50 F100 S1000 M03
```

Cabe destacar que, al tratarse de un taladro pasante, nos movemos a una coordenada Z tal que supera el grosor de la pieza, se optó por alcanzar el valor -43 en dicha coordenada.

Tras esto, nos salimos de la pieza.

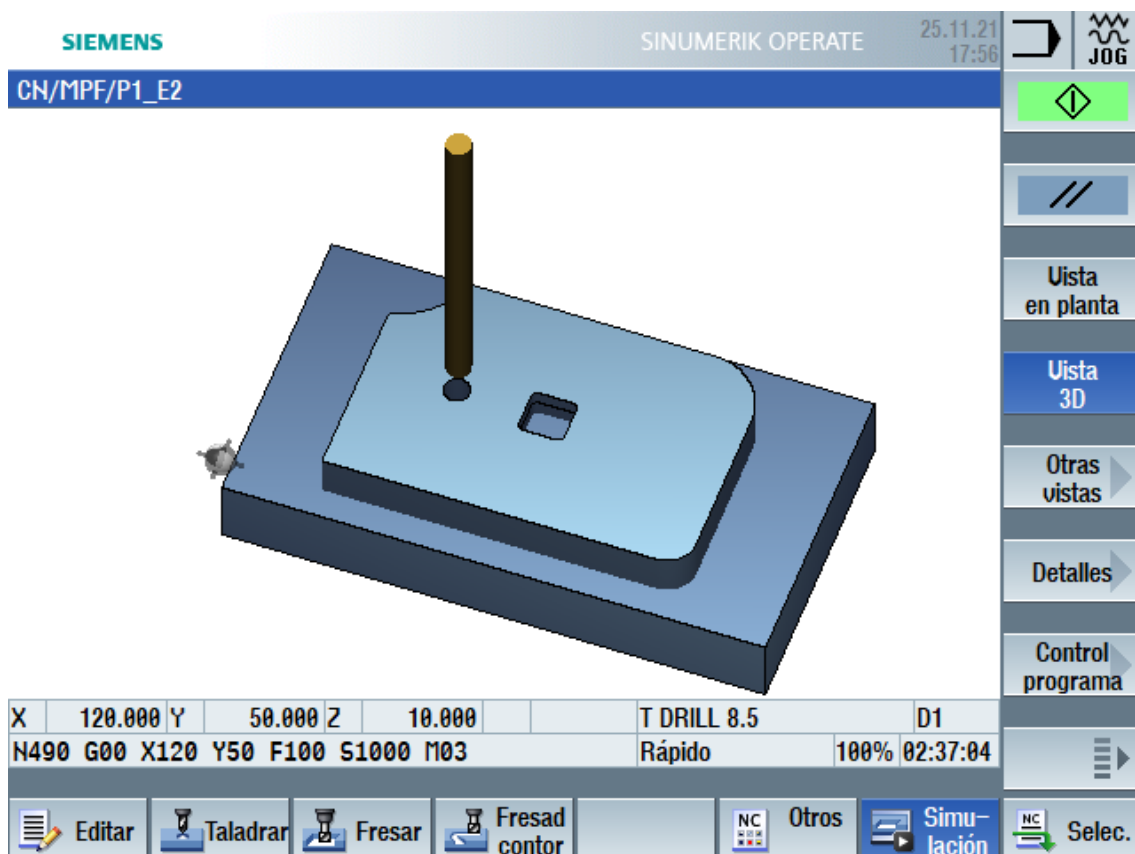


Figura 2.3: Taladro profundo.

- **Punteado**

Finalmente realizaremos un punteado. Al tratarse de la misma herramienta que para el taladro, no se ha necesitado realizar ningún tipo de cambio de herramienta. Tan solo se ha tenido que hacer uso de la opción “PUNTEADO” que facilita el programa:

```
;Se deja el drill 8.5 para el punteado y se realiza el punteado:¶  
N500 CYCLE81(100,0,1,8.5,,0.6,10,1,11)¶  
N510 G01 X120 Y50 M05¶  
N520 G00 X0 Y0¶  
N530 M30¶
```

Para acabar el programa, usamos el comando ‘M30’. Y ya tendríamos nuestra pieza elaborada.

