

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA  
INDUSTRIAL

# TRABAJO FIN DE GRADO

## *DISEÑO DEL MOLDE DE INYECCIÓN PARA LA FABRICACIÓN DEL SPINNER*

**Alumno/Alumna:** Montiel Moreno, Unai  
**Director/Directora:** Plaza Pascual, Soraya

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** Bilbao, 21 de junio de 2019



## Resumen

---

Este documento describe el diseño de una pieza industrial. Concretamente se trata de un molde para la inyección de plástico, con el que se fabricará el Spinner, una pieza de juguetería muy demandada en los últimos años.

Por un lado, se realizará el diseño del molde, mediante dibujos hechos con herramientas CAD, en base a los resultados obtenidos en un proceso de simulación de la inyección de plástico. Esta simulación aportará una idea de cuál será el diseño óptimo del molde.

Por el otro lado, se diseñará el proceso la fabricación del molde, realizando un análisis de su geometría y diseñando una hoja de procesos de las operaciones de mecanizado que serán necesarias para su obtención. Para ello se elegirán una serie de herramientas de corte acorde con estas operaciones. Una vez terminada la hoja de procesos, se realizará el programa CNC para llevar a cabo el mecanizado del molde.

### Palabras clave

Spinner, molde, simulación, mecanizado, inyección, acero, plástico.

## Laburpena

---

Dokumentu honek industria-pieza baten diseinua deskribatuko du. Plastikozko injekzioetarako molde bat da, Spinner jostailua fabrikatuko duena, azken urteotan eskaera handia izan duen pieza.

Alde batetik, moldearen diseinua burutuko da, CAD tresnez egindako marrazkiekin, plastikozko injekzioaren simulazio prozesuan lortutako emaitzetan oinarrituta. Simulazio honek moldearen diseinu optimoa zein izango den argituko du.

Bestalde, moldearen fabrikazioa diseinatuko da, bere geometria aztertuz eta horretarako beharrezkoak diren mekanizazio-eragiketen prozesu orri bat diseinatuz. Horretarako, ebakuntza-erreminta batzuk aukeratuko dira eragiketa horien arabera. Prozesu orria amaitzean, CNCaren programa burutuko da, moldea mekanizatzeko.

### Hitz gakoak

Spinner, moldea, simulazioa, mekanizazioa, injekzioa, altzairua, plastikoa.

## Abstract

---

This document will describe the design of an industrial piece. Concretely it is a mold for the injection of plastics, with which the Spinner will be manufactured, a toy very demanded in the last years.

On the one hand, the design of the mold will be carried out, using drawings made with CAD tools, based on the results obtained in a simulation process of plastic injection. This simulation will provide an idea of what the optimal mold design will be.

On the other hand, the manufacturing process of the mold will be designed, performing an analysis of its geometry and designing a process sheet of the machining operations that will be necessary to obtain it. For this purpose, a series of cutting tools will be chosen according to these operations. Once the process sheet is finished, the CNC program will be done to carry out the machining of the mold.

### Key words

Spinner, mold, simulation, machining, injection, steel, plastic.

## Índice de imágenes

Ilustración 1: Spinner.....	5
Ilustración 2: Visión 3D del Spinner.....	6
Ilustración 3: Cotas del Spinner.....	6
Ilustración 4: Composición UNE F-5303.....	9
Ilustración 5: Composición UNE F-5318.....	9
Ilustración 6: Composición UNE F-5263.....	10
Ilustración 7: Máquina de inyección de plástico.....	14
Ilustración 8: Fase de plastificación en máquina de inyección.....	16
Ilustración 9: Fase de inyección en máquina de inyección de plástico.....	16
Ilustración 10: Fase de expulsión en máquina de inyección de plástico.....	17
Ilustración 11: Molde monocavidad.....	21
Ilustración 12: Molde multicavidad.....	21
Ilustración 13: Molde tipo 1.....	23
Ilustración 14: Tiempo de llenado del molde tipo 1.....	23
Ilustración 15: Confianza de llenado del molde tipo 1.....	24
Ilustración 16: Tiempo de expulsión del molde tipo 1.....	24
Ilustración 17: Contracción volumétrica del molde tipo 1.....	25
Ilustración 18: Molde tipo 2.....	25
Ilustración 19: Tiempo de llenado del molde tipo 2.....	26
Ilustración 20: Confianza de llenado del molde tipo 2.....	26
Ilustración 21: Tiempo de expulsión del molde tipo 2.....	27
Ilustración 22: Contracción volumétrica del molde tipo 2.....	27
Ilustración 23: Molde tipo 3.....	28
Ilustración 24: Tiempo de llenado del molde tipo 3.....	28
Ilustración 25: Confianza de llenado del molde tipo 3.....	29
Ilustración 26: Tiempo de expulsión del molde tipo 3.....	29
Ilustración 27: Contracción volumétrica del molde tipo 3.....	30
Ilustración 28: Molde elegido.....	32
Ilustración 29: Molde con canales de refrigeración.....	33
Ilustración 30: Tiempo de llenado molde tipo 1 refrigerado.....	35
Ilustración 31: Confianza de llenado molde tipo 1 refrigerado.....	35
Ilustración 32: Tiempo de expulsión molde tipo 1 refrigerado.....	35
Ilustración 33: Contracción volumétrica molde tipo 1 refrigerado.....	36
Ilustración 34: Calidad refrigeración molde tipo 1 refrigerado.....	36
Ilustración 35: Partes del molde.....	37
Ilustración 36: Refrigeración de una operación de mecanizado.....	40
Ilustración 37: Planeado.....	41
Ilustración 38: Fresado de cavidades.....	41
Ilustración 39: Taladrado.....	41
Ilustración 40: Herramientas de corte enterizas.....	42
Ilustración 41: Herramienta de corte de plaquitas.....	43
Ilustración 42: Fresa de plato para el planeado.....	44
Ilustración 43: Plaquitas planeado.....	45
Ilustración 44: Fresa esférica.....	45
Ilustración 45: Fresa plana.....	46
Ilustración 46: Fresa cónica.....	47
Ilustración 47: Broca.....	48

Ilustración 48: Broca agujeros recrecidos.....	49
Ilustración 49: Plaquetas broca agujeros recrecidos.....	49
Ilustración 50: Macho roscado.....	50
Ilustración 51: Adaptador fresa de plato.....	51
Ilustración 52: Adaptador para brocas y fresas enterizas.....	51
Ilustración 53: Adaptador broca de plaquetas.....	52
Ilustración 54: Adaptador macho roscado.....	52
Ilustración 55: Cero pieza y dimensiones del tocho de partida.....	57
Ilustración 56: Placa después de los planeados.....	57
Ilustración 57: Placa después del taladrado de agujeros.....	57
Ilustración 58: Placa tras fresado de los canales de inyección.....	58
Ilustración 59: Resultado final de la placa fija (parte delantera).....	58
Ilustración 60: Parte trasera de la placa pre-mecanizado.....	59
Ilustración 61: Placa tras recrecido de los agujeros de las columnas guía.....	59
Ilustración 62: Placa tras recrecido de los agujeros roscados.....	59
Ilustración 63: Resultado final de la placa fija (parte trasera).....	60
Ilustración 64: Diagrama de Gantt.....	63
Ilustración 65: Comparativa entre los diferentes costes.....	65

## Índice de tablas

---

Tabla 1: Polímeros.....	7
Tabla 2: Propiedades de los diferentes plásticos.....	10
Tabla 3: Tabla de ponderación para la elección del tipo de plástico.....	11
Tabla 4: Propiedades de los aceros para moldes.....	12
Tabla 5: Tabla de ponderación para la elección del acero del molde.....	12
Tabla 6: Valores medidos en el proceso de simulación.....	30
Tabla 7: Tabla de ponderación para la elección del tipo de molde.....	31
Tabla 8: Valores medidos en el proceso de simulación con refrigeración.....	33
Tabla 9: Tabla de ponderación para la elección del tipo de molde con refrigeración.....	34
Tabla 10: Hoja de procesos.....	53
Tabla 11: Herramientas de corte.....	56
Tabla 12: Listado de las tareas.....	62
Tabla 13: Tabla de hitos.....	62
Tabla 14: Datos generales para el análisis de costes.....	64
Tabla 15: Coste de las horas internas.....	64
Tabla 16: Coste de las amortizaciones.....	64
Tabla 17: Coste total del proyecto.....	65

# Índice de contenidos

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. CONTEXTO</b> .....	2
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	3
<b>4. BENEFICIOS</b> .....	4
<b>4.1. BENEFICIOS TÉCNICOS</b> .....	4
<b>4.2. BENEFICIOS ECONÓMICOS</b> .....	4
<b>5. DESCRIPCIÓN DEL SPINNER</b> .....	5
<b>6. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS</b> .....	7
<b>6.1. MATERIAL DEL SPINNER</b> .....	7
<b>6.2. MATERIAL DEL MOLDE DE INYECCIÓN</b> .....	8
<b>6.3. SOLUCIÓN ADOPTADA</b> .....	10
<b>6.3.1. MATERIAL DEL SPINNER</b> .....	10
<b>6.3.2. MATERIAL DEL MOLDE DE INYECCIÓN</b> .....	11
<b>7. INYECCIÓN DE PLÁSTICO</b> .....	14
<b>7.1. MÁQUINA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO</b> .....	14
<b>7.2. FASES DE LA INYECCIÓN DE PLÁSTICO</b> .....	15
<b>7.2.1. PLASTIFICACIÓN</b> .....	15
<b>7.2.2. INYECCIÓN</b> .....	16
<b>7.2.3. COMPACTACIÓN</b> .....	17
<b>7.2.4. ENFRIAMIENTO</b> .....	17
<b>7.3. VARIABLES DE INYECCIÓN</b> .....	17
<b>8. DISEÑO DEL MOLDE</b> .....	20
<b>8.1. TIPO DE MOLDE</b> .....	20
<b>8.2. SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN</b> .....	22
<b>8.2.1. MOLDE TIPO 1</b> .....	23
<b>8.2.2. MOLDE TIPO 2</b> .....	25
<b>8.2.3. MOLDE TIPO 3</b> .....	27
<b>8.3. SOLUCIÓN ADOPTADA</b> .....	30
<b>8.3.1. REFRIGERACIÓN DEL MOLDE</b> .....	32
<b>8.4. DESCRIPCIÓN DEL MOLDE</b> .....	36
<b>8.4.1. PARTES DEL MOLDE</b> .....	37
<b>9. DISEÑO DE LA FABRICACIÓN DEL MOLDE</b> .....	39
<b>9.3. MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA</b> .....	39
<b>9.3.1. SELECCIÓN DE LAS OPERACIONES DE MECANIZADO</b> .....	40

<b>9.4. HERRAMIENTAS DE CORTE</b> .....	42
<b>9.4.1. TIPOS DE HERRAMIENTAS</b> .....	42
<b>9.4.2. SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE</b> .....	43
<b>9.4.3. SELECCIÓN DE LOS ADAPTADORES DE HERRAMIENTAS</b> .....	50
<b>9.5. HOJA DE PROCESOS</b> .....	52
<b>9.6. PROGRAMACIÓN CNC DE LAS OPERACIONES DE MECANIZADO</b> .....	55
<b>9.6.1. SIMULACIÓN DEL MECANIZADO</b> .....	56
<b>10. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	61
<b>11. DESCARGO DE GASTOS</b> .....	64
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	66
<b>13. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	67
<b>ANEXO I: PLANOS</b> .....	69
<b>ANEXO II: CÁLCULOS</b> .....	79
<b>ANEXO III: PROGRAMA CNC</b> .....	87
<b>ANEXO IV: SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN</b> .....	93
<b>ANEXO V: MATERIALES Y HERRAMIENTAS</b> .....	96

# 1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto detalla las diferentes etapas que forman parte del diseño de una pieza industrial. En este caso, se tratará de un molde para la inyección de plástico con el que se fabricará el Spinner.

El Spinner es una pieza de juguetería hecha a base de plástico. Debe garantizar una cierta resistencia y un buen acabado superficial, además de una buena resistencia al desgaste, por lo que se realizará un análisis del material idóneo para su fabricación. Del mismo modo, el molde deberá garantizar una serie de prestaciones de calidad, así que se realizará también un análisis de los posibles materiales que cumplan ciertos requerimientos mecánicos, físicos y químicos.

Una vez definidos los materiales que formarán parte del proceso de fabricación del Spinner, se diseñará el molde para su producción. La fabricación del Spinner se hace mediante un proceso de inyección de plástico, por lo que se simulará este proceso a través del software MoldFlow Adviser 2019, con el objetivo de encontrar la mejor distribución de cavidades y la forma de los canales de inyección. Tras ello, se podrá realizar el diseño gráfico del molde y todas las partes que lo componen, utilizando la herramienta AutoCAD 2018.

Tras el diseño del molde se pasará al diseño de su proceso de fabricación. Se partirá de un tocho macizo del acero previamente elegido, en el cual se realizarán las operaciones de mecanizado mediante una fresadora CNC. Para la programación de estas operaciones será necesario escoger cada una de las operaciones de mecanizado y las herramientas de corte que se emplearán. Para ello se utilizará el catálogo de herramientas de Sandvik Coromant, el cual aportará todos los parámetros de corte y variables geométricas de las herramientas.

Una vez se disponga de las operaciones de mecanizado y sus herramientas de corte se realizará una hoja de procesos donde estará detallada cada una de estas operaciones. Esta hoja será la base para la programación CNC de las operaciones de mecanizado. Finalmente se simulará el mecanizado en el programa CNC Fagor 8070, comprobando que el resultado final es el previamente diseñado, y de ser así, dando por concluido el proyecto.

## **2. CONTEXTO**

El proyecto se sitúa en el mundo de la conformación de productos de plástico. La fabricación de estos productos se realiza mediante diferentes procesos industriales, entre los que destacan la inyección, la extrusión, el soplado y el moldeo rotacional.

Estos procesos son el origen de innumerables piezas destinadas a diferentes aplicaciones, ya sea la construcción, la alimentación, el saneamiento, la juguetería, la automoción o el hogar. Incluso son utilizados con diferentes plásticos, como, por ejemplo, PVC, PP, PS, ABS, PE, etc.

La dificultad radica en la elección de qué proceso utilizar para fabricar una pieza. Esta elección se verá afectada por el tipo de plástico, las dimensiones de la pieza, del presupuesto del que se disponga, de los recursos y materiales de la empresa fabricante, etc.

Este proyecto se centrará en el moldeo por inyección, satisfaciendo la demanda de una empresa dedicada a la conformación de plásticos que solicita un molde para su nuevo producto.

Se trata de una empresa tradicional, fabricante de piezas simples mediante equipos antiguos. Esta empresa quiere renovarse y aumentar su facturación, por lo que decide comprar máquinas actuales para así poder fabricar una gama más amplia de productos. La empresa decide subcontratar la fabricación del molde de acero para fabricar uno de esos productos, el Spinner.

La gran demanda del Spinner en los últimos años es lo que ha impulsado a la empresa a querer lanzar este nuevo producto, llegando a nuevos clientes y ocupando un nicho de mercado con muy buenas expectativas.

Esto hace que la fabricación del molde corra a cargo de otra empresa, la cual se encargará del diseño y la fabricación de este. El diseño del molde y de su proceso de fabricación serán las tareas volcadas en este documento, analizando los aspectos más importantes a tener en cuenta, garantizando unos resultados óptimos y tomando las decisiones necesarias para su correcta fabricación.

### **3. OBJETIVOS**

El objetivo principal de este proyecto es diseñar un molde para la inyección de plástico con el que fabricar el Spinner. Para lograr esta tarea, se pueden marcar 2 objetivos parciales, el diseño geométrico del molde y el diseño del proceso de fabricación del molde.

Para diseñar el molde se analizarán aspectos como la geometría del Spinner. Así mismo, se realizará el análisis de los materiales que se emplearán en los procesos, tanto el material que se inyectará para fabricar el Spinner, como el material del cual estará hecho el molde. Ambos deberán cumplir ciertos requerimientos para que el proceso sea lo más óptimo posible.

Una vez se disponga de los materiales que formarán parte de la inyección de plástico, se realizará una simulación de este proceso con diferentes posibles formas del molde, eligiendo la que mejores resultados obtenga. Esta simulación se realizará con el software MoldFlow Adviser 2019. Tras ello, se podrá realizar el diseño gráfico del molde y cumplir con uno de los objetivos parciales.

Para el diseño de la fabricación del molde, se realizará el diseño de las operaciones de mecanizado que se harán para obtener la forma final. Para ello, una hoja de procesos será la encargada de describir cada una de las operaciones a fondo. En estas operaciones se deberán tener en cuenta aspectos como velocidades de corte, velocidades de las herramientas, espesores de viruta, profundidades de pasada, etc. Para conocer estos parámetros, se elegirán las herramientas de corte del catálogo de herramientas de Sandvik Coromant.

Una vez escogidas las herramientas y descritas completamente las operaciones de mecanizado que se realizarán, se pasará a la programación CNC y simulación en el programa CNC Fagor 8070 de las mismas, cumpliendo el segundo objetivo parcial, y, en consecuencia, concluyendo el proyecto.

## **4. BENEFICIOS**

En este apartado se tratarán y analizarán los diferentes beneficios que provocará el proyecto en las 2 partes implicadas, como ya se ha explicado en el apartado 2. Los diferenciaremos en 2 tipos:

### **4.1. BENEFICIOS TÉCNICOS**

La empresa productora de piezas de plástico lanzará un nuevo producto al mercado, el Spinner, y para ello decide apostar por una mejora de sus instalaciones comprando nuevas máquinas y equipos, con los que podrá ofertar una mayor gama de productos a sus clientes, accediendo a nichos de mercado que antes no podía ocupar. Gracias a esta apuesta de futuro, la empresa podrá satisfacer la demanda de productos que antes no podía. A su vez, incorporar un producto nuevo a la línea de producción puede conllevar a un aumento de la plantilla de trabajo, expandiendo la empresa, y ampliando sus horizontes.

Así mismo, la empresa dedicada a la fabricación del molde para inyección de plástico contará con un nuevo cliente fijo y con los efectos que esto conlleva, como, por ejemplo, posibilidad de aumento de la plantilla, expansión en el mercado, inversiones realizadas debido a los beneficios económicos generados por el contrato, etc.

### **4.2. BENEFICIOS ECONÓMICOS**

Estos beneficios se darán tanto en la empresa subcontratante, así como en la empresa subcontratada. Derivan de la venta del producto final, el Spinner, al cliente.

Estos beneficios estarán marcados por todos los procesos empleados en la fabricación de dicho producto, es decir, horas de ingeniería, maquinaria, operarios, materia prima, costes energéticos, etc. Por lo tanto, se deberá escoger en cada proceso sus parámetros y variables, y todo lo relacionado con él de manera óptima con el fin de generar los mayores beneficios posibles. Para ello, las horas de ingeniería para el diseño de los procesos y piezas son clave, puesto que son los costes más altos. Se deberá tener en cuenta el tamaño de la tirada de piezas finales que se fabricará, con la intención de disminuir el coste de fabricación por pieza y generar mayores beneficios en su venta. Esto influirá en el número de moldes que la empresa productora del Spinner encargará a la empresa subcontratada.

Por último, como se trata de un producto de entretenimiento dirigido en mayor parte a niños y niñas, será crucial su marketing, por lo tanto, para la obtención de unos beneficios económicos altos, será necesaria una inversión en dicho campo.

## 5. DESCRIPCIÓN DEL SPINNER

En este apartado se realizará una descripción detallada del Spinner, analizando su geometría y sus aspectos más reseñables.

Se trata de una pieza de juguetería, muy demandada en el último año tanto por niños como por adultos. Su nombre es Spinner y aparte de ser un artículo de entretenimiento, es beneficioso para la salud, ya que muchos expertos recomiendan su uso para combatir los problemas causados por el estrés.



Ilustración 1: *Spinner*

La función de este juguete es la de girar sobre su eje central con la ayuda de un rodamiento, y gracias a unas piezas metálicas colocadas en sus extremos la pieza posee una mayor inercia y su movimiento dura más tiempo del esperado.

La parte de la pieza en la que se centrará este proyecto es la parte de plástico, por lo que los elementos metálicos como el rodamiento y los elementos de inercia no serán relevantes. Se puede apreciar esta parte plástica en la ilustración 1, parte de la derecha.

La pieza está formada por 3 extremidades cuyo eje longitudinal parte del centro de la pieza. Estas extremidades poseen un ángulo de  $120^\circ$  una respecto de la otra. El Spinner tendrá un tamaño aproximado de una circunferencia de 80 mm de diámetro.