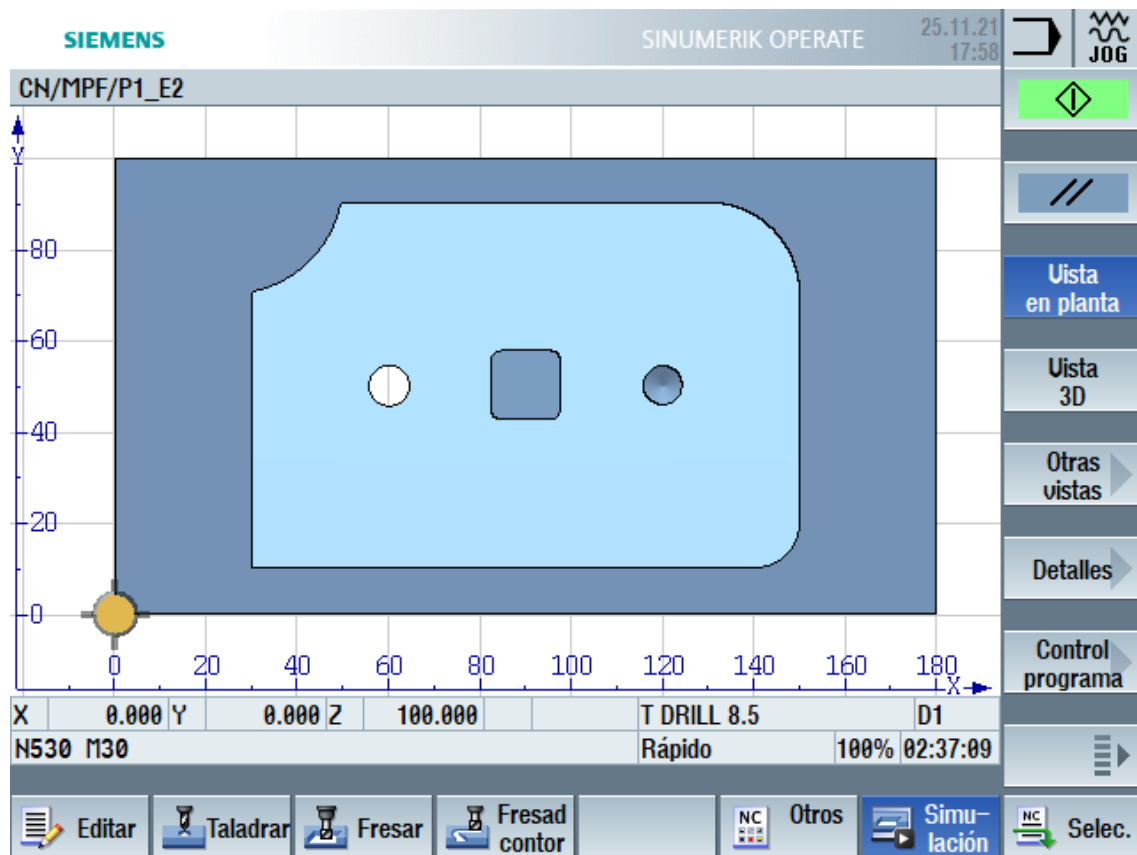


Figura 2.4: Pieza resultante tras el punteado.

Finalmente, se adjuntan una serie de figuras mostrando el resultado final, así como un enlace a un video que reproduce la simulación de este programa:

https://drive.google.com/file/d/1bqBJZ4XvRdc_o-d3le_1DnT5wHwYZzVm/view?usp=sharing

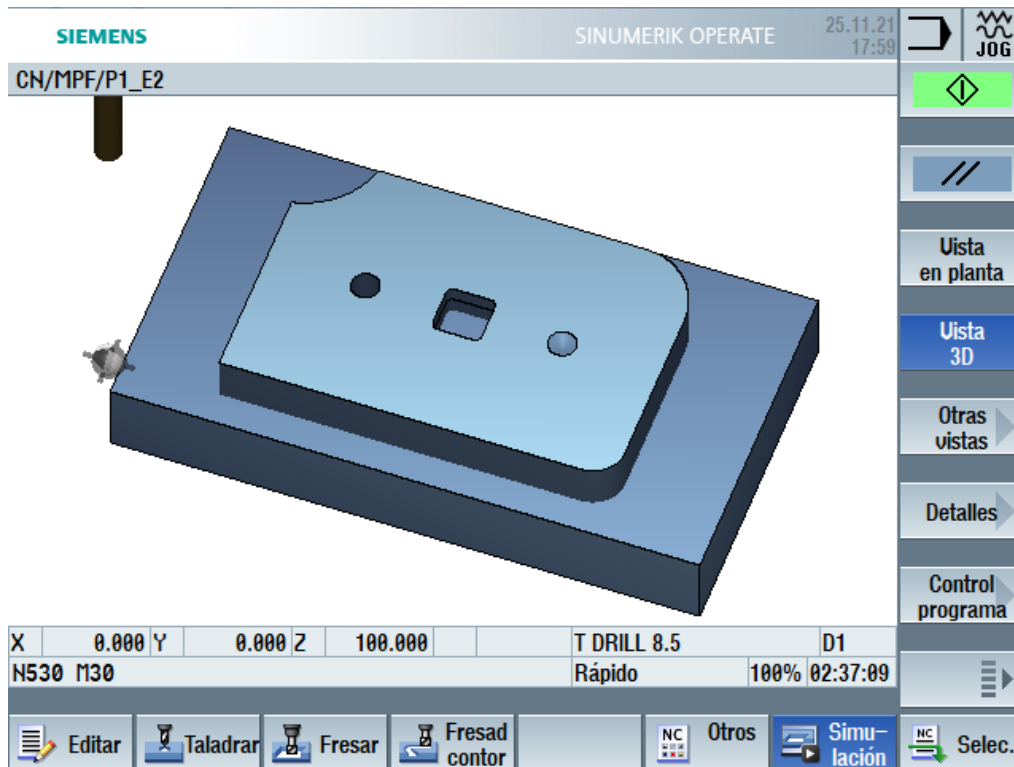


Figura 2.5: Resultado final (vista 3D).

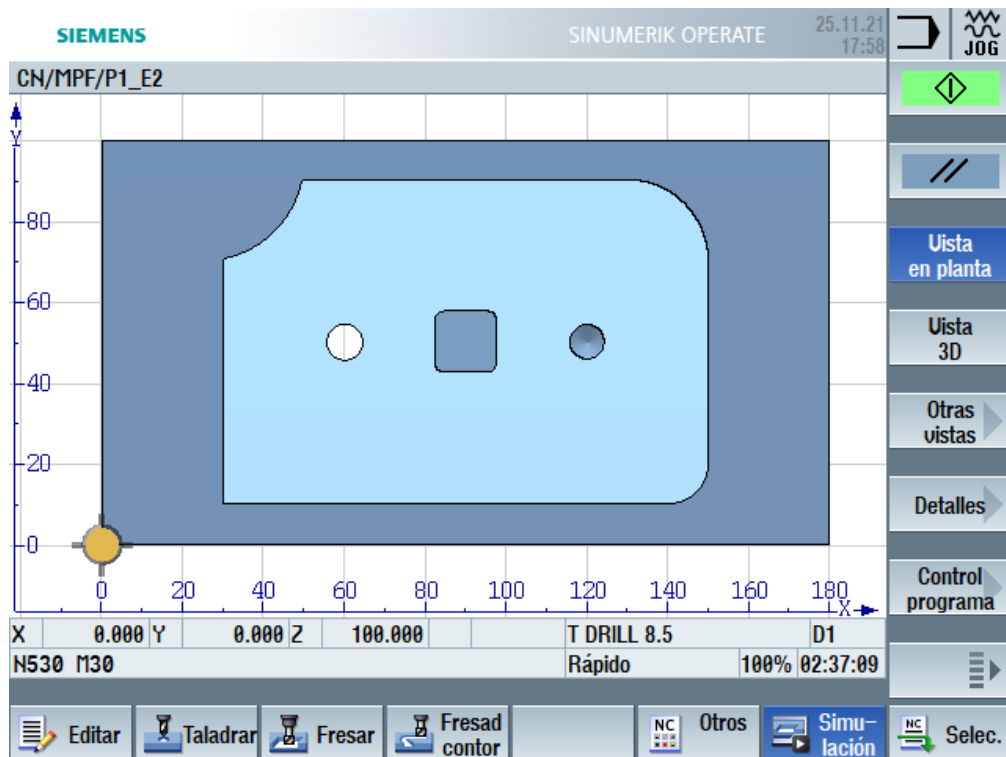


Figura 2.6: Resultado final (vista en planta).