El diseño 3D de la pieza se ha realizado con la herramienta de diseño gráfico AutoCAD 2018, y tendría el siguiente aspecto:



Ilustración 2: *Visión 3D del Spinner*

Así mismo, todas las cotas necesarias para conocer la geometría del Spinner se dan en la siguiente ilustración:

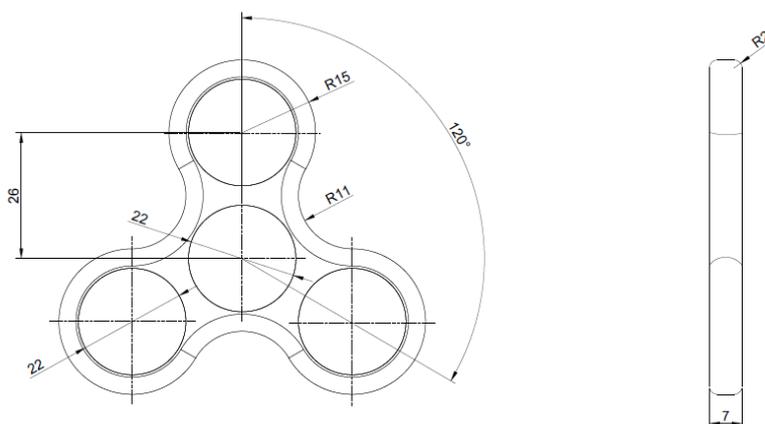


Ilustración 3: *Cotas del Spinner*

## 6. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

En este apartado se analizarán los diferentes materiales con los que se fabricarán tanto el Spinner como el molde de este. La elección de los materiales será una variable clave con influencia en el resto del proyecto, por lo que su análisis deberá ser lo más detallado posible.

### 6.1. MATERIAL DEL SPINNER

La elección del material polimérico de la pieza a inyectar será un punto clave en el proyecto, puesto que condicionará el material utilizado para la fabricación del molde, pieza en la cual se centra el proyecto.

Los polímeros, o plásticos, son cadenas de macromoléculas formadas por moléculas más pequeñas (monómeros) unidas mediante enlaces covalentes. Se dividen en 3 grandes grupos: termoplásticos, termoestables y elastómeros.

El material que se utilizará para la fabricación del Spinner estará dentro de los termoplásticos, puesto que estos se pueden reciclar y poseen un coste menor. Se distinguen 7 diferentes:

Tabla 1: *Polímeros*

	NOMBRE	APLICACIONES	PROPIEDADES
 PET	PET (Tereftalato de Polietileno)	Botellas. Bolsas. Fibras de ropa.	Ligero. Rígido. Resistente a impactos.
 HDPE	HDPE (Polietileno de alta densidad)	Botellas. Bolsas. Envases.	Aislante. Fuerte y versátil. Barato.
 PVC	PVC (Polivinilcloruro)	Juguetes. Tuberías. Mangueras.	Resistente al desgaste. Resistente agente químicos. Versátil.
 LDPE	LDPE (Polietileno de baja densidad)	Bolsas. Botellas. Empaquetado.	Ligero. Sensible al calor. Apto el contacto con alimentos.
 PP	PP (Polipropileno)	Sacos. Componentes resistentes. Envases.	Ligero. Resistente. Buen acabado superficial.

	PS (Poliestireno)	Envases. Transporte. Juguetes.	Duro. Buen acabado superficial. Resistente a agentes corrosivos.
	Otros plásticos y materiales compuestos.	Informática. Biodegradables. Etc.	Gran variedad de plásticos.

Como el Spinner es una pieza de juguetería, no se verá sometida a grandes esfuerzos ni a agentes químicos, pero deberá poseer propiedades como una buena rigidez, una alta resistencia al impacto, dureza, buen acabado superficial, etc. Del mismo modo, será necesario una buena estabilidad dimensional, es decir, que tenga una baja contracción en su solidificación. De lo contrario, el dimensionamiento del molde para la obtención de piezas con el tamaño ya mencionado será una tarea complicada.

Dicho esto, para la fabricación de la pieza se preseleccionarán el PVC (polivinilcloruro), el PP (polipropileno) y el PS (poliestireno). Todos ellos poseen dureza, resistencia y rigidez, además de un buen acabado superficial.

Más adelante se realizará el análisis de estas materias primas y se elegirá la que mejor se adapte al proyecto.

## **6.2. MATERIAL DEL MOLDE DE INYECCIÓN**

El molde deberá cumplir una serie de especificaciones para que su funcionamiento sea el correcto, como un buen acabado superficial, una alta durabilidad y una geometría muy precisa. Estas especificaciones son la base para la fabricación de un Spinner de alta calidad.

Para poder cumplir con estos requisitos, se deberá escoger el material que mejor se adapte a este tipo de procesos, por lo que se deberá garantizar el cumplimiento de una serie de propiedades y características. Entre ellas destacan las siguientes:

- Resistencia mecánica.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a altas temperaturas.
- Rigidez.
- Conductividad térmica.
- Resistencia química.
- Maquinabilidad o mecanibilidad.
- Pulibilidad.

Una vez conocidas las propiedades que debe tener el material que conforme el molde, se pasa al análisis de las diferentes opciones de las que se dispone en el mercado.

Existe una amplia gama de tipos de aceros para la fabricación de moldes de inyección de plástico, por lo que se deberá escoger el que mejor se adapte al proceso. Destacaremos 3 tipos de aceros a continuación. Se podría incluir más aceros en la lista, pero con las propiedades y características que estos 3 aportan es más que suficiente para realizar una buena comparación de alternativas y seleccionar el acero que mejor se adapte.

- **UNE F-5303**

Se trata de un acero aleado al níquel-cromo-molibdeno al que se le ha sometido a un temple y a un revenido. Posee una buena mecanibilidad, así como una buena aptitud al pulido. Es un acero con gran dureza en todas las direcciones. Sus aplicaciones más importantes son los moldes de inyección de termoplásticos, moldes de extrusión de termoplásticos, moldes de soplado, herramientas de conformado sin arranque de viruta y componentes estructurales, como ejes.

Análisis aprox. %	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S
	0,37	0,3	1,4	2,0	1,0	0,2	<0,010

Ilustración 4: Composición UNE F-5303

- **UNE F-5318**

Es un acero aleado al cromo-molibdeno-vanadio que ha sido templado y sometido a un posterior revenido. Su resistencia al choque térmico, resistencia mecánica a alta temperatura, tenacidad y ductilidad en todas las direcciones, mecanibilidad y estabilidad dimensional lo convierten en un acero con muy altas prestaciones para los procesos de inyección de plástico. Sus aplicaciones principales son los moldes de inyección y extrusión, utillajes para estampación en caliente, troquelado en frío, etc.

Análisis típico %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,39	1,0	0,4	5,2	1,4	0,9

Ilustración 5: Composición UNE F-5318

- **UNE F-5263**

Se trata de acero templado y aleado al silicio-manganeso-cromo. Es un acero con muy buena resistencia a la corrosión, así como una buena capacidad de mecanizado y alta resistencia al desgaste. Sus aplicaciones principales son moldes para componentes electrónicos, moldes para componentes médicos y moldes para lentes.

Typical analysis %	C 0,38	Si 0,9	Mn 0,5	Cr 13,6	V 0,3
--------------------	-----------	-----------	-----------	------------	----------

Ilustración 6: Composición UNE F-5263

## 6.3. SOLUCIÓN ADOPTADA

Ahora se tomará la decisión de qué tipo de material se va a utilizar para la fabricación del Spinner y del molde que se utilizará para la inyección.

### 6.3.1. MATERIAL DEL SPINNER

A continuación, aparece una tabla con una comparativa de las principales propiedades a tener en cuenta de cada uno de los plásticos previamente preseleccionado. Se deberá elegir el plástico que mejor se adapte al proceso, cumpliendo con las propiedades y características ya descritas.

Tabla 2: Propiedades de los diferentes plásticos

	PVC	PP	PS
<b>T INYECCIÓN (°C)</b>	160-220	220-280	180-260
<b>T MOLDE (°C)</b>	20-70	20-80	20-70
<b>PRESIÓN INYECCIÓN (MPa)</b>	Hasta 150	Hasta 180	Hasta 80
<b>VELOCIDAD INYECCIÓN</b>	Relativamente lenta	Rápidas	Rápidas
<b>DUREZA (HR)</b>	40-95	64-112	70-105
<b>CONTRACCIÓN (%)</b>	0,2%-0,6%	0,7%	0,4%-0,7%

Una vez hecha la comparativa, se realizará una tabla de ponderación para poder analizar la importancia de cada propiedad y finalmente elegir cuál de los plásticos será el más aconsejable para su inyección.

Se ponderará cada propiedad con un número del 1 al 3, siendo el 1 el menos importante y el 3 el más importante. Del mismo modo, se dará valores del 1 al 3 a las propiedades según su valor. Con estos 2 valores se obtendrá una puntuación con la que se escogerá el material idóneo.

Tabla 3: *Tabla de ponderación para la elección del tipo de plástico*

		PVC	PP	PS
<b>T INYECCIÓN</b>	2	3	1	2
<b>T MOLDE</b>	1	1	2	1
<b>PRESIÓN INYECCIÓN</b>	2	2	1	3
<b>VELOCIDAD INYECCIÓN</b>	2	1	2	2
<b>DUREZA</b>	3	1	3	2
<b>CONTRACCIÓN</b>	3	3	1	2
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>		24	22	27

Se puede apreciar que los valores obtenidos son muy similares, por lo que cualquiera de los plásticos sería útil para el proceso de inyección. Sin embargo, para optimizar el proceso, con el menor consumo posible y garantizando unas propiedades elevadas, el plástico que se empleará para la fabricación del Spinner será el Poliestireno (PS).

Se observa que el Polipropileno (PP) tiene una temperatura de fusión elevada, lo que se traduce en un coste energético elevado. Así mismo, la presión de inyección es la más elevada de las 3, aumentando este coste.

El Polivinilcloruro (PVC) tiene una alta presión y una baja velocidad de inyección, lo que hace que el llenado de cavidades pueda tener defectos. Por ello, el Poliestireno tome ventaja en el proceso de elección. Finalmente, la dureza aportará el empujón final para elegir el Poliestireno (PS) como el material que se utilizará para la fabricación del Spinner, a pesar de que el PVC tenga una menor contracción.

Dicho esto, se puede concluir que el plástico elegido para la fabricación del Spinner será el Poliestireno (PS).

### **6.3.2. MATERIAL DEL MOLDE DE INYECCIÓN**

En cuanto a la elección del material del molde, se utilizará el mismo proceso empleado en la elección del material del Spinner.

El Spinner deberá tener un acabado superficial excelente y unas dimensiones exactas, por lo que la pulibilidad del tipo de acero y su estabilidad dimensional deben ser excelente. Así mismo, su maquinabilidad, resistencia a altas temperaturas, dureza, etc. serán valores con gran peso a la hora de la elección del acero.

En el apartado 6.2., al igual que con los plásticos, se preseleccionaron 3 tipos de aceros para moldes de inyección. En la siguiente tabla se puede ver una comparación de las propiedades más importantes a tener en cuenta. Las propiedades mecánicas son las propiedades a las que la empresa distribuidora del metal las entrega al cliente, posibilitando tratamientos posteriores para su mejora.

Tabla 4: *Propiedades de los aceros para moldes*

	<b>UNE F-5303</b>	<b>UNE F-5318</b>	<b>UNE F-5263</b>
<b>MECANIBILIDAD</b>	Buena	Buena	Buena
<b>RESISTENCIA MECÁNICA (MPa)</b> (A 20 °C)	1020	1420	2050
<b>DUREZA (HB)</b>	290-330	180	200
<b>PULIBILIDAD</b>	Excelente	Buena	Excelente

Una vez hecho esto, se pasa a la tabla de ponderación con la que se valorará el peso de las propiedades y se obtendrá el acero que se utilizará para el molde, como se hizo con la elección del tipo de plástico.

Se ponderará cada propiedad con un número del 1 al 3, siendo el 1 el menos importante y el 3 el más importante. Del mismo modo, se dará valores del 1 al 3 a las propiedades según su valor. Con estos 2 valores se obtendrá una puntuación con la que se escogerá el material idóneo.

Tabla 5: *Tabla de ponderación para la elección del acero del molde*

		<b>UNE F-5303</b>	<b>UNE F-5318</b>	<b>UNE F-5263</b>
<b>MECANIBILIDAD</b>	3	2	2	2
<b>RESISTENCIA MECÁNICA</b>	1	1	2	3
<b>DUREZA</b>	3	3	1	2
<b>PULIBILIDAD</b>	2	3	2	3

<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>	<b>22</b>	15	21
-------------------------	-----------	----	----

Tras realizar la ponderación se puede apreciar que 2 de los 3 aceros preseleccionados tienen un comportamiento muy parecido, pero que el UNE F-5318 tiene alguna propiedad más limitada que los otros aceros.

En cuanto al UNE F-5303 y al UNE F-5263, ambos poseen buena mecanibilidad, lo que se traduce en un proceso de mecanizado poco costoso. Del mismo modo, gracias a la excelente pulibilidad de ambos aceros, el acabado superficial del Spinner será de alta calidad, algo imprescindible en un juguete.

Por último, la resistencia mecánica será suficiente en los 2 aceros, pero en la dureza el acero UNE F-5303 toma ventaja, por lo que su estabilidad dimensional y calidad del producto tendrán una garantía mayor, y en consecuencia una garantía de piezas correctas mayor.

Dicho esto, se puede concluir que el acero elegido para la fabricación del molde será un acero UNE F-5303. (Descripción amplia de sus propiedades y características en el ANEXO V).

## 7. INYECCIÓN DE PLÁSTICO

La inyección de plástico es un proceso industrial en el que se consiguen piezas poliméricas elaboradas a partir de materia prima, normalmente bolas o granzas poliméricas de pequeño tamaño.

Consiste en inyectar a una alta presión plástico fundido con el objetivo de rellenar todas las cavidades de un molde, el cual tiene la forma de la pieza deseada, y una vez haya solidificado se obtiene el producto final. Este proceso se lleva a cabo con máquinas inyectoras, las cuales trabajan a alta presión y temperatura.

### 7.1. MÁQUINA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO

Son las máquinas encargadas de inyectar el plástico en estado líquido a alta presión en moldes previamente diseñados. Existen diferentes máquinas de inyección, pero en este caso se analizará la máquina de inyección de husillo. Este tipo de máquinas son las más utilizadas en la actualidad, las cuales se dividen en hidráulicas, eléctricas e híbridas.

Son máquinas dotadas de un tornillo sin fin, denominado husillo, quien se encarga de aportar el movimiento de la materia prima hacia la zona de inyección. Gracias a las paredes del husillo que calientan la materia prima, así como a la propia fricción del movimiento, el plástico funde y se posibilita su inyección.

Consta de las siguientes partes:

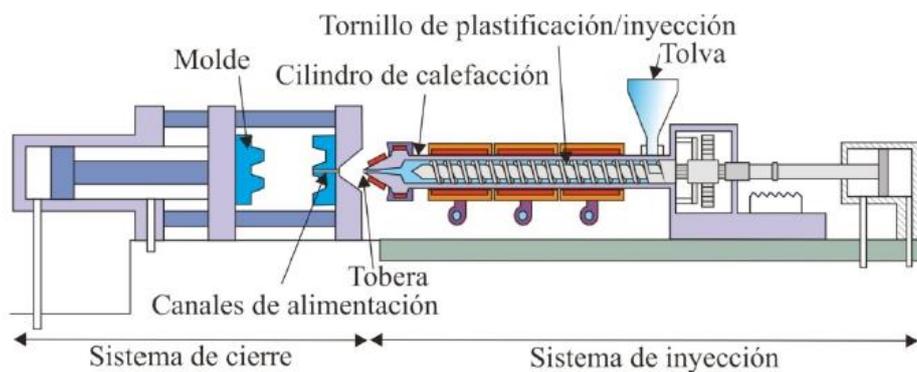


Ilustración 7: Máquina de inyección de plástico

En la anterior ilustración se diferencian 2 partes: el sistema de inyección y el sistema de cierre.

- **SISTEMA DE INYECCIÓN**

El sistema de inyección se encarga, como su propio nombre indica, de plastificar e inyectar la materia prima dentro del molde. Se compone de diferentes partes:

- **Motor:** se encarga de proporcionar 2 tipos de movimiento al husillo. Por un lado, el movimiento radial que hará que el husillo transporte el material a lo largo del cilindro gracias al tornillo sin fin y sus filetes; y, por otro lado, el movimiento axial del husillo haciendo el papel de un pistón introduciendo el material en el molde.
  - **Cilindro de plastificación:** esta parte se encarga de llevar el plástico a estado líquido y a su vez transportarlo. Distinguimos el husillo, parte que aporta el movimiento, y el sistema de calefacción colocado alrededor del cilindro, que aporta la temperatura necesaria.
  - **Tolva:** parte donde se deposita el material, en forma de bolas o granzas de pequeño tamaño, y esta lo vierte gradualmente al interior del husillo.
- **SISTEMA DE CIERRE**

Este sistema es el encargado de la secuencia de apertura y cierre del molde y las partes que lo componen. Debe garantizar una fuerza elevada durante la inyección para evitar fugas del material fundido. Está formado por una parte móvil y otra parte fija, así como de guías y columnas de expulsión para facilitar la extracción de la pieza una vez haya solidificado.

## ***7.2. FASES DE LA INYECCIÓN DE PLÁSTICO***

El proceso de la inyección de plástico costa de diferentes fases. Se analizarán a continuación:

### ***7.2.1. PLASTIFICACIÓN***

En esta etapa del proceso se somete a la materia prima a un aumento de temperatura con el objetivo de superar su temperatura de fusión.

El material pasa de la tolva al interior del cilindro, el cual lo arrastra mediante los filetes del husillo a lo largo del cilindro. Al mismo tiempo y gracias tanto a la fricción de la propia materia prima, como al calor desprendido por el sistema de calefacción mediante resistencias en las paredes del cilindro, el material cambia de estado sólido a estado líquido. Este llega a la puntera del husillo ya fundido donde se almacena entre este punto y la boquilla de inyección. La longitud entre estos 2 puntos se llama carrera de dosificación, y conociendo la sección del cilindro se calcula el volumen de material que se inyectará. Se aprecia en la siguiente ilustración.

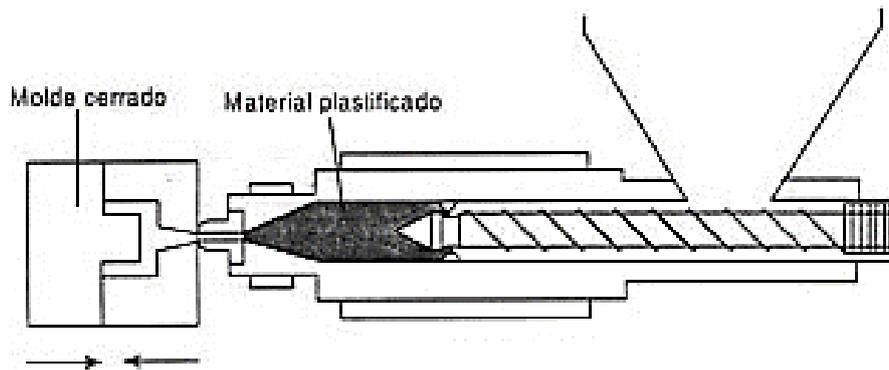


Ilustración 8: Fase de plastificación en máquina de inyección

A medida que el material se acumula en la zona de la carrera de dosificación, la presión aumenta, además del incremento de la presión ejercida por el husillo al moverse axialmente hacia la boquilla de inyección. Esta presión hace que el material se inyecte de forma homogénea y rápida.

Se deberán tener en cuenta parámetros como las revoluciones del husillo, la velocidad lineal del husillo, la temperatura de las paredes del husillo, el caudal de material, la presión generada en la puntera del husillo, etc.

## 7.2.2. INYECCIÓN

En esta etapa se produce el llenado de las cavidades del molde. Se debe garantizar un llenado homogéneo, por lo que es muy importante controlar la presión que el husillo ejerce sobre la materia prima fundida en el momento de la inyección.

El fluido, una vez dentro en el molde, circula por todas sus cavidades hasta llenarlas por completo. La temperatura del molde es un parámetro muy importante, ya que si es demasiado baja el plástico comenzará a solidificar antes de tiempo, rellenando incorrectamente las cavidades.

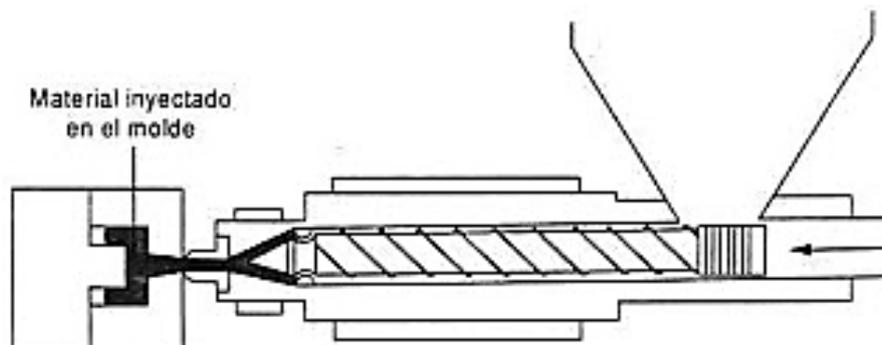


Ilustración 9: Fase de inyección en máquina de inyección de plástico

### **7.2.3. COMPACTACIÓN**

Una vez termina la inyección del plástico, este comienza a enfriarse, y en consecuencia a solidificarse. Esto hace que el material se contraiga, reduciendo su tamaño respecto al tamaño de las cavidades del molde. Dependiendo del tipo de polímero esta contracción será mayor o menor, pero un valor a tener en cuenta, al fin y al cabo.

Para contrarrestar este efecto se sigue inyectando material, aumentando la presión en el interior del molde. La pieza comienza a solidificar por los extremos, por lo tanto, el aumento de presión al inyectar más material hace que las paredes de la pieza, ya solidificadas, se peguen al molde rellenando por completo las cavidades.