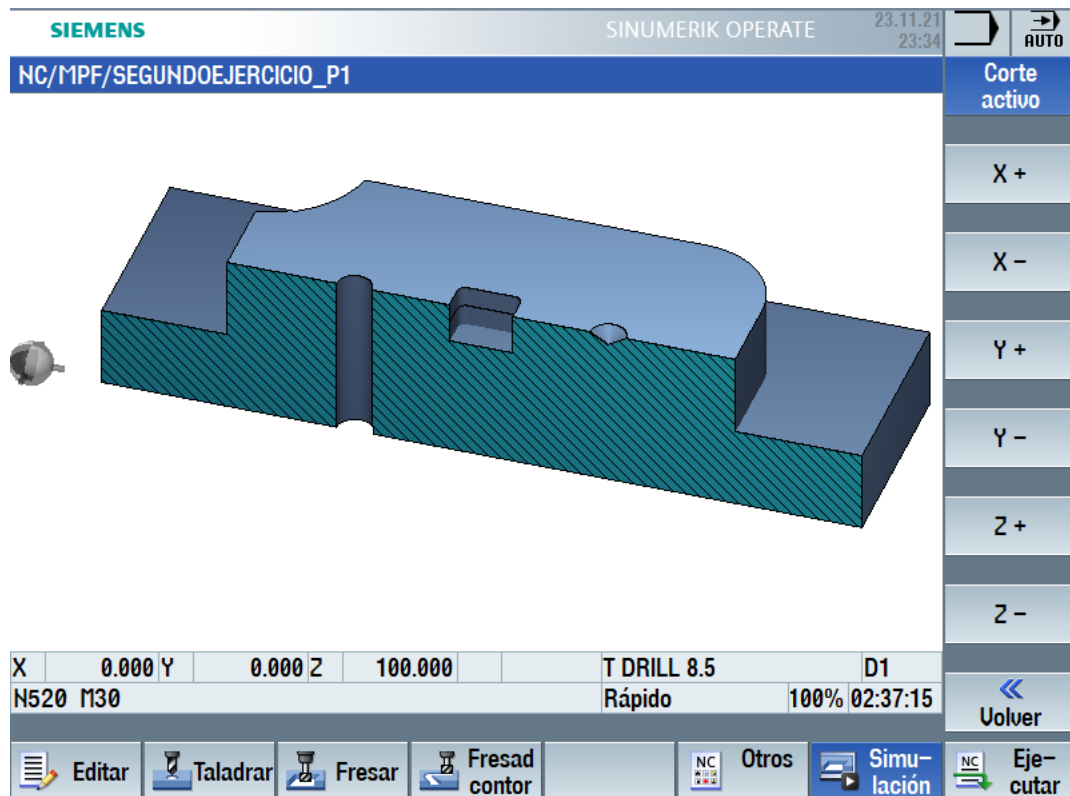


Figura 2.7: Resultado final (realizando un corte para ver las profundidades).