Finalmente, cuando solidifique el material residual del bebedero el proceso habrá terminado.

### **7.2.4. ENFRIAMIENTO**

Este proceso comienza una vez el material abandona el cilindro de plastificación, pero se tiene en cuenta justo después de la compactación hasta la extracción de la pieza.

Dependiendo del tamaño de la pieza, este proceso durará un tiempo determinado. Así mismo, a pesar de realizar la compactación, se producirá una contracción en la pieza, en menor grado que si no se hubiese realizado la compactación, generando tensiones internas.

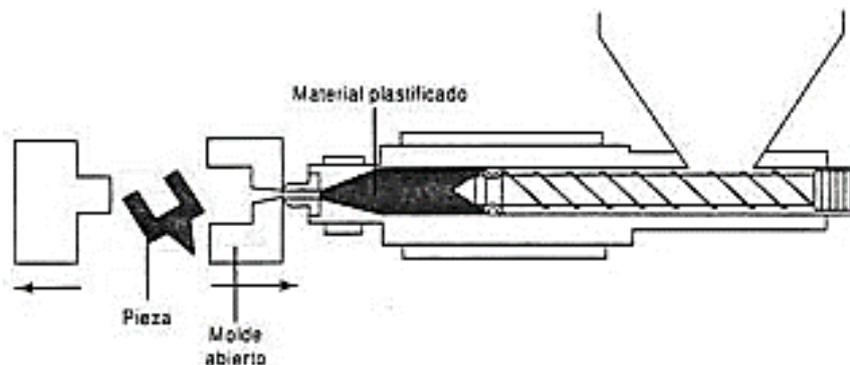


Ilustración 10: Fase de expulsión en máquina de inyección de plástico

## **7.3. VARIABLES DE INYECCIÓN**

Los procesos de inyección de plástico tienen 5 variables que marcarán la calidad de la pieza inyectada, así como la productividad de estos procesos. He aquí una pequeña descripción de cada una de ellas:

- **TEMPERATURA**

Respecto a las temperaturas, se diferencian 3 temperaturas diferentes:

- **Temperatura del cilindro:** temperatura para plastificar el material e inyectarlo en el molde, como ya se ha explicado en el anterior apartado.
- **Temperatura del molde:** ayuda a una buena fluidez de la materia prima en su interior y a tener un tiempo de expulsión aceptable.
- **Temperatura del sistema hidráulico:** influirá en el flujo de la materia prima y en la presión dentro del molde.

- **PRESIÓN**

Cabe destacar la existencia 4 presiones diferentes:

- **Presión hidráulica de inyección:** es la presión ejercida por el cilindro hidráulico que se lee en el manómetro.
- **Presión de inyección:** presión ejercida por el tornillo sin fin sobre la materia prima previamente plastificada, con la que se llenan las cavidades del molde.
- **Presión de cavidad:** es la que tiene el material en el interior de las cavidades, desde que se inyecta hasta que solidifica.
- **Presión de compactación:** presión ejercida en la fase de compactación para evitar una contracción volumétrica excesiva.

- **TIEMPO**

Existe un gran número de tiempos en el proceso de inyección, pero se destacarán los siguientes:

- **Tiempo de inyección:** tiempo que tarda el material fundido en llenar las cavidades.
- **Tiempo de enfriamiento:** tiempo que permite la transferencia de calor de las piezas al molde necesaria para la extracción de ellas.
- **Tiempo de plastificación:** tiempo que tarda la materia prima en plastificar en el cilindro.
- **Tiempo de apertura del molde:** el tiempo que tarda el plato móvil en la apertura del molde.
- **Tiempo de cierre del molde:** el tiempo que tarda el plato móvil en cerrar el molde. Tanto este, como el de apertura, dependen de los parámetros de velocidad y recorrido del molde.
- **Tiempo de ciclo:** tiempo total desde que comienza la plastificación hasta que se extrae la pieza.

- **VELOCIDAD**

Existen 2 velocidades principales a destacar:

- **Velocidad de inyección:** velocidad de desplazamiento axial del husillo durante la inyección.
- **Velocidad de rotación del tornillo:** número de revoluciones por unidad de tiempo con el que gira el tornillo durante la plastificación.

La suma de ambas proporcionará la velocidad con la que la materia entra en el molde. También habrá otras velocidades como velocidad de apertura y cierre del molde, y velocidad de expulsión.

- **RECORRIDO**

Esta variable define el movimiento de las diferentes partes de la máquina de inyección:

- **Recorrido de dosificación:** valor correspondiente con el que se fija la cantidad de material a plastificar. Lo que anteriormente se ha llamado carrera de dosificación.
- **Recorrido de avance de la unidad de inyección:** distancia axial que recorre el husillo a la hora de inyectar material.
- **Recorrido de apertura y cierre del molde:** distancia que recorre la placa móvil del molde para su apertura y cierre.
- **Recorrido de expulsores:** distancia que recorren los expulsores neumáticos o hidráulicos.

## **8. DISEÑO DEL MOLDE**

En este apartado se realizará el diseño geométrico del molde para la fabricación del Spinner con la ayuda del software MoldFlow Adviser 2019, el cual nos aportará mucha información simulando los procesos de inyección de plástico, y del AutoCAD 2018, donde se dibujará la geometría del molde.

### **8.1. TIPO DE MOLDE**

Un molde es una pieza, o conjunto de piezas acopladas, interiormente huecas, pero con los detalles del futuro sólido que se desea. Existen diferentes moldes según el sector al que pertenece la pieza generada, por lo que cada uno de ellos tendrá características diferentes a pesar de tener la misma función.

En este caso, se trata de un molde para la inyección de una pieza polimérica, por lo que se tratará de un molde metálico formado por diferentes partes, las cuales se analizarán más adelante en este documento.

Es necesario diseñar un molde que garantice un producto final de calidad, por ello se tendrán que analizar las diferentes alternativas para optimizar su utilización. A continuación, se realizará el análisis del número de cavidades que poseerá el molde.

Es interesante que los moldes para la inyección de plástico tengan una durabilidad elevada, puesto que su diseño y fabricación son de coste elevado, de modo que cuantas más piezas se fabriquen con ellos menor será el coste de dichos moldes por cada pieza.

Las cavidades del molde definen el número de piezas finales que se obtendrán por cada ciclo de inyección. Este número se verá influenciado tanto por la tirada de piezas que se quiere sacar al mercado, como por la optimización del proceso de inyección, garantizando unos valores de calidad elevados.

Se distinguen 2 tipos de moldes según sus cavidades:

- **MOLDES MONOCAVIDAD**

Son moldes con un único hueco en su interior, es decir, por cada ciclo de inyección solo producen una pieza. Este tipo de molde será útil en tiradas bajas, en las que se quiere garantizar una calidad excelente, o en la fabricación de piezas de gran tamaño donde sería necesario un molde de tamaño imposible en el caso de querer más de una cavidad.

En este proyecto, un molde monocavidad estaría formado por 2 partes idénticas, además de más elementos como guías, expulsores, etc.

La siguiente ilustración es una representación de una de las partes de un molde monocavidad para la pieza que se quiere fabricar.

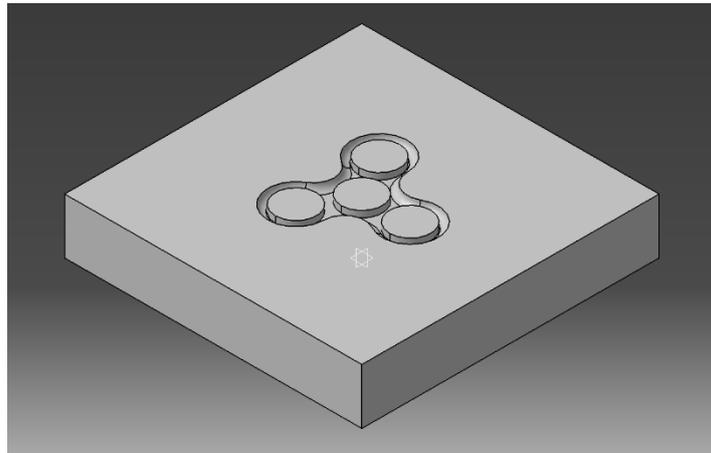


Ilustración 11: *Molde monocavidad*

Como la pieza a inyectar es una pieza de juguetería, con elevadas tiradas de fabricación, un molde monocavidad no será nada productivo e incrementará los costes de producción de manera absurda. Será mejor la utilización de un molde multicavidad.

- **MOLDES MULTICAVIDAD**

Este tipo de moldes son capaces de moldear más de una pieza por cada ciclo. Se utilizan en proyectos de tiradas altas en los que es necesario fabricar grandes lotes de piezas en breve tiempo.

En los moldes multicavidad, el número de cavidades y la disposición de las mismas tienen infinitas posibilidades, por lo que se deberá escoger la mejor opción posible con objeto de optimizar el proceso. A continuación, se muestra un ejemplo diferentes moldes:

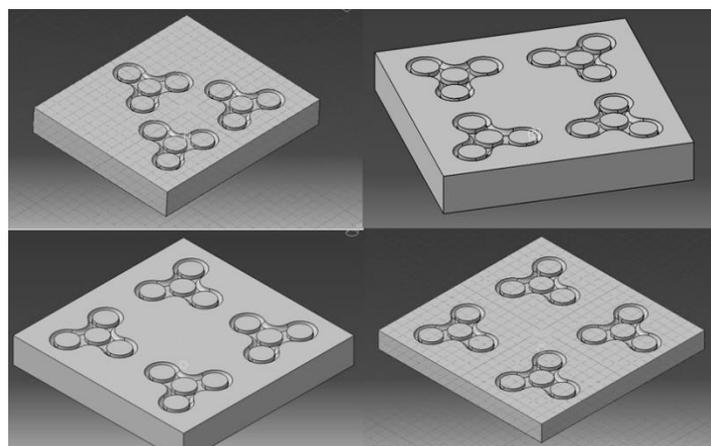


Ilustración 12: *Molde multicavidad*

La elección del número de cavidades y la orientación de estas se verán influenciadas por el proceso de inyección y la capacidad de la máquina. Se deberá garantizar una buena fluidez del plástico en estado líquido, además de un llenado homogéneo y sin defectos. Este proceso se simulará a continuación mediante el programa MoldFlow Adviser 2019.

## **8.2. SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN**

Para realizar la simulación del proceso de inyección de plástico, se utilizará el programa MoldFlow Adviser 2019. Dicho programa cuenta con las herramientas necesarias para conocer la temperatura, la presión, la fiabilidad de llenado, los posibles defectos, etc. dentro de dicho proceso.

Se realizarán 3 combinaciones de cavidades, con el fin de obtener los mejores resultados posibles. Así mismo, se analizarán el tiempo de llenado, la confianza de llenado, el tiempo de expulsión y la contracción volumétrica durante el proceso antes de adoptar una solución.

Como ya se ha dicho anteriormente, la materia prima es el Poliestireno (PS), cuya temperatura de inyección ronda los 180-260 °C. Así mismo, la temperatura a la que se debe mantener el molde es de unos 20-70 °C, y la presión de inyección de unos 80 MPa.

Para este tipo de plástico, MoldFlow Adviser 2019 no pone restricciones en la geometría de los bebederos, canales y entradas, por lo que se utilizarán geometrías y tamaños típicos. Dicho esto, los valores de las variables que se utilizarán para inyectar el plástico serán los siguientes.

- **Temperatura de inyección:** 200 °C.
- **Temperatura del molde:** 45 °C.
- **Presión de inyección:** 80 MPa.
- **Diámetro bebedero circular:** 6 mm.
- **Diámetro canales circular:** 3 mm.
- **Entrada con forma cónica:** 3 mm de diámetro inicial y 1 mm de diámetro final, con una longitud de 3 mm.

Así mismo, las dimensiones del molde para la simulación del proceso serán de unos 250-300 mm de lado, molde cuadrado, y una altura de 60 mm, 2 partes iguales de 30 mm cada una. La superficie de partición y el punto de inyección se encontrarán justo en la mitad de la pieza. El molde contará con 4 cavidades.

Por último, los tiempos los simula de manera automática el programa dependiendo de las variables previamente elegidas, por lo que el único tiempo que se establecerá será el tiempo que el molde se encontrará abierto entre los diferentes ciclos, que por defecto se utilizarán 5 segundos.

### 8.2.1. MOLDE TIPO 1

Este tipo de molde estará formado por 4 cavidades, colocadas 2 en frente a las otra 2. Contará con un bebedero, 2 canales principales y 4 ataques, con las dimensiones y geometría previamente mencionadas, en forma de H:

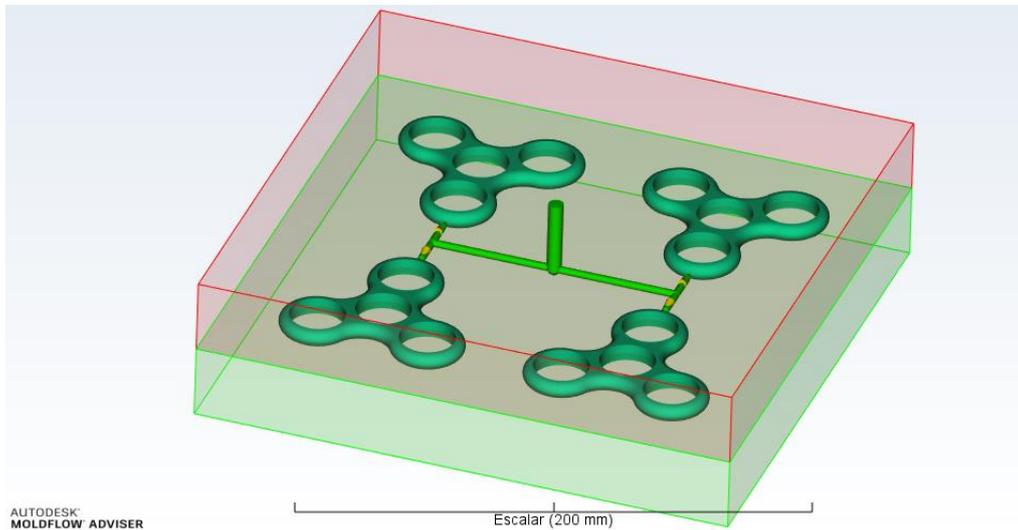


Ilustración 13: Molde tipo 1

Una vez realizada la simulación del proceso de inyección, se pasa a la comprobación de los resultados. Por un lado, tenemos un tiempo de llenado de 0,8812 segundos, así como una confianza de llenado del 100%.

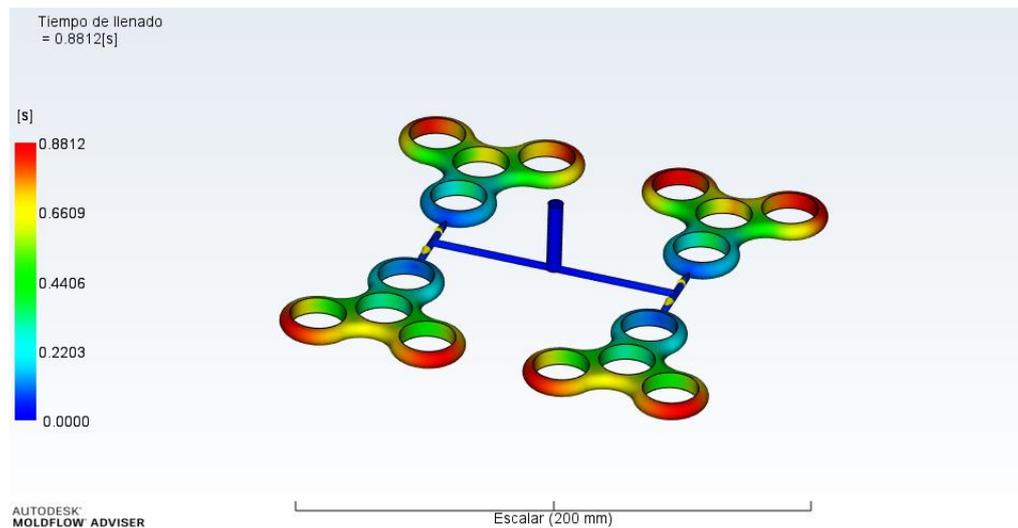


Ilustración 14: Tiempo de llenado del molde tipo 1

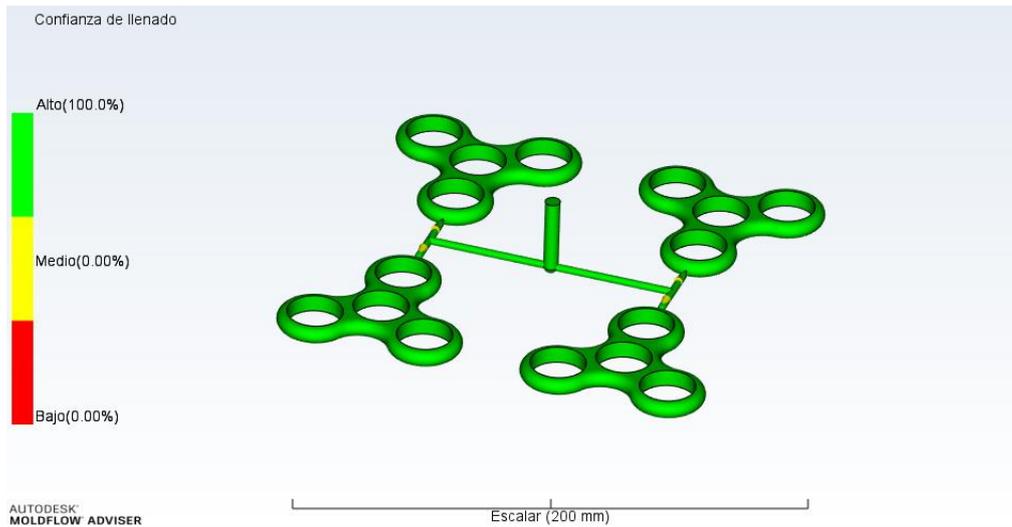


Ilustración 15: *Confianza de llenado del molde tipo 1*

Son valores muy productivos, es decir, un tiempo de llenado inferior al segundo equivaldrá a un proceso muy rápido y eficaz. Del mismo modo, el valor de la confianza de llenado refleja la inexistencia de defectos en el llenado de cavidades.

En cuanto al tiempo de expulsión y contracción volumétrica se obtienen los siguientes valores:

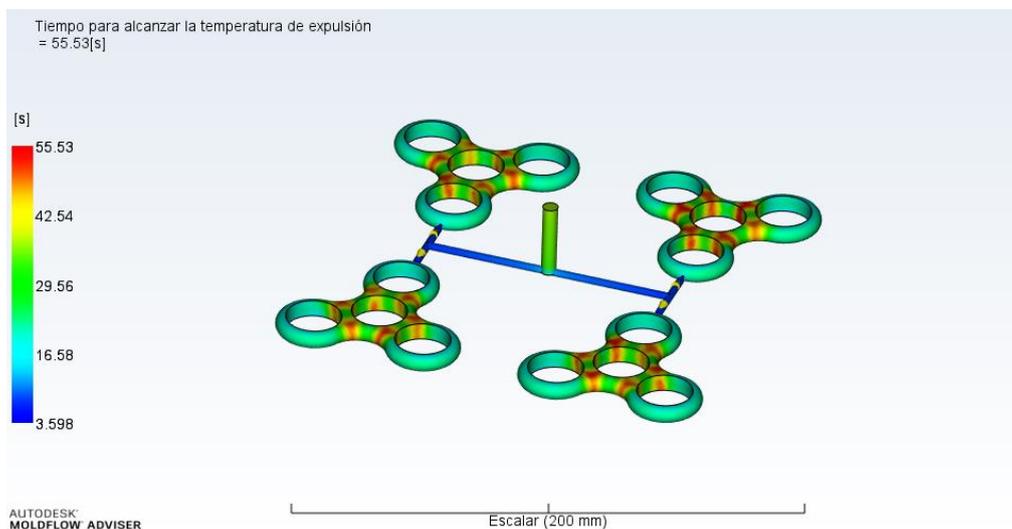


Ilustración 16: *Tiempo de expulsión del molde tipo 1*

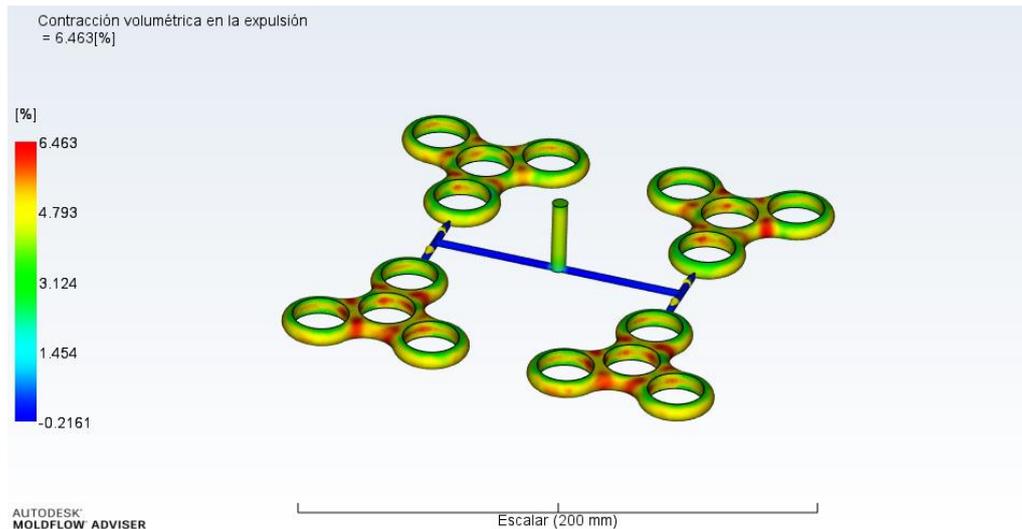


Ilustración 17: Contracción volumétrica del molde tipo 1

En cuanto al tiempo de expulsión, se obtiene un valor de 55,53 segundos; y en la otra ilustración se aprecia una contracción volumétrica máxima del 6,463%. El tiempo de expulsión, como lo era el tiempo de llenado, es un reflejo del tiempo global del proceso, por lo que será una variable clave en su análisis. Finalmente, la contracción volumétrica se deberá comparar con los valores de los siguientes tipos de moldes.

### 8.2.2. MOLDE TIPO 2

Este tipo de molde está compuesto por 4 piezas colocadas en círculo orientadas hacia el centro de este, generando una especie de estrella. Tiene un bebedero, y 4 ataques. La forma sería la siguiente:

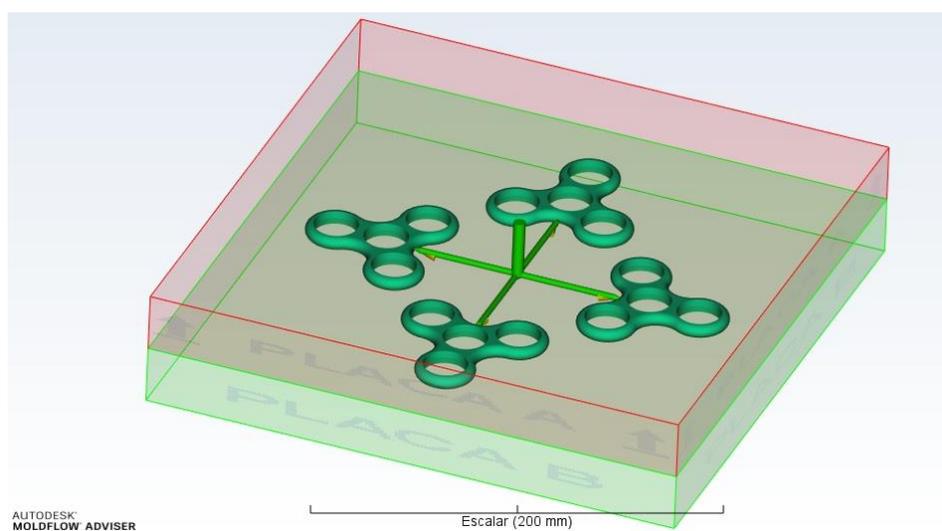


Ilustración 18: Molde tipo 2

Tras la simulación del proceso, se dispone de los siguientes datos. Por un lado, se tiene un tiempo de llenado de 0,6637 segundos, y por el otro, una confianza de llenado del 100%.

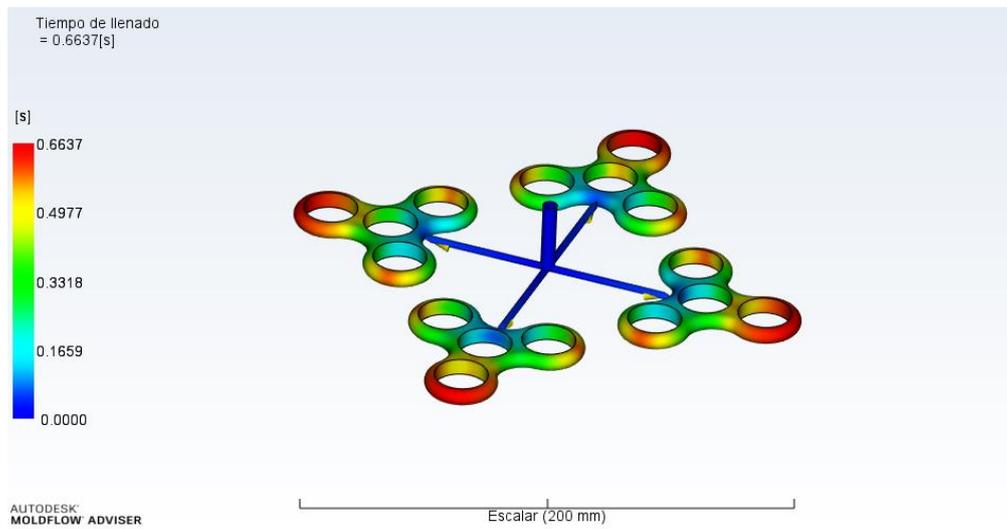


Ilustración 19: *Tiempo de llenado del molde tipo 2*

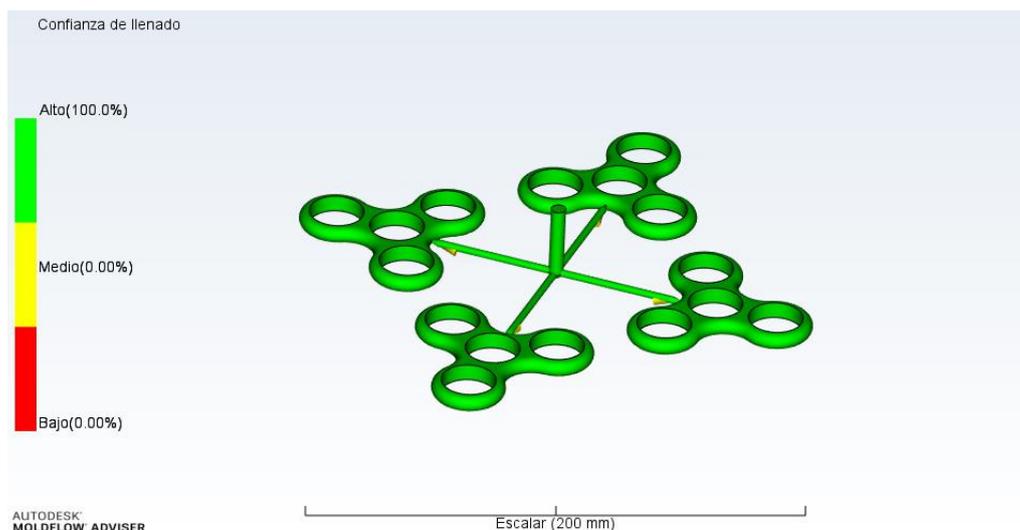


Ilustración 20: *Confianza de llenado del molde tipo 2*

Si se comparan ambas variables con las obtenidas en el otro molde, la confianza de llenado es exactamente la misma, algo imprescindible; pero el tiempo de llenado disminuye ligeramente, en 0,2 segundos. A pesar de esta diferencia, como se trata de una cifra tan reducida, no será un factor clave a la hora de la toma de la decisión.

Posteriormente, se obtienen los valores de tiempo de expulsión y contracción volumétrica, 53,99 segundos y 6,986% respectivamente.

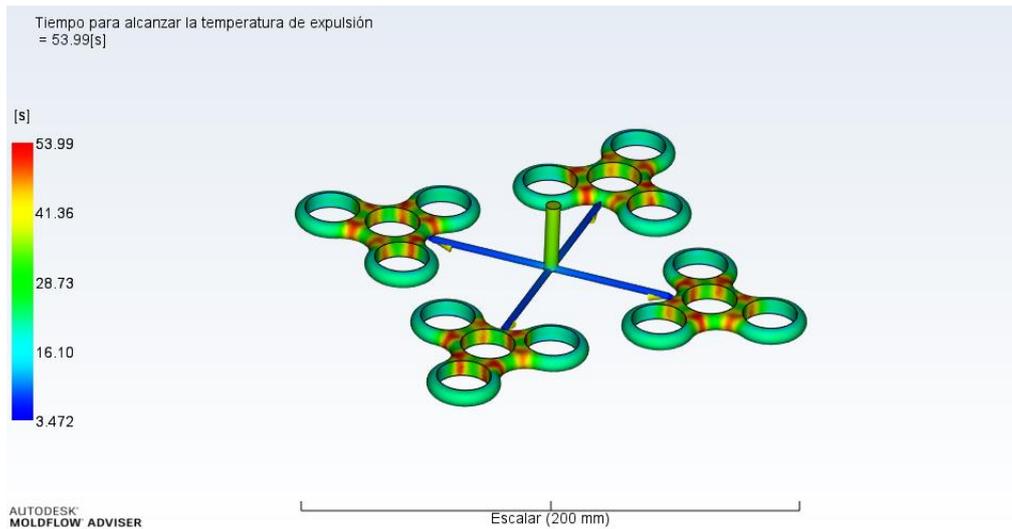


Ilustración 21: *Tiempo de expulsión del molde tipo 2*

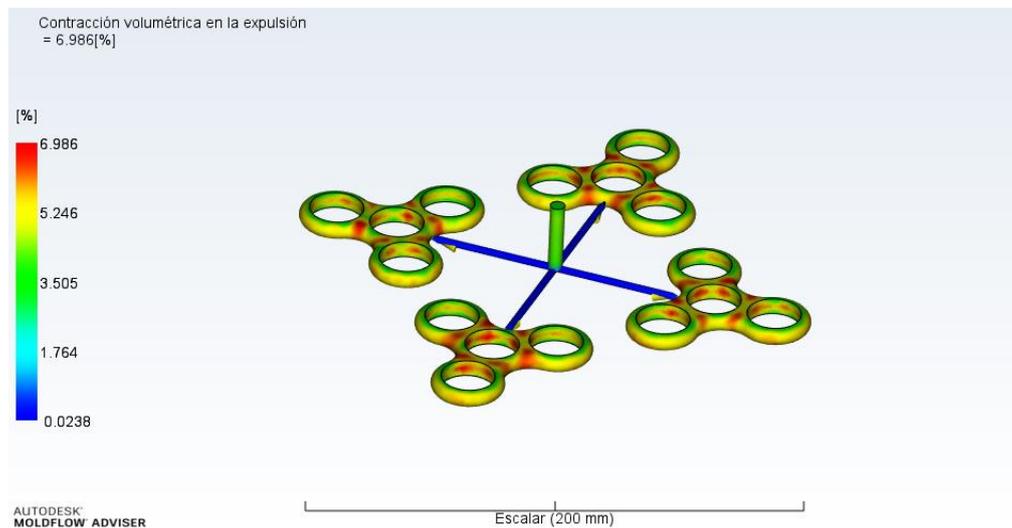


Ilustración 22: *Contracción volumétrica del molde tipo 2*

Se observa una pequeña reducción en el tiempo de expulsión, pero un aumento en el valor de la contracción volumétrica. En este modelo se ha pasado de un tiempo de 55,53 segundos, a 53,99 segundos, valor suficientemente alto para tenerlo en cuenta en la elección del molde. Del mismo modo, la contracción a primera vista ha aumentado de forma poco notoria, pero sigue siendo un valor con gran importancia de todas formas.

### 8.2.3. **MOLDE TIPO 3**

Este tipo de molde tendrá 4 cavidades también, y estarán colocadas igual que el anterior, simétricas respecto al centro a modo de estrella, pero el Spinner orientado al revés. Tiene un bebedero, y 4 ataques. Véase la ilustración:

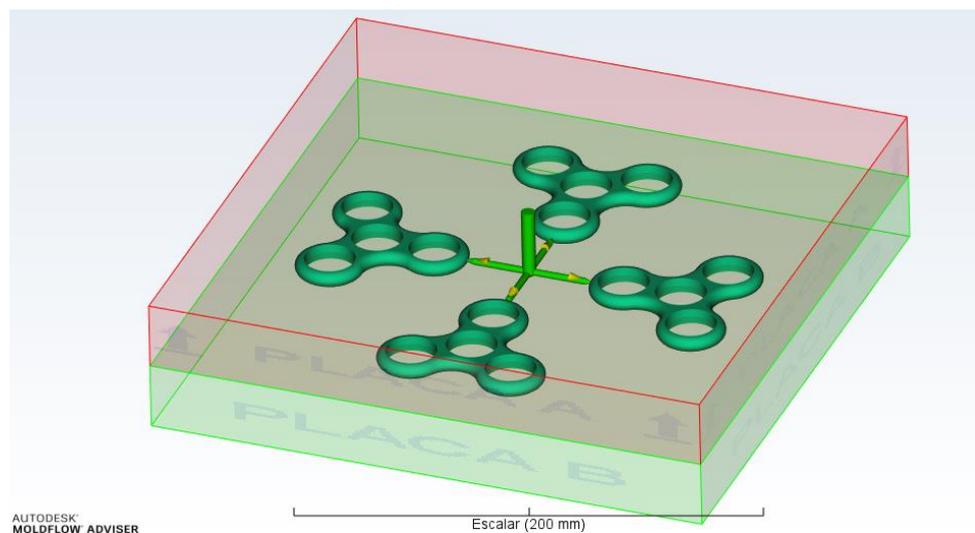


Ilustración 23: Molde tipo 3

Una vez finalizada la simulación, los valores del tiempo de llenado y confianza de llenado son de 0,8850 y del 100%, valor estrictamente necesario.

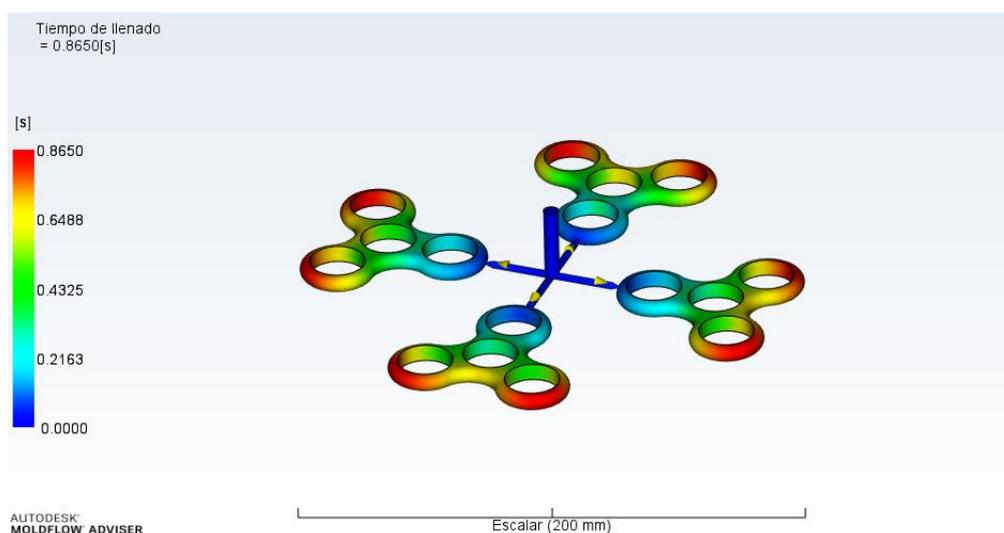


Ilustración 24: Tiempo de llenado del molde tipo 3

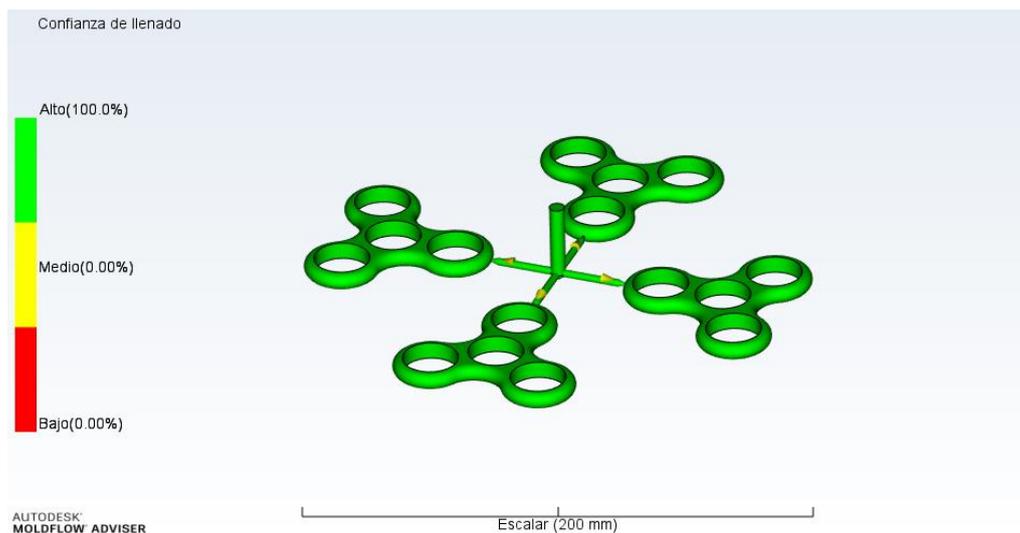


Ilustración 25: Confianza de llenado del molde tipo 3

Ambos valores son prácticamente idénticos a los valores obtenidos en el molde tipo 1, por lo que su comparación no aportará datos esclarecedores.

Por otro lado, se obtiene los valores de tiempo de expulsión de 54,07 segundos, y una contracción volumétrica de 6,582%.

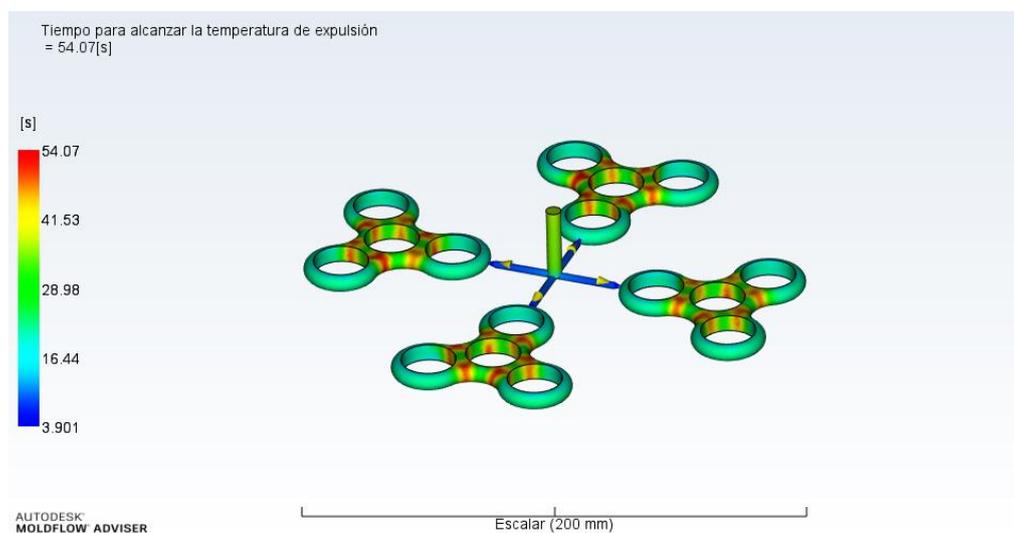


Ilustración 26: Tiempo de expulsión del molde tipo 3

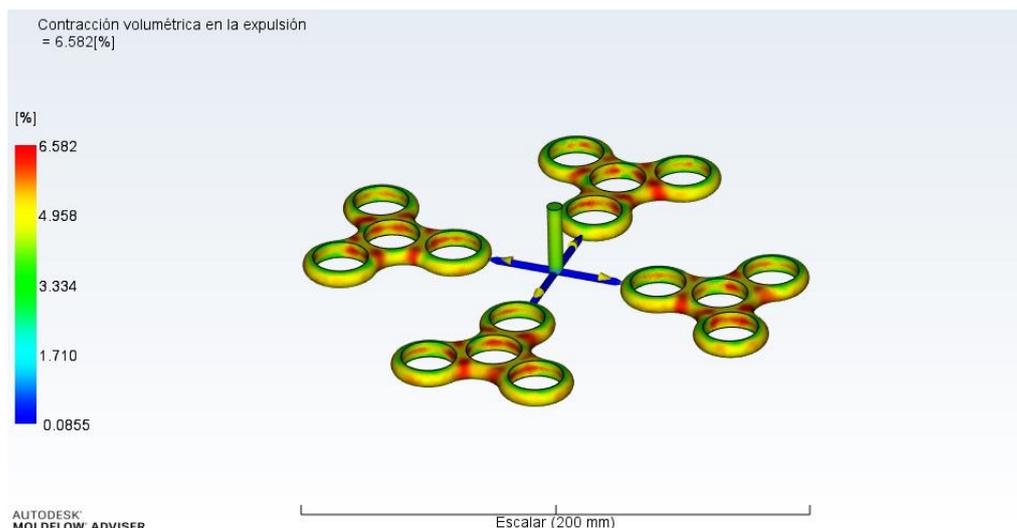


Ilustración 27: Contracción volumétrica del molde tipo 3

Comparando estos 2 últimos valores con los obtenidos en los 2 tipos de molde anteriores, se observa que están entre estos 2 últimos, dificultando la elección final.

Antes de pasar a la elección del tipo de molde, cabe destacar que la diferencia de tiempos puede ser un factor muy clave en el caso de que sea muy amplia, es decir, que el valor de un tiempo de llenado a otro varíe en 0,2 segundos puede que no sea de gran importancia, pero si lo será si varía el tiempo de expulsión en unos 2 segundos. Del mismo modo, se requiere que la pieza no se contraiga excesivamente cuando solidifique, por lo que se deberá buscar la mejor relación entre ambas variables. Esto se realizará en el siguiente apartado, con una tabla de ponderación.

### 8.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

Una vez analizado las diferentes opciones para la realización del molde se debe tomar una decisión. En lo que al número de cavidades respecta, las combinaciones posibles eran infinitas entre el número y la disposición de las mismas. En este caso se tomó la decisión de fabricar un molde de 4 cavidades, con el fin de poder lanzar al mercado tiradas grandes del producto. De esta manera, se centró la atención en 3 disposiciones de las 4 cavidades.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en el proceso de simulación de inyección de plástico mediante el programa MoldFlow Adviser 2019 de las 3 combinaciones adoptadas, explicadas en el apartado anterior 7.2.1.

Tabla 6: Valores medidos en el proceso de simulación

	MOLDE TIPO 1	MOLDE TIPO 2	MOLDE TIPO 3
<b>Tiempo de llenado (s)</b>	0,8812	0,6637	0,8650

<b>Confianza de llenado (%)</b>	100	100	100
<b>Tiempo de expulsión (s)</b>	55,53	53,99	54,07
<b>Contracción (%)</b>	6,463	6,986	6,582

Para elegir el tipo de molde que mejor se adapte al proceso, al igual que en la elección del tipo de plástico para fabricar el Spinner y del tipo de acero para el molde, se realizará una tabla de ponderación.

Se ponderará cada variable con un número del 1 al 3, siendo el 1 el menos importante y el 3 el más importante. Del mismo modo, se dará valores del 1 al 3 a las variables según su valor. Con estos 2 valores se obtendrá una puntuación con la que se escogerá el molde idóneo.

Tabla 7: *Tabla de ponderación para la elección del tipo de molde*

		<b>MOLDE TIPO 1</b>	<b>MOLDE TIPO 2</b>	<b>MOLDE TIPO 3</b>
<b>Tiempo de llenado (s)</b>	1	1	3	2
<b>Confianza de llenado (%)</b>	1	3	3	3
<b>Tiempo de expulsión (s)</b>	2	2	3	3
<b>Contracción (%)</b>	3	3	1	2
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>15</b>	<b>17</b>

En lo que al tiempo de llenado respecta, se puede apreciar que en ninguno de los 3 tipos de molde supera el segundo, lo que equivaldría a un proceso muy productivo con cualquiera de las combinaciones, por ello se le ha dotado de valor 1, siendo su peso en el resultado final muy reducido.

Por otro lado, en los 3 se obtiene una confianza de llenado del 100%, valor estrictamente necesario, puesto que, de no obtenerse este valor, el tipo de molde en el que se diese quedaría descartado por la presencia de defectos en la inyección.

En cuanto al tiempo de expulsión, variable a tener en cuenta a la hora de analizar la productividad del proceso, no supera el minuto en ninguno de los 3 casos, teniendo valores muy similares en torno a los 54 segundos.

Y, por último, se dan los valores de la contracción volumétrica que sufre la pieza a la hora de solidificar. Todos los valores rondan el 6% de contracción.

Los valores obtenidos son muy similares, dificultando la toma de decisiones. En un primer paso se descartará el molde tipo 2, debido a su mayor contracción volumétrica, a pesar de tener tiempos menores. Se considera variable con mayor peso la contracción antes que el tiempo total por ciclo de inyección, puesto que en los 3 tipos de moldes se garantiza un tiempo muy competitivo. En cuanto a los otros 2 tipos, su puntuación en la ponderación es idéntica, por lo que la elección de un tipo u otro es complicada.

Dejando de lado la tabla de ponderación, y observando los datos extraídos de la simulación, sería necesaria una contracción volumétrica pequeña para que pueda ser corregida fácilmente en la fase de compactación y la calidad del producto final sea excelente, por lo que el molde tipo 3 queda en desventaja respecto al tipo 1. El tiempo total en ambos tipos es muy similar, por lo tanto, no afectará en demasía a la productividad del proceso.

Dicho esto, la solución adoptada para el tipo de molde según su número y disposición de cavidades es el molde tipo 1, molde de 4 cavidades colocadas en espejo, con los canales en forma de H.

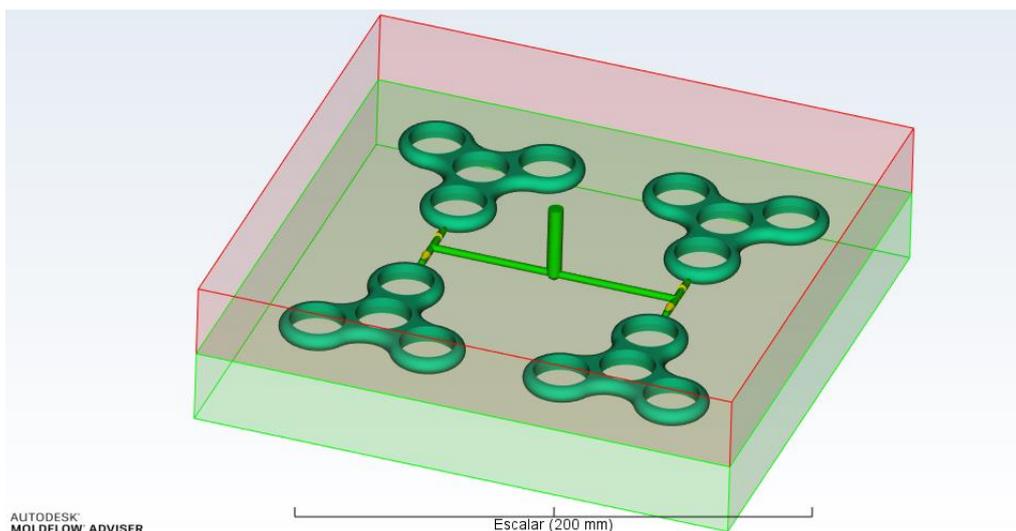


Ilustración 28: Molde elegido

### 8.3.1. REFRIGERACIÓN DEL MOLDE

Estos valores han sido obtenidos sin refrigeración, con el molde precalentado a 45 °C. Para tener un análisis más exhaustivo del proceso y permitir al cliente la posibilidad de refrigerar el molde, se ha realizado la misma operación, pero con canales de refrigeración en el molde, con objeto de reducir tiempo de expulsión y conseguir un proceso más productivo y rentable.

Esta refrigeración ha sido la misma para los 3 tipos, con 6 canales circulares por placa, de 12 mm de diámetro cada uno a una distancia de 2 mm del borde de la pieza. El líquido utilizado para la refrigeración ha sido agua pura a 20 °C, con un caudal de 20 l/min. Debido a

esto, será necesario que la empresa cuente con un intercambiador de calor para poder llevar a cabo dicha refrigeración.

Se ha probado con diferentes combinaciones de temperatura del refrigerante, número de canales, distancia respecto de la pieza, caudal de los canales, diámetro de estos, etc. y se ha optado por estas variables ya que daban los mejores resultados.

La siguiente ilustración aporta una idea de este sistema de refrigeración:

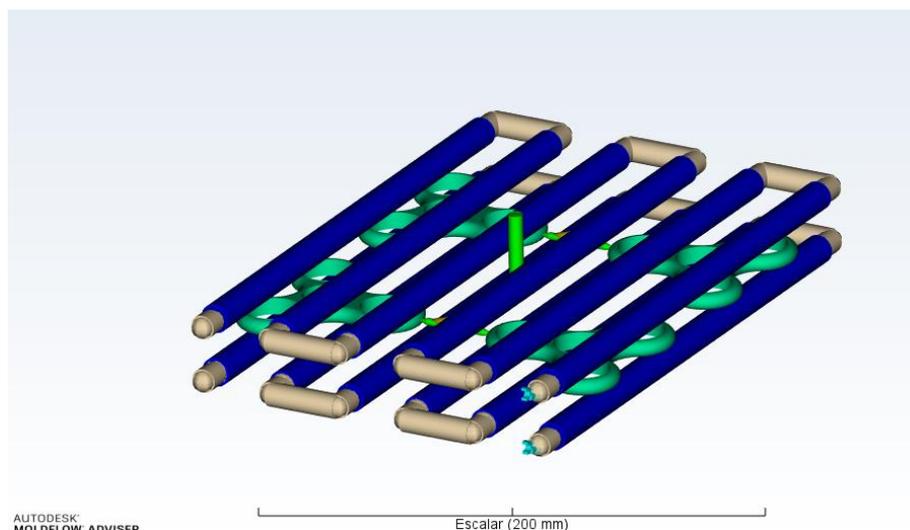


Ilustración 29: Molde con canales de refrigeración

Para no sobrecargar el documento de imágenes, a continuación, aparecerá una tabla únicamente con los valores obtenidos en los 3 moldes. Las imágenes obtenidas son muy similares a la simulación sin refrigeración, por lo tanto, lo verdaderamente importante es el valor de las variables.

Tabla 8: Valores medidos en el proceso de simulación con refrigeración

	<b>MOLDE TIPO 1</b>	<b>MOLDE TIPO 2</b>	<b>MOLDE TIPO 3</b>
<b>Tiempo de llenado (s)</b>	0,8864	0,6655	0,8678
<b>Confianza de llenado (%)</b>	100	100	100
<b>Tiempo de expulsión (s)</b>	41,76	40,44	40,70
<b>Contracción (%)</b>	6,496	6,875	6,527
<b>Calidad refrigeración (%)</b>	Alta: 82,3 Media: 16,3 Baja: 1,36	Alta: 82,9 Media: 15,9 Baja: 1,19	Alta: 82,3 Media: 16,1 Baja: 1,63

Se puede apreciar, que, en esta otra simulación se ha incluido la calidad de refrigeración, con el fin de tener una idea de las zonas donde la refrigeración actúa en mayor o menor proporción. Destaca que en los 3 casos la refrigeración posee un valor alto, siendo mínimas las zonas donde dicho valor es muy bajo.

Del mismo modo que en el análisis sin refrigeración, se realizará la ponderación de las variables de cada tipo de molde para su elección. Se ponderará cada variable con un número del 1 al 3, siendo el 1 el menos importante y el 3 el más importante. Así mismo, se dará valores del 1 al 3 a las variables según su valor. Con estos 2 valores se obtendrá una puntuación con la que se escogerá el molde idóneo.

Tabla 9: *Tabla de ponderación para la elección del tipo de molde con refrigeración*

		<b>MOLDE TIPO 1</b>	<b>MOLDE TIPO 2</b>	<b>MOLDE TIPO 3</b>
<b>Tiempo de llenado (s)</b>	1	1	3	2
<b>Confianza de llenado (%)</b>	1	3	3	3
<b>Tiempo de expulsión (s)</b>	2	1	3	3
<b>Contracción (%)</b>	3	3	1	2
<b>Calidad refrigeración (%)</b>	2	3	3	3
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>		<b>23</b>	21	<b>23</b>

Viendo los resultados obtenidos, se puede apreciar que los 3 tipos de molde se comportan de la misma manera al aplicar una refrigeración, es decir, sus variables cambian de manera equilibrada. Dicho esto, se puede concluir que se volvería a escoger el molde tipo 1 ya que obtiene la puntuación más alta en la tabla de ponderación, basándose en los mismos criterios de selección y aplicando las mismas conclusiones que en la elección sin refrigeración.

Únicamente hay que destacar que en la calidad de refrigeración se le ha designado el valor 3 a los 3 tipos de moldes, ya que la diferencia porcentual entre los 3 valores, alta, media y baja, son insignificantes y aceptables en todos los casos.

Dicho esto, se puede concluir que el molde elegido para su fabricación será el molde tipo 1, con sus canales en H y con 4 cavidades. Véanse las ilustraciones de las variables medidas en el molde tipo 1:

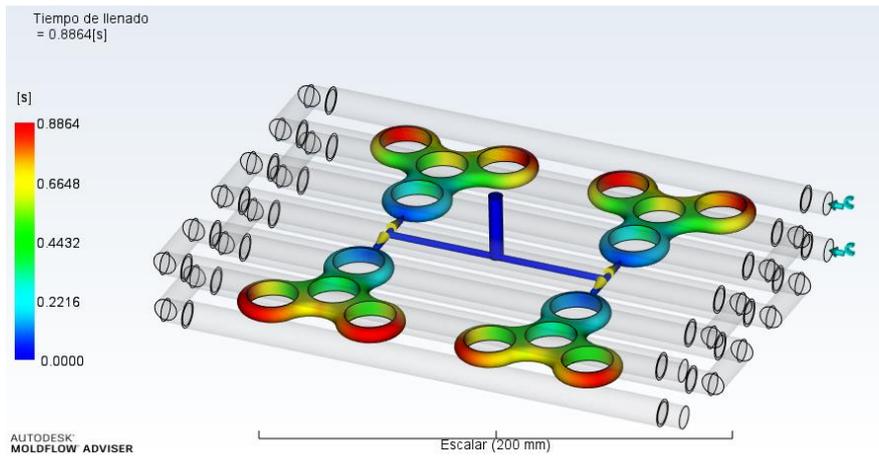


Ilustración 30: Tiempo de llenado molde tipo 1 refrigerado

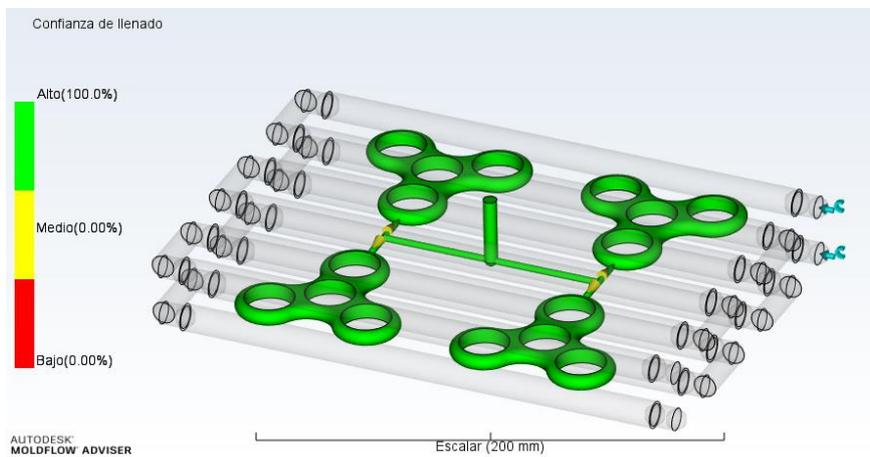


Ilustración 31: Confianza de llenado molde tipo 1 refrigerado

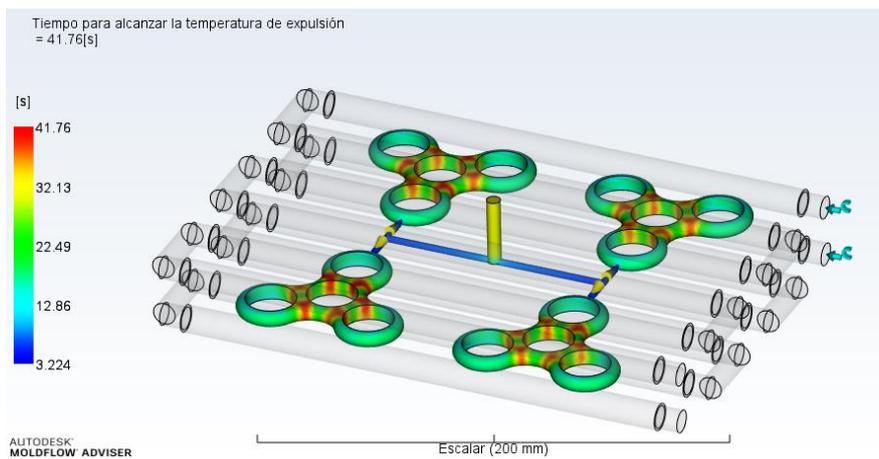


Ilustración 32: Tiempo de expulsión molde tipo 1 refrigerado

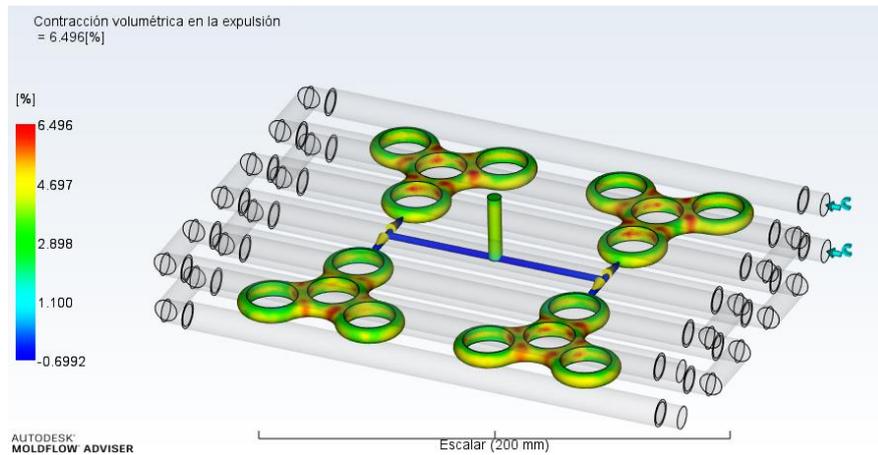


Ilustración 33: Contracción volumétrica molde tipo 1 refrigerado

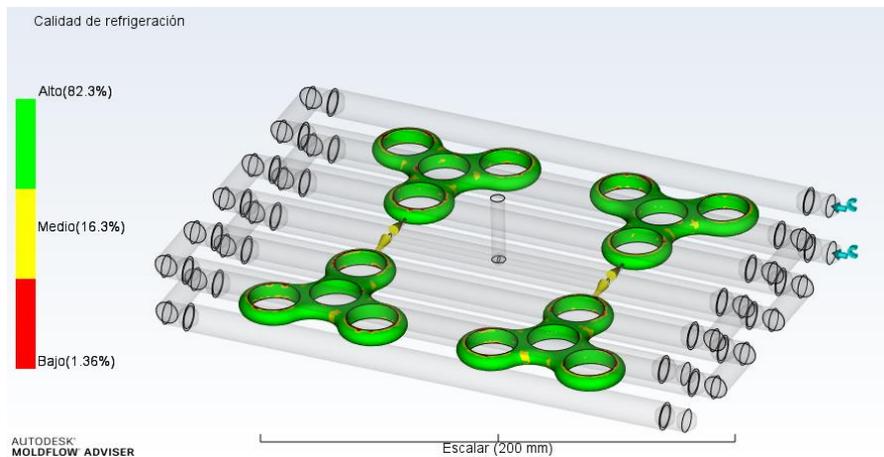


Ilustración 34: Calidad refrigeración molde tipo 1 refrigerado

En el ANEXO IV se adjuntan ilustraciones de informes acerca de la simulación de la inyección.

## 8.4. DESCRIPCIÓN DEL MOLDE

En este apartado se definirá por completo la geometría del molde y las partes que lo componen. Como ya se ha mencionado anteriormente, el molde estará hecho por un acero UNE F5303, ya que sus propiedades se ajustan a la perfección a este tipo de proceso.

Para describir por completo el molde se descompondrá en las diferentes partes que lo constituyen, con objeto de que su geometría quede totalmente detallada, ya que para el posterior diseño de las operaciones de mecanizado será estrictamente necesaria esa geometría.

### 8.4.1. PARTES DEL MOLDE

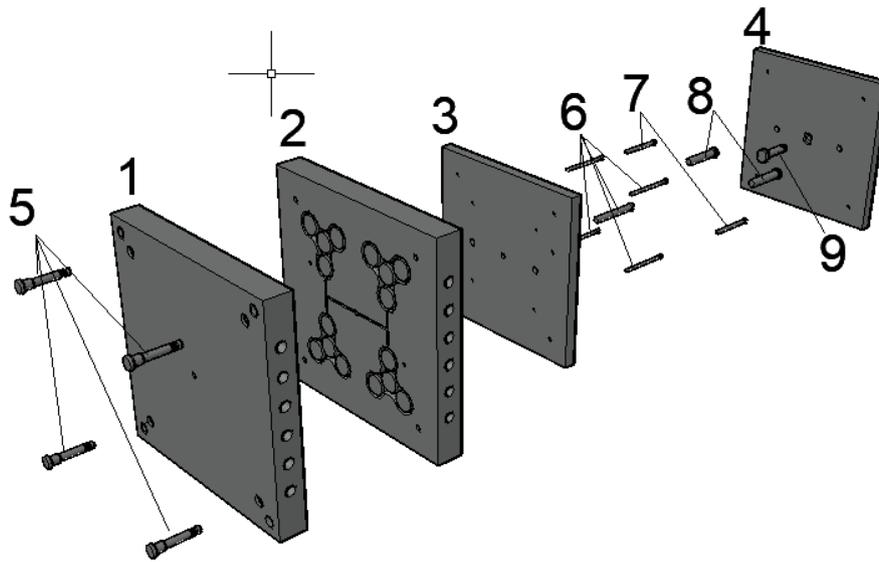


Ilustración 35: Partes del molde

#### 1. PLACA FIJA

Parte del molde que no se mueve, sujeta al plato fijo de la máquina de inyección, que es donde se apoya el cilindro de inyección para introducir el plástico fundido dentro del molde. Posee el negativo, o parte del él, de la pieza que se quiere producir. Del mismo modo, en esta parte están mecanizados los canales de inyección, los canales de refrigeración, así como los orificios para guías y tornillos, con el fin de asegurar una buena sujeción a la máquina y una buena unión con la placa móvil del molde.

#### 2. PLACA MÓVIL

Parte que está sujeta al plato móvil de la máquina inyectora, y que se mueve solidariamente con él. Como en la placa fija, esta placa posee el negativo de la pieza, así como, canales de inyección y refrigeración, orificios pasantes para guías y elementos de expulsión, y agujeros roscados para acoplar las guías expulsoras.

#### 3. PLACA EXPULSORA

Es la placa donde se colocan las columnas separadoras y las agujas expulsoras. Va flotante y guiada en un determinado espacio dentro de la mitad móvil de la máquina, con la misión de extraer la pieza una vez haya solidificado. Las columnas separadoras y agujas expulsoras irán colocadas en agujeros pasantes con un pequeño recreído en la cara común con la placa de aprieta con objeto de tener una buena sujeción de las mismas. No hay que olvidar los agujeros roscados que posibilitarán la unión con la placa de apriete.

#### **4. PLACA DE APRIETE**

Es la placa fijada mediante tornillos a la placa expulsora para retener las agujas de expulsión y las guías separadoras. Unida al carro móvil, por lo que se desplaza longitudinalmente posibilitando la apertura del molde. En esta placa existen los agujeros roscados para la unión con la placa expulsora, así como agujeros pasantes donde se colocan las guías de expulsión ancladas a la placa móvil. También existe el orificio para introducir el tirante de apriete.

#### **5. COLUMNAS GUÍA**

Su finalidad es la de unir ambas placas del molde con la mayor precisión posible. Son 4 columnas guía, una en cada esquina, acopladas a la placa fija, y que se introducen en la placa móvil sin juego.

#### **6. AGUJAS DE EXPULSIÓN**

Se encargan de expulsar la pieza una vez haya solidificado. Son 5 agujas expulsora, colocadas en cada una de las piezas a inyectar, y la restante en la unión de los canales con el bebedero, con el objetivo de repartir la presión al expulsarlas y no generar daños en dichas piezas. Ancladas entre la placa expulsora y la placa de apriete.

#### **7. COLUMNAS SEPARADORAS**

Su función es la de separar las 2 placas del molde, fija y móvil, cuando se realiza la extracción de la pieza. Ancladas entre la placa expulsora y la placa de apriete.

#### **8. GUÍAS DE EXPULSIÓN**

Conducen el sistema de expulsión. Atraviesan la placa expulsora y la de apriete para guiarlas en el movimiento, y van roscadas a placa móvil.

#### **9. TIRANTE DE APRIETE**

Mediante este elemento se mueve todo el sistema de expulsión del molde. Va colocado entre la placa de apriete y la expulsora, atravesando la primera y uniéndose al carro móvil.

En el ANEXO I se incluirán los planos de cada uno de los elementos, con todas sus cotas y detalles necesario para una buena fabricación.

## **9. DISEÑO DE LA FABRICACIÓN DEL MOLDE**

Una vez diseñado el molde, se pasará al diseño de su fabricación. Este proceso constará de diferentes pasos a seguir, con el objeto de materializar la idea descrita en el apartado número 8.

Para contextualizar este proceso, se realizará una pequeña descripción de las operaciones de mecanizado que se emplearán, así como las diferentes herramientas que posibilitan estas operaciones.

Una vez finalizada esta introducción a los procesos de arranque de viruta que se utilizarán, se pasará a hacer una selección exhaustiva de las operaciones de mecanizado necesarias y las herramientas concretas para su ejecución, diseñando una hoja de procesos que detallará estas operaciones.

Por último, ya definidas todas las operaciones y todas las herramientas y por consiguiente, la hoja de procesos, se pasará a la programación CNC, escribiendo cada operación con sus variables, y simulando este proceso en el programa CNC Fagor 8070.

### **9.3. MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA**

Estos procesos son empleados para eliminar material a una pieza seleccionada, mediante un proceso de arranque de viruta. Se utiliza una herramienta de corte, que, al entrar en contacto con la pieza a mecanizar, y debido a la diferencia de velocidades entre ambas, se produce un arranque de material desprendiéndose la viruta. En este proyecto los procesos que se utilizarán serán el fresado y el taladrado. A continuación, se da una pequeña descripción de ellos:

- **FRESADO**

Son operaciones para piezas de geometrías diversas, como prismáticas, complejas, superficies inclinadas, etc. La herramienta gira sobre su eje eliminando el material necesario de la pieza, mientras existe contacto y movimiento relativo entre ambas.

- **TALADRADO**

Operación limitada a hacer agujeros cilíndricos. La herramienta gira sobre su eje, al igual que en el fresado, y avanza linealmente de forma vertical, realizando el agujero o taladro. Se suele emplear una fresadora para este tipo de operaciones.

Cabe destacar que, debido al movimiento relativo entre la herramienta y la pieza, se generará una fricción entre ambas, aumentando el calor en la zona de contacto. Si este calor alcanza valores elevados, cambiará las características iniciales de la herramienta y, en consecuencia, el proceso de mecanizado. Por ello, es de especial importancia el uso de un refrigerante en todas las operaciones de mecanizado.

Este refrigerante puede suministrarse por el interior o por el exterior de la herramienta, en este caso se optará por una refrigeración exterior. La refrigeración será llevada a cabo por mangueras orientadas manualmente hacia la pieza, las cuales aportan un caudal constante de refrigerante, disminuyendo la temperatura de las partes en contacto en la operación. El refrigerante más común es la taladrina, compuesto formado por agua y aceite, que aparte de refrigerar, lubrica, disminuyendo el desgaste de la herramienta.



Ilustración 36: Refrigeración de una operación de mecanizado

Así mismo, es importante mencionar el tipo de máquina que se utilizará. Para llevar a cabo los 2 procesos de mecanizado ya mencionados será necesario contar únicamente con una fresadora, ya que también es capaz de llevar a cabo operaciones de taladrado. Existen diferentes tipos en función de la complejidad de la pieza a mecanizar, aportando más o menos grados de libertad. Para mecanizar la pieza descrita en este proyecto será suficiente con una fresadora de 3 ejes. La fresadora de la que se dispone en la empresa encargada de la fabricación del molde es una fresadora Siemens F151 HSC, de 20kW de potencia y una velocidad máxima de giro del husillo de 10.000rpm.

### **9.3.1. SELECCIÓN DE LAS OPERACIONES DE MECANIZADO**

En este apartado se decidirán las diferentes operaciones de mecanizado que se realizarán sobre el molde, con el fin de facilitar la elección de herramientas posterior y el diseño de la hoja de procesos. ***Cabe destacar que como ambas partes del molde son casi idénticas, se describirán, y programarán posteriormente, solo las operaciones de mecanizado de la placa fija del molde, siendo prácticamente idéntica la placa móvil. Del***

***mismo modo, las placas de apriete y expulsión, así como las guías, agujas, separadores, etc. no formarán parte de los siguientes apartados.***

Como ya se ha dicho, los procesos de fabricación que se emplearán serán 2, el fresado y el taladrado. Se realizarán operaciones de planeado, fresado de cavidades o ranuras y taladrado:

- **PLANEADO**

Operación que se realizará con el objetivo de conseguir una cara plana y obtener una rugosidad óptima en la superficie. Para este caso, se realizarán 2 operaciones de planeado: la de desbaste, arrancando la mayor cantidad de material posible; y la de acabado, que como su propio nombre indica, dejará la superficie con el acabado superficial requerido. Para ello se utilizará una fresa de plato de gran diámetro, con la finalidad de realizar el menor número pasadas posibles.



Ilustración 37: *Planeado* de

- **FRESADO CAVIDADES**

Mediante esta operación se mecanizarán las cavidades de las 4 piezas a inyectar, así como los canales de inyección del plástico. Para conseguir la forma deseada de las piezas y canales, se utilizarán fresas planas, fresas esféricas, donde se quieran ranuras redondeadas; y fresas cónicas, para mecanizar las entradas de los canales de inyección a las cavidades del molde.

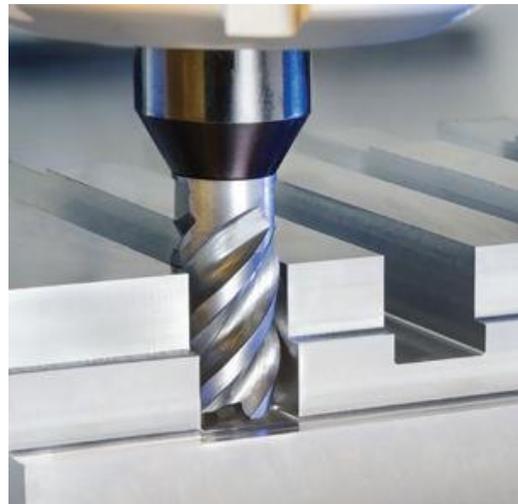


Ilustración 38: *Fresado de cavidades*

- **TALADRADO**

El molde tiene un gran número de agujeros pasantes, así como agujeros roscados, por lo que será una operación muy importante. Para ello se utilizarán brocas de diferentes diámetros. En el caso de los agujeros roscados, se empleará un macho roscado para realizar las muescas laterales que



Ilustración 39: *Taladrado*

posibilitarán el roscado de los tornillos. Para ello, previamente se habría realizado un agujero guía para su posterior roscado mediante el macho.

Cabe destacar que, tras el mecanizado, se debería de pulir la pieza, pero esa parte no se tratará en este documento. Más adelante, se especificarán las herramientas a utilizar, detallando su geometría y los parámetros de corte recomendados por el fabricante.

## **9.4. HERRAMIENTAS DE CORTE**

Las herramientas de corte son el elemento utilizado para eliminar material a la pieza en cuestión, mediante el arranque de viruta. Estas herramientas deben tener una serie de requisitos: alta resistencia al desgaste, alta estabilidad física y química a alta temperatura y buena resistencia a la fractura.

El material de las herramientas de corte varía en función del tipo de proceso que se realice, pero los típicos son: acero rápido (HSS), metal duro (HM) y cerámicas. A parte de estos materiales, las herramientas suelen estar recubiertas por una capa de otro material con el fin de tener unas mejores prestaciones. Por ejemplo, una herramienta puede estar compuesta de un material base tenaz, pero recubierta con otro que le aporte dureza en la superficie. Mediante estos recubrimientos se aumenta la dureza de la herramienta, se reduce el rozamiento y en consecuencia el desgaste, y se protege a la herramienta de las altas temperaturas.

### **9.4.1. TIPOS DE HERRAMIENTAS**

Existen 2 tipos de herramientas de corte según los elementos que las forman:

- **Enterizas:** son herramientas de un solo cuerpo, donde los filos se han tallado sobre la misma herramienta, sin añadir ninguna otra parte a la estas. Este tipo de herramientas son reafilables.

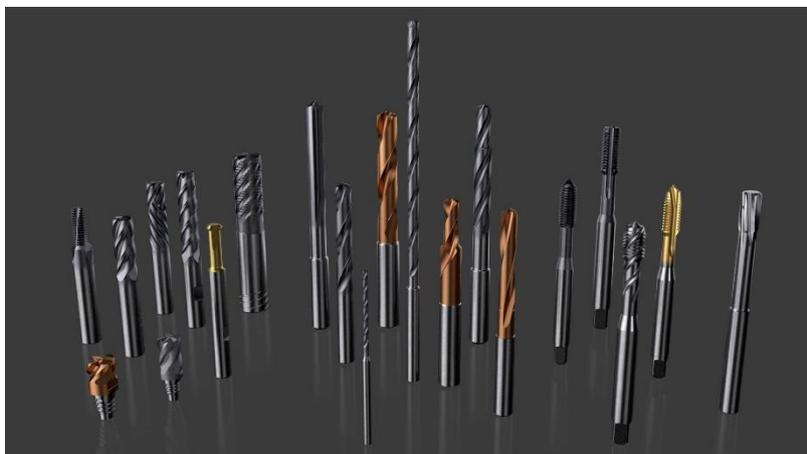


Ilustración 40: Herramientas de corte enterizas

- **Plaquitas:** herramientas formadas por las plaquitas y el cuerpo de la herramienta. El filo está en la plaquita, la cual va montada sobre el cuerpo. Este tipo de herramientas son desechables.



Ilustración 41: *Herramienta de corte de plaquitas*

### **9.4.2. SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE**

Como ya se ha descrito anteriormente, los tipos de operaciones que se realizarán serán 3: planeado, fresado de cavidades y taladrado, por lo que habrá que escoger las diferentes herramientas para realizar estas operaciones.

Para ello se utilizará el catálogo de herramientas de corte de Sandvik Coromant. En él, se dispondrá de todos los datos sobre las herramientas de corte, como geometría, velocidad de corte, profundidad de pasada, etc.

Cabe destacar que el acero a mecanizar es un acero de baja aleación endurecido y templado. Se distinguirán las herramientas según la operación que realizarán:

- **PLANEADO**

En el planeado se utilizará una fresa de plato, formada por el cuerpo de la herramienta, en la cual se anclarán las plaquitas. Como se realizarán 2 operaciones, desbaste y acabado, se deberán escoger 2 tipos de herramientas. Las plaquitas, en función de estas operaciones, tendrán valores geométricos y parámetros de corte diferentes.

La herramienta que se utilizarán en las operaciones de planeado será la siguiente: Código R245-100Q32-12H

**Fresa de planeado CoroMill® 245**

En eje



STDNO  
KAPR

ISO 6462:2011  
45°

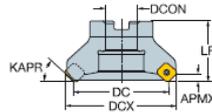


Ilustración 42: Fresa de plato para el planeado

Este tipo de plato posibilitará realizar ambas operaciones, pero por productividad se dispondrán de 2 platos, con el fin de evitar la sustitución de las plaquitas al cambiar de operación. Características geométricas:

- Diámetro del plato: 100mm.
- Diámetro de conexión: 32mm.
- Profundidad máxima de pasada: 6mm.
- Número de plaquitas: 10.

El **desbaste** tiene como objetivo eliminar mucha cantidad de material, sin conseguir un buen acabado superficial, por lo que se utilizarán plaquitas con grandes profundidades de pasada, grandes espesores de viruta y grandes avances. Se utilizará la plaquita R245-12T3M-PH para corte pesado, y ocupa la posición 1 en el portaherramientas. Parámetros de corte de la herramienta:

- Avance por filo: 0,1-0,42mm/diente.
- Espesor de viruta: 0,07-0,3mm.
- Velocidad de corte: 185-150-125m/min.

El **acabado**, sin embargo, busca dar a la superficie el mejor acabado superficial posible, de manera que el contacto entre las 2 caras del molde sea muy ajustado, evitando la fuga del material. Esta operación se llevará a cabo con plaquitas con pequeñas profundidades de pasada, pequeños espesores de viruta y pequeños avances. La plaquita que se utilizará será R245-12TE-PL para corte ligero, ocupando la posición número 2 del portaherramientas:

- Avance por filo: 0,08-0,21mm/diente.
- Espesor de viruta: 0,06-0,15mm.
- Velocidad de corte: 185-150-125m/min.

En ambos casos se utilizará la siguiente plaquita, pero con la geometría y parámetros de corte necesarios para cumplir con su función:

## Plaquita CoroMill® 245 para fresado

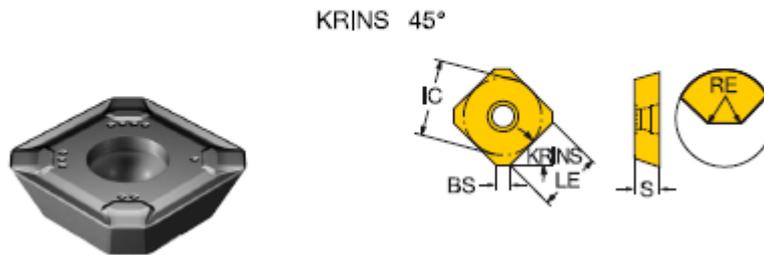


Ilustración 43: Plaquitas planeado

### • FRESADO DE CAVIDADES

Para esta operación se utilizarán 3 tipos de herramientas diferentes. Como los canales y parte de las cavidades donde inyectar el plástico poseen paredes redondeadas, la herramienta a utilizar será una fresa esférica del diámetro necesario para cada operación. Del mismo modo, para las partes con paredes laterales verticales se utilizará una fresa plana. Y, por último, para el fresado de la entrada del plástico a la cavidad del Spinner se utilizará una fresa cónica para dar dicha forma a esta sección. Todas serán herramientas enterizas.

Para el caso de los canales de inyección y parte con paredes laterales redondeadas de la cavidad del Spinner, la herramienta a utilizar será una fresa de punta esférica:

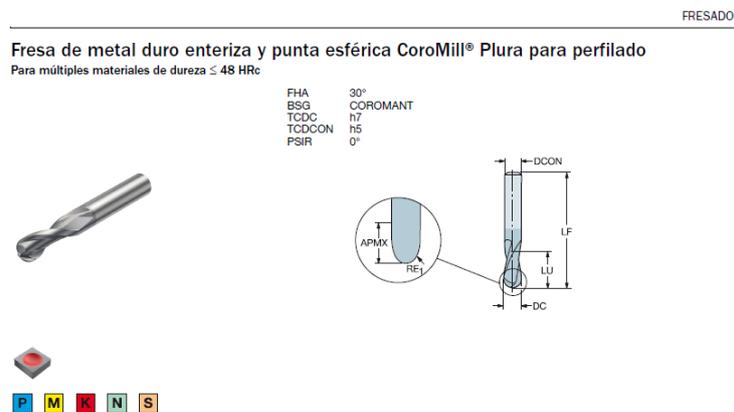


Ilustración 44: Fresa esférica

Las características variarán en función del diámetro de la herramienta:

- **Canales de inyección:** Código 1B230-0300-XA. Posición portaherramientas 3.
  - Diámetro: 3mm.
  - Diámetro de conexión: 3mm.
  - Profundidad de pasada máxima: 7mm.
  - Longitud útil: 7mm.

- Número de filos: 2.
  - Velocidad de corte: 180m/min.
  - Avance por filo: 0,05mm/diente.
- **Cavidades del Spinner:** Código 1B230-0400-XA. Posición portaherramientas 5.
    - Diámetro: 4mm.
    - Diámetro de conexión: 6mm.
    - Profundidad de pasada máxima: 8mm.
    - Longitud útil: 8mm.
    - Número de filos: 2.
    - Velocidad de corte: 180m/min.
    - Avance por filo: 0,06mm/diente.

Por otro lado, para el fresado de las **cavidades del Spinner con caras laterales verticales**, la herramienta a utilizar será una fresa plana:

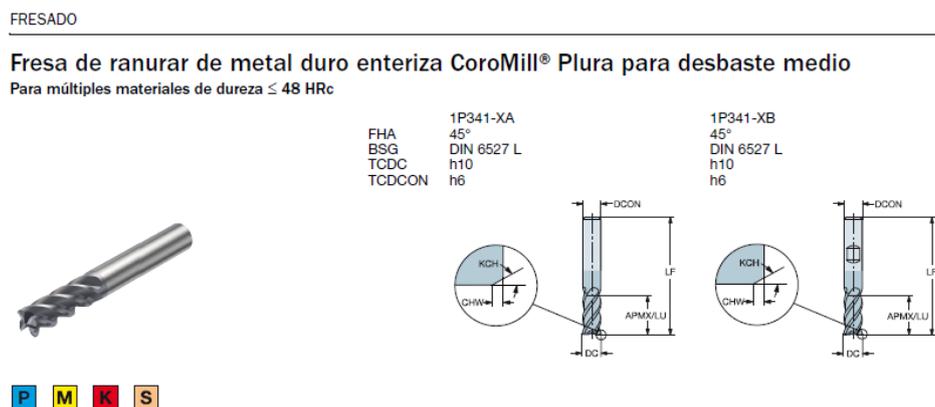


Ilustración 45: Fresa plana

La geometría y parámetros de corte según el diámetro serán: Código 1P341-0200-XA. Posición portaherramientas 4.

- Diámetro: 2mm.
- Diámetro de conexión: 6mm.
- Profundidad de pasada máxima: 7mm.
- Longitud útil: 7mm.
- Número de filos: 4.
- Velocidad de corte: 110m/min.
- Avance por filo: 0,007mm/diente.

Por último, para fresar la **entrada a la cavidad de inyección del Spinner** se utilizará una fresa cónica, con el objetivo de dar la forma deseada a dicha entrada. Sandvik no dispone

de este tipo de fresas, por lo que esta vez se ha optado por otro fabricante, WNT Ceratizit Group. La fresa cónica será la siguiente:

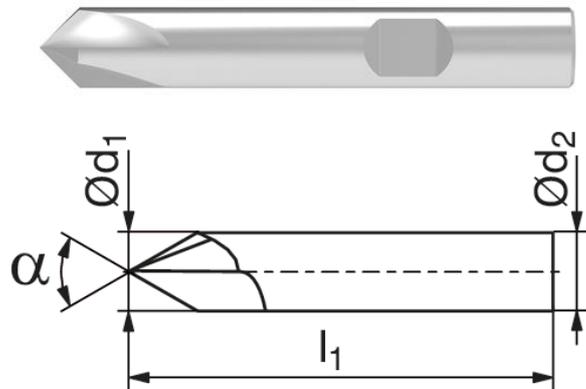


Ilustración 46: Fresa cónica

Las características geométricas y de corte de la fresa son las siguientes: Código: N.EF.3,0.90.Z4.HA-54. Posición en el portaherramientas número 12.

- Diámetro: 3mm.
- Ángulo conicidad: 45°.
- Diámetro de conexión: 3mm.
- Número de filos: 2.
- Velocidad de corte: 100-130m/min.
- Avance por filo: 0,016-0,033mm/filo.

- **TALADRADO**

Para realizar los agujeros pasantes y agujeros roscados se emplearán brocas enterizas de diferentes diámetros y profundidades. Para el caso de los agujeros roscados, tras realizar el agujero guía con una broca convencional, se utilizará un macho roscado para realizar la rosca a los agujeros. Se deberá prestar gran atención al tipo de macho roscado a utilizar para la métrica y el paso de los tornillos empleados.

La herramienta que se utilizará para realizar todos los agujeros pasantes y los agujeros guía para el roscado será la misma, variando su diámetro y su longitud según el orificio que será necesario realizar:

**Broca de metal duro integral CoroDrill® 460**

Para múltiples materiales  
Suministro de refrigerante exterior

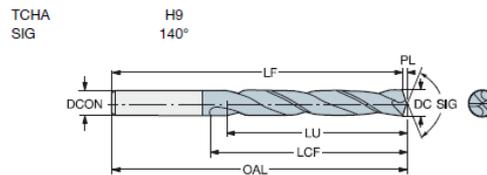


Ilustración 47: Broca

Dependiendo del diámetro de la broca, la mayoría de las dimensiones y parámetros de corte serán diferentes, siendo las únicas variables comunes entre todas las brocas, el número de dientes (2), el ángulo de la punta de la broca ( $140^\circ$ ) y el rango de velocidades de corte (61,5-52-65m/min).

Las diferentes brocas que se utilizarán según el agujero son las siguientes:

- **Agujero pasante para las columnas guía:** Código 460.1-0800-040A0-XM. Posición portaherramientas 6.
  - Diámetro: 8mm.
  - Diámetro de conexión: 8mm.
  - Longitud útil: 41,2mm.
  - Avance por revolución: 0,112-0,14-0,168mm/rev.
- **Agujero pasante para el bebedero:** Código 460,1-0600-030A0-XM. Posición portaherramientas 11.
  - Diámetro: 6mm.
  - Diámetro de conexión: 6mm.
  - Longitud útil: 30,9mm.
  - Avance por revolución: 0,086-0,107-0,128mm/rev.
- **Agujero ciego guía para el roscado:** Código 460,1-0850-026A0-XM. Posición portaherramientas 10.
  - Diámetro: 8,5mm.
  - Diámetro de conexión: 10mm.
  - Longitud útil: 26,8mm.
  - Avance por revolución: 0,126-0,148-0,177mm/rev.

Una vez realizados estos agujeros, se mecanizará un **agujero recrecido** para la inserción de los cabezales de las columnas guía y los tornillos roscados. Para realizar esta operación se utilizarán la siguiente broca de plaquitas:

**Broca de plaquita intercambiable CoroDrill® 880**

Coromant Capto® - Suministro de refrigerante interior

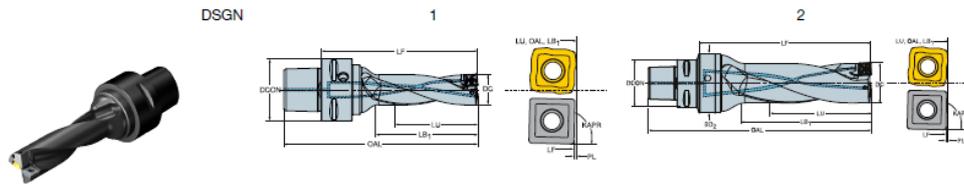


Ilustración 48: Broca agujeros recrecidos

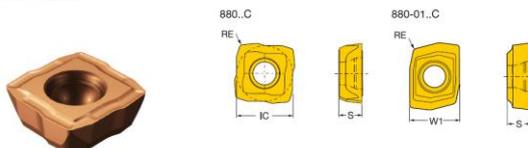
Los agujeros recrecidos serán del mismo diámetro, por lo que la broca y las plaquitas serán las mismas. La posición en el portaherramientas es la número 7. Su variables geométricas y parámetros de corte son los siguientes: Código: 880-D1200C4-03.

- Diámetro: 12mm.
- Diámetro de conexión: 40mm.
- Longitud útil: 36mm.
- Avance por revolución: 0,04-0,1mm/rev.
- Velocidad de corte: 85-195m/min.

Las plaquitas que se utilizarán serán 2, dispuestas en la periferia y en la parte central de la herramienta. Sus códigos son los siguientes:

- Plaquita central: 880-010203H-C-LM
- Plaquita periférica: 880-0102W04H-P-LM

**Plaquita CoroDrill® 880 para taladrado**  
Plaquita central



**Plaquita CoroDrill® 880 para taladrado**  
Plaquita periférica

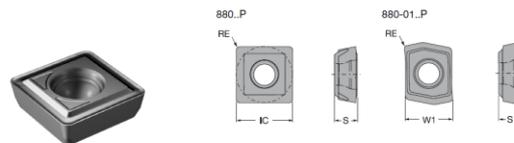


Ilustración 49: Plaquetas broca agujeros recrecidos

Por último, para el caso del **agujero roscado**, una vez realizada la guía y el recrecido del agujero, se utilizará el siguiente macho roscado:

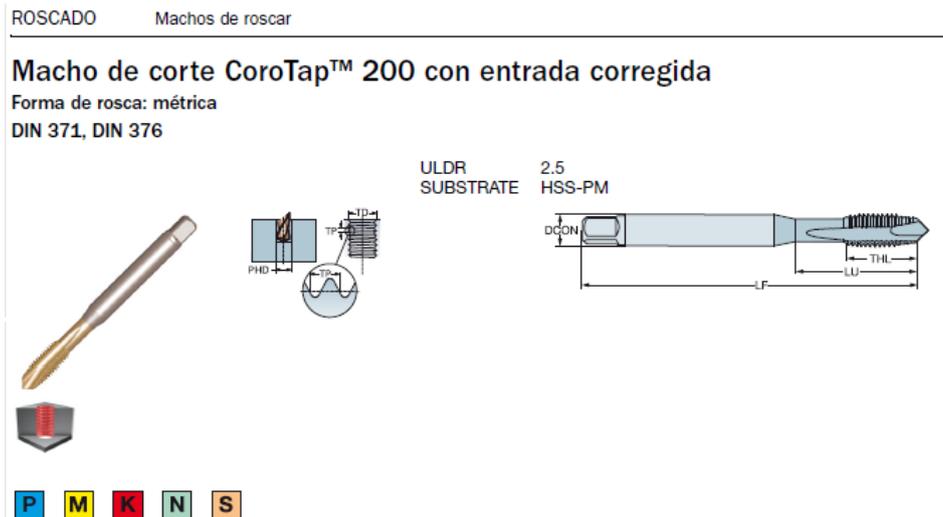


Ilustración 50: Macho roscado

El macho roscado a utilizar será el T200-XM100DA-M10 y su posición en el portaherramientas es la número 8. Las características geométricas y de uso serán las siguientes:

- Métrica: M10
- Paso: 1,5mm.
- Diámetro de conexión: 10mm.
- Longitud útil: 39mm.
- Proporción del diámetro de longitud útil (ULDR): 2,5.
- Velocidad de corte: 21-17-15m/min.

En el ANEXO V se adjuntan las páginas del catálogo de Sandvik Coromant con todas las características de las herramientas utilizadas.

### 9.4.3. SELECCIÓN DE LOS ADAPTADORES DE HERRAMIENTAS

Una vez seleccionadas todas las herramientas, se pasará a la elección de sus adaptadores, los cuales posibilitarán la inserción de la herramienta en la fresadora. La máquina dispone en su parte de un adaptador HSK, y siguiendo las recomendaciones del catálogo Sandvik Coromant, se escogerá un tipo de adaptador u otro para la herramienta.

Se hará una clasificación según el tipo de herramienta, siendo el adaptador el mismo para cada tipo, variando el diámetro de conexión. Estos diámetros de conexión ya se han especificado en el adaptador anterior.

- **FRESA DE PLATO**

En las 2 operaciones de planeado que se realizarán, el tipo de herramienta es la misma, así como sus dimensiones, por lo que el adaptador será exactamente igual en ambos casos, con un diámetro de conexión de 32mm. El adaptador recomendado es el siguiente:

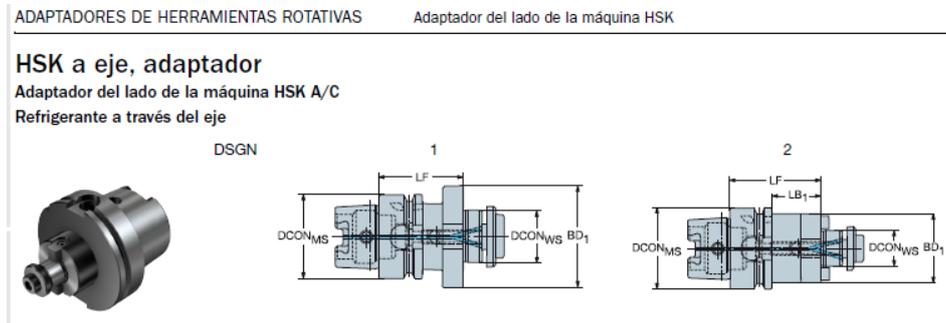


Ilustración 51: Adaptador fresa de plato

- **FRESAS Y BROCAS ENTERIZAS**

Para todas las herramientas enterizas que se utilizarán, el adaptador recomendado por el fabricante es el siguiente:



Ilustración 52: Adaptador para brocas y fresas enterizas

Se deberá escoger un adaptador para cada una de las herramientas escogidas, basándose en el diámetro de conexión de cada una de ellas.

- **BROCA DE PLAQUITAS**

Esta herramienta se utilizará para realizar agujeros recrecidos donde introducir los cabezales de las columnas guía y de los tornillos roscados. El adaptador recomendado es el siguiente:

### HSK a Coromant Capto<sup>®</sup>, adaptador

Adaptador del lado de la máquina HSK A/C

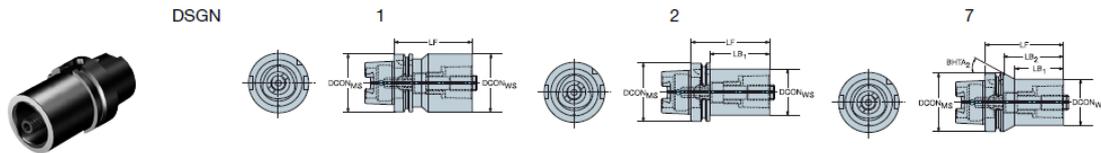


Ilustración 53: Adaptador broca de plaquetas

- **MACHO ROSCADO**

Por último, el adaptador del macho roscado será el siguiente:

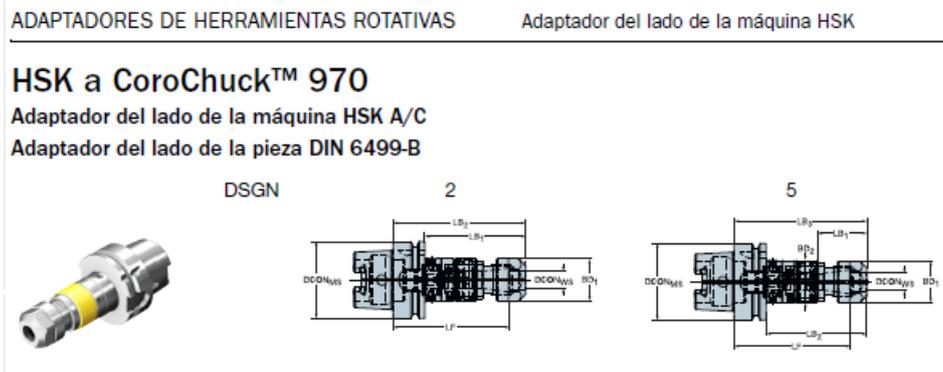


Ilustración 54: Adaptador macho roscado

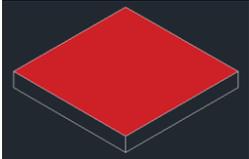
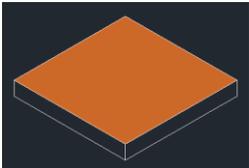
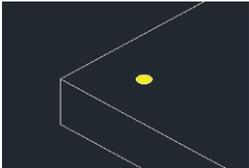
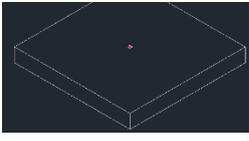
En el ANEXO V se adjuntan las páginas del catálogo de Sandvik Coromant con todas las características de los adaptadores utilizados.

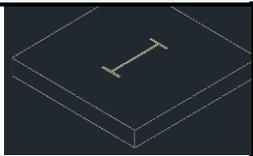
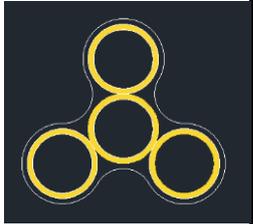
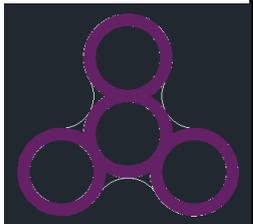
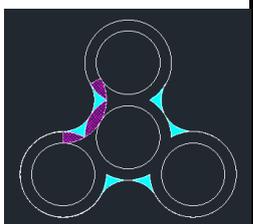
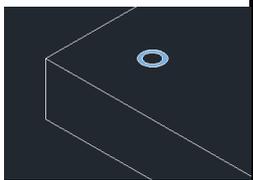
## 9.5. HOJA DE PROCESOS

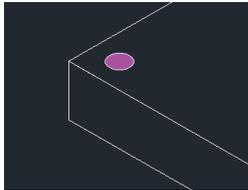
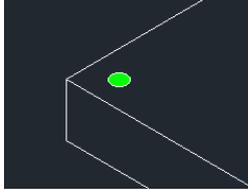
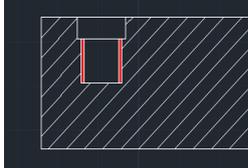
Una vez seleccionadas las operaciones de mecanizado que se realizarán y el tipo de herramientas que se utilizarán, se deben concretar los parámetros de corte de las operaciones y las variables geométricas de cada una de las herramientas. Para ello se utilizará una hoja de procesos, donde se detallarán todas las operaciones a seguir. La hoja tendrá el siguiente aspecto:

Tabla 10: Hoja de procesos

<b>HOJA DE PROCESOS</b>		Nº de hoja:	01
<b>Pieza:</b> Molde de inyección de plástico para la producción del Spinner.		<b>Material:</b> Acero aleado UNE F-5303.	<b>Autor:</b> Unai Montiel Moreno.

Nº de Fase Subfase Operac.	Descripción de: Fase (1000,2000...) Subfase (1100,1200...) Operación (1101,1102...)	Utillajes Herramientas Apar. de control	Condiciones de corte				Tiempo (s)	CROQUIS  Croquis de la pieza en los diferentes estados del proceso.  En cada croquis indicar: dimensiones iniciales, apoyos, amarres, herramientas
			Vc	N	f	a <sub>p</sub>		
			m/min	rpm	mm/diente	mm		
1000	FRESADORA	La máquina de la que se dispone es una fresadora SIEMENS F 151 HSC de 20kW de potencia, con velocidad máxima de husillo de 10.000rpm.						
1100	ATADO Nº1	Se parte de de un tocho de acero de baja aleación UNE F-5303 con las dimensiones 250x250x35 mm.  Se amarra la pieza mediante unas mordazas manuales de alta presión, las cuales ejercen una sujeción de gran fuerza, siendo este tipo de amarre el más común hoy en día.						
1101	PLANEADO, DESBASTE:	<b>2 pasadas.</b> Fresa de plato con 10 plaquitas. <b>HTA:</b> R245-100Q32-12H <b>PLAQUITAS:</b> R245-12T3M-PH	125	397,89	0,42	2	92,16	
1102	PLANEADO, ACABADO:	Fresa de plato con 10 plaquitas. <b>HTA:</b> R245-100Q32-12H <b>PLAQUITAS:</b> R245-12T3M-PL	167,5	1119,66	0,21	1	69	
1103	TALADRADO, GUÍAS DE EXPULSIÓN:	Broca enteriza. <b>HTA:</b> 460.1-0800-040A0-XM	65	2586,27	0,084	30	24,6	
1104	TALADRADO BEBEDERO:	Broca enteriza. <b>HTA:</b> 460.1-0600-030A0-XM	65	3448,36	0,064	30	5,58	

1105	FRESADO DE CANALES DE INYECCIÓN:	Fresa de punta esférica enteriza. <b>HTA:</b> 1B230-0300-XA	94,25	10000	0,05	1,5	16,14	
1106	FRESADO CAVIDADES PARTE RECTA, PASADA: 1ª	Fresa plana enteriza. <b>HTA:</b> 1P3410-0200-XA	63	10000	0,007	3,5	258,6	
1107	FRESADO CAVIDADES, 2º PASADA:	Fresa de punta esférica enteriza. <b>HTA:</b> 1B230-0400-XA	125	10000	0,06	3,5	65,35	
1108	FRESADO CAVIDADES, 3ª PASADA:	Fresa de punta esférica enteriza. <b>HTA:</b> 1B230-0400-XA	125	10000	0,06	3,5	13,8	
1109	FRESADO DE LAS ENTRADAS:	Fresa de punta cónica enteriza. <b>HTA:</b> N.EF.3,0.90.Z4.HA-54	94,25	10000	0,033	Desde 1,5 hasta 0,5	1,1	
1200	ATADO Nº2	Se parte del tocho ya mecanizado por una de las caras con las dimensiones 250x250x30mm. En este atado se efectuará el mecanizado de la otra cara.  Se amarra la pieza mediante unas mordazas manuales de alta presión, las cuales ejercen una sujeción de gran fuerza.						
1201	FRESADO DEL AGUJERO DEL CABEZAL DE LAS GUÍAS DE EXPULSIÓN:	Broca de plaquitas, con una plaquita central y otra periférica. <b>HTA:</b> 880-D1200C4-03 <b>PLAQUITA CENTRAL:</b> 880-010203-H-C-LM <b>PLAQUITA PERIFÉRIA:</b> 800-0102W04H-P-LM	195	5172,54	0,1	2	3,36	

1202	FRESADO DEL AGUJERO DEL CABEZAL DE LOS TORNILLOS ROSCADOS:	Broca de plaquitas, con una plaquita central y otra periférica. <b>HTA:</b> 880-D1200C4-03 <b>PLAQUITA CENTRAL:</b> 880-010203-H-C-LM <b>PLAQUITA PERIFÉRIA:</b> 800-0102W04H-P-LM	195	5172,54	0,1	5	4,8	
1203	TALADRADO DE LOS AGUJEROS GUÍA DE TALADROS:	Broca enteriza. <b>HTA:</b> 460.1-0850-026A0-XM	65	2434,13	0,089	16,55	12	
1204	ROSCADO DE LOS TALADROS:	Macho de roscar. M10. <b>HTA:</b> T200-XM100DA-M10	16	509,3	1,5 (avanc e/rev)	10	6,6	

## 9.6. PROGRAMACIÓN CNC DE LAS OPERACIONES DE MECANIZADO

En este apartado se realizará el programa que ejecutará las operaciones de mecanizado, mediante un lenguaje ISO Fagor 8070. Una vez definida la hoja de procesos, se tienen todas las operaciones a realizar, así como todas las variables que forman parte de estas, por lo que es el momento de pasar a programar las operaciones.

Como ya se ha dicho antes, solo se programará la parte fija del molde, ya que son prácticamente idénticas. La única diferencia que destacar es la existencia de 2 tipos de agujero más en la placa móvil, pero se entiende que con la programación de otros agujeros en la placa fija se da por dominada este tipo de operación.

Primero se programarán las operaciones de mecanizado en la cara delantera de la placa móvil, y tras ello, la cara trasera de la placa, en la cual apenas se realizarán operaciones.

Una vez terminada la programación se simulará en el programa CNC Fagor 8070. Esta simulación proporcionará la información necesaria para establecer que el diseño del molde se ajusta a lo previamente diseñado, dando por concluido el proyecto.

Se adjunta dicho programa en el ANEXO III.

### 9.6.1. SIMULACIÓN DEL MECANIZADO

Como ya se ha dicho, el código ISO de programación se simulará con el programa CNC Fagor 8070. Gracias a esto, se podrá visualizar el mecanizado de cada una de las partes que compone el molde.

Las herramientas y adaptadores utilizados se han descrito en el apartado 9.4., siendo sus variables más representativas y su posición en el portaherramientas las siguientes:

Tabla 11: *Herramientas de corte*

HTA	OPERACIÓN	DIÁMETRO	LONGITUD	POSICIÓN
Fresa de plato	Planeado-desbaste	100mm	110mm	01
Fresa de plato	Planeado-acabado	100mm	110mm	02
Fresa esférica	Fresado de canales	3mm	118mm	03
Fresa esférica	Fresado de cavidades	4mm	137mm	05
Fresa plana	Fresado de cavidades	2mm	137mm	04
Fresa cónica	Fresado de entradas	3mm	130mm	12
Broca	Taladrado columnas guía	8mm	156,8mm	06
Broca	Taladrado bebedero	6mm	158mm	11
Broca	Taladrado guía roscado	8,5mm	162mm	10
Broca de plaquitas	Taladrado agujeros recrecidos	12mm	146,1mm	07
Macho de roscar	Roscado	M10	196,1mm	08

Se parte de un tocho de dimensiones 250x250x35mm de acero de baja aleación UNE F-5303 templado y revenido, definiendo el cero-pieza en la esquina de la izquierda del tocho (punto rojo). Véase en la siguiente ilustración:

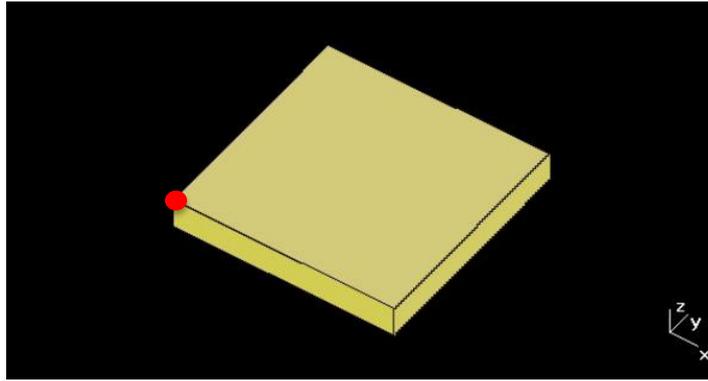


Ilustración 55: Cero pieza y dimensiones del tocho de partida

La primera operación que se realizará es un planeado de desbaste, rebajando la altura del tocho en 4mm en 2 pasadas, para no sobrepasar la potencia máxima de la fresadora. Tras ella, un planeado de acabado, rebajando la altura en 1mm, siendo las dimensiones finales de cada placa del molde 250x250x30mm:

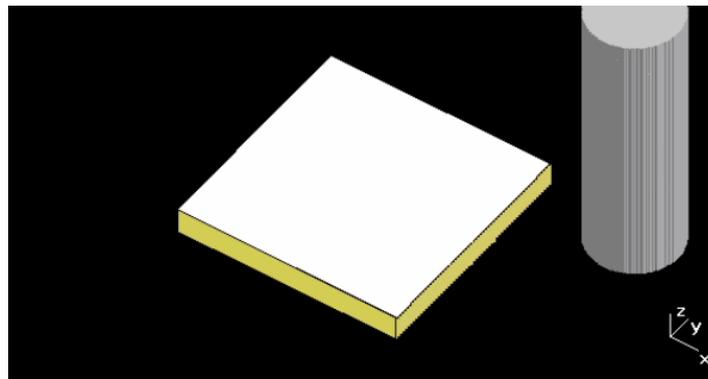


Ilustración 56: Placa después de los planeados

Una vez se tienen las dimensiones finales y un acabado de gran calidad, se realizará el taladrado de los agujeros de las columnas guía y del bebedero, cada uno con su respectiva broca:

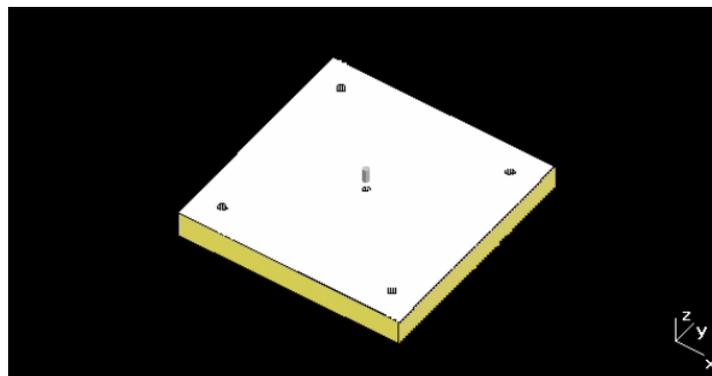


Ilustración 57: Placa después del taladrado de agujeros

Tras estas 2 operaciones, se pasará al fresado de los canales de inyección, aprovechando el agujero del bebedero para insertar a la altura requerida la fresa esférica correspondiente a esta operación:

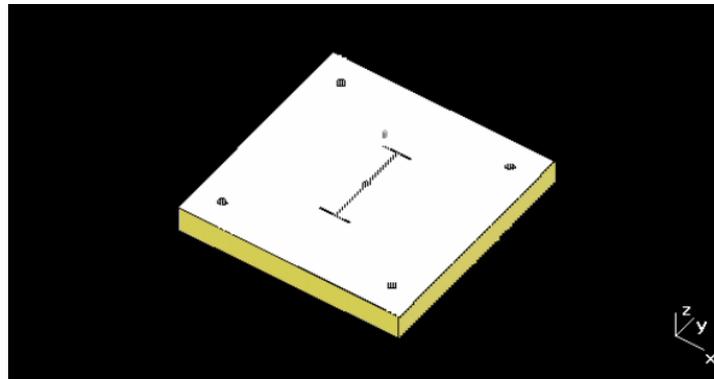


Ilustración 58: *Placa tras fresado de los canales de inyección*

Después, para fresar las cavidades del Spinner se realizarán 2 operaciones. La primera mecaniza las partes donde las caras laterales son rectas, y la segunda operación mecaniza las partes donde la pieza posee un redondeo de dichas caras.

Finalmente se fresarán las entradas de los canales de inyección mediante la fresa cónica. El resultado final tras el mecanizado de la placa fija sería el siguiente:

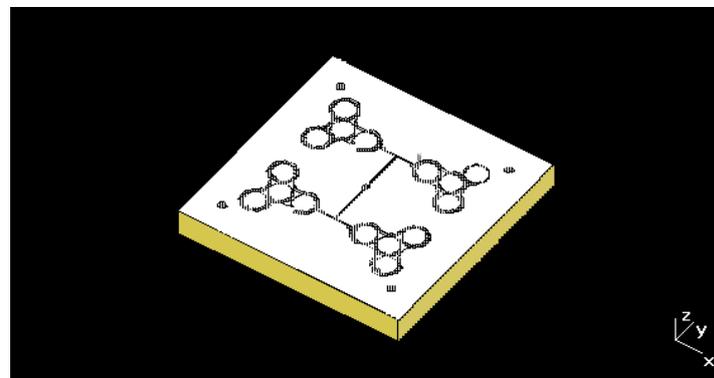


Ilustración 59: *Resultado final de la placa fija (parte delantera)*

Una vez se termine el mecanizado de la parte delantera de la placa, se pasará a mecanizar la parte trasera de la misma. La placa tendrá el siguiente aspecto antes de comenzar con las operaciones de mecanizado de dicha parte:

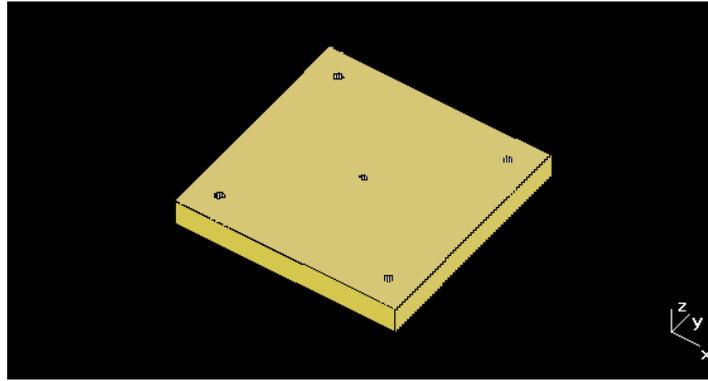


Ilustración 60: *Parte trasera de la placa pre-mecanizado*

La primera operación será realizar un agujero recreado para la inserción de los cabezales de las columnas guía, en los agujeros ya existentes, pero de una cierta profundidad, 2mm:

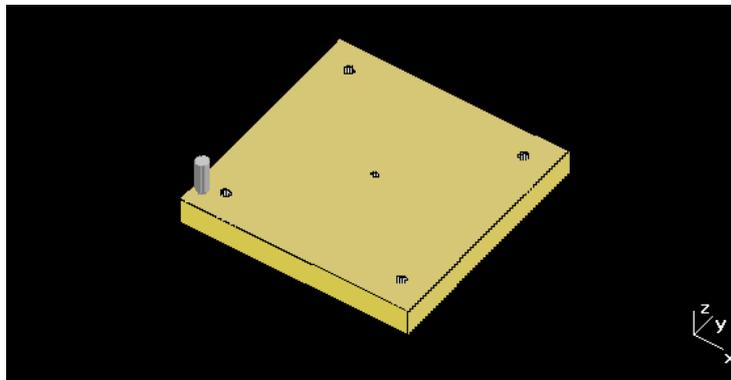


Ilustración 61: *Placa tras recreado de los agujeros de las columnas guía*

Seguido de esta operación, y aprovechando que se dispone de la herramienta ya montada, se realiza el recreado de los agujeros roscados para la inserción de los tornillos de una profundidad de 5mm:

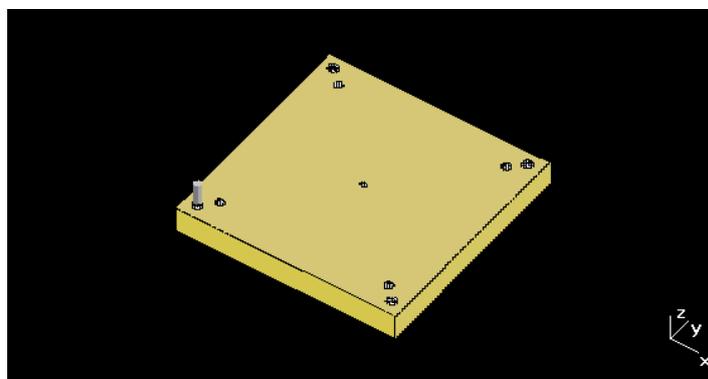


Ilustración 62: *Placa tras recreado de los agujeros roscados*

Para terminar con la placa, se realizarán los agujeros guía y el roscado en el agujero recrecido para la inserción de los tornillos que anclan la placa fija a la máquina de inyección:

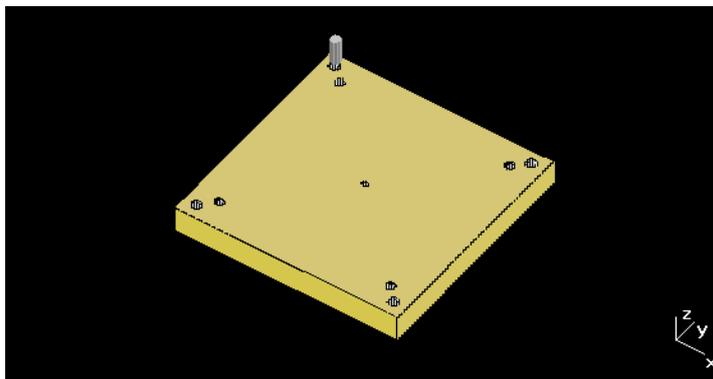


Ilustración 63: *Resultado final de la placa fija (parte trasera)*

Una vez finalizada la simulación del mecanizado se podrá comprobar que el molde obtenido es el diseñado, pudiendo así finalizar el proyecto.

## **10. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Una vez finalizado los diseños del molde y su fabricación, se realizará una planificación para ejecutar dicho proyecto. Para ello, se dividirán las tareas a realizar en 5 grupos según el tipo de trabajo. Se describirá brevemente las tareas a realizar en cada uno de los grupos y se realizará un diagrama de Gantt con el objetivo de visualizar la interdependencia de las tareas, posibles tareas críticas, hitos, etc.

### **P.T.1. Descripción y análisis del Spinner**

Este paquete de tareas hace referencia al análisis de la pieza a inyectar, en este caso el Spinner, detallando su forma, tamaño, función y cualquier característica relevante que afecte al diseño del molde para su inyección.

### **P.T.2. Descripción de alternativas**

Este grupo engloba el análisis de las alternativas que se barajan en torno al proyecto. Se tendrán en cuenta tanto las diferentes alternativas del material a utilizar para la inyección del Spinner, como las alternativas, en función de las anteriores, del material del molde de inyección de plástico.

### **P.T.3. Diseño del molde**

Se trata del grupo de tareas donde se da forma al molde, realizando los análisis de las diferentes posibles formas del mismo, y detallando cada una de sus partes.

### **P.T.4. Diseño de la fabricación del molde**

Este paquete junta todas las tareas realizadas en torno a la fabricación del molde, una vez se haya concretado su forma. Tareas tales como la elección de utillajes, cálculos de variables, programación de operaciones de mecanizado, etc.

### **P.T.5. Gestión de proyectos**

Por último, son las tareas realizadas que se refieren a la redacción del documento y todo lo relacionado con él.

En la siguiente tabla se recogen todas las tareas con su respectivo identificador y su tarea predecesora, para facilitar la lectura del diagrama de Gantt que viene adjunto a continuación de dicha tabla.

Tabla 12: Listado de las tareas

ID.	TAREA	PREDECESORA
<b>P.T.1.</b>	<b>Descripción y análisis del Spinner</b>	
T.1.1.	Descripción y análisis del Spinner	-
<b>P.T.2.</b>	<b>Descripción de alternativas</b>	
T.2.1.	Material del Spinner	T.1.1.
T.2.2.	Material del molde	T.2.1.
T.2.3.	Solución adoptada	T.2.2.
H.2.	Validación	T.2.3.
<b>P.T.3.</b>	<b>Diseño del molde</b>	
T.3.1.	Simulación de la inyección	H.2.
T.3.2.	Solución adoptada	T.3.1.
T.3.3.	Diseño gráfico del molde	T.3.2.
H.3.	Validación	T.3.3.
<b>P.T.4.</b>	<b>Diseño de la fabricación del molde</b>	
T.4.1.	Selección de las operaciones de mecanizado	H.3.
T.4.2.	Selección de las herramientas de corte	T.4.1.
T.4.3.	Hoja de procesos	T.4.2.
T.4.4.	Programación CNC	T.4.3.
H.4.	Validación	T.4.4.
<b>P.T.5.</b>	<b>Gestión de proyectos</b>	
T.5.1.	Gestión de proyectos	-

Se han marcado una serie de hitos, los cuales tendrán duración 0 y servirán para conocer el avance del proyecto, facilitando la gestión del cumplimiento de cada uno de los paquetes de tareas.

Tabla 13: Tabla de hitos

<b>H.2.</b>	Hito para comprobar que la solución adoptada a cerca de los materiales es la correcta y se garantiza un buen resultado.
<b>H.3.</b>	Hito tras el diseño del molde, donde se comprobará que posee una forma y unas dimensiones correctas.
<b>H.4.</b>	Hito final que marcará la finalización del diseño de la fabricación del molde, así como el final del proyecto.

Finalmente hay que destacar que el proyecto tiene marcada como fecha de inició el 4 de febrero de 2019, y como fecha final el 21 de junio de 2019. El calendario a tener en cuenta en la planificación es el calendario docente de la UPV/EHU.

TFG: Diseño del molde de inyección para la fabricación del Spinner

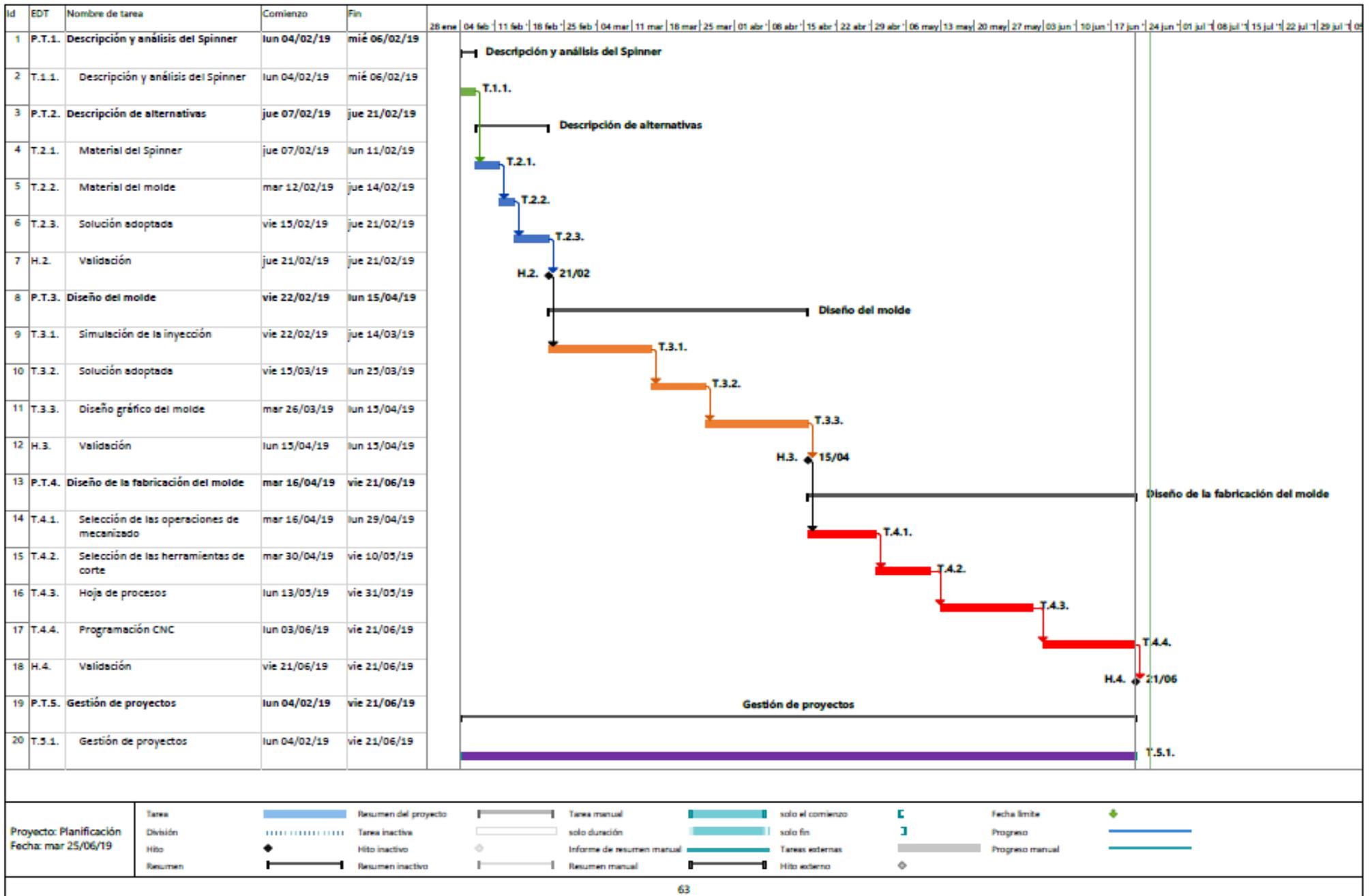


Ilustración 64: Diagrama de Gantt

## 11. DESCARGO DE GASTOS

En este apartado se realizará el análisis de los costes que conlleva el actual proyecto. Se tendrán en cuenta únicamente los costes que engloban al documento, dejando a un lado cualquier coste de fabricación, centrando el análisis en los costes de ingeniería.

Se partirá de los siguientes datos generales:

Tabla 14: *Datos generales para el análisis de costes*

<b>Coste ingeniero senior:</b>	35 €/h
<b>Coste ingeniero junior:</b>	25€/h
<b>1 relevo:</b>	1,800h/año
<b>Horas de proyecto:</b>	200h
<b>Costes indirectos:</b>	7%

Una vez concluido el diseño del molde y su proceso de mecanizado, se tendrán los siguientes gastos provocados por las horas internas, siendo todo trabajo de ingeniería:

Tabla 15: *Coste de las horas internas*

	HORAS	TASA HORARIA (€/h)	COSTE HORAS INTERNAS (€)
Ingeniero senior	20	35€/h	<b>700€</b>
Ingeniero junior	200	25€/h	<b>5000€</b>
<b>COSTE HORAS INTERNAS</b>			<b>5700€</b>

También se tendrán los siguientes datos de lanzamiento del proyecto, donde se especifica el número de horas que se han empleado en cada una de las herramientas informáticas utilizadas, así como el precio de ellas, y, en consecuencia, el coste de las amortizaciones:

Tabla 16: *Coste de las amortizaciones*

	HORAS	PRECIO (€)	VIDA UTIL (año)	TASA HORARIA (€/h)	COSTE TOTAL (€)
Ordenador	200	599€	6	0,06€/h	12€
Microsoft Office 2016	100	110€	1	0,06€/h	6€
AutoCAD 2018	50	2123.55€	1	1,18€/h	59€

MoldFlow Adviser 2019	45	2683.99€	1	1,49€/h	67,05€
Project Professional 2013	5	180€	1	0,10€/h	0,50€
<b>COSTE AMORTIZACIONES</b>	<b>144,55€</b>				

Una vez calculados los costes de amortización de las herramientas informáticas y los costes de horas internas, se podrá calcular el coste total del proyecto, teniendo en cuenta costes indirectos, costes relaciones de manera tangencial al proyecto pero que no forman parte de él:

Tabla 17: Coste total del proyecto

<b>COSTES DIRECTOS</b>		<b>5844,55€</b>
Costes indirectos	7%	409,12€

<b><i>COSTE TOTAL DEL PROYECTO</i></b>	<b>6253,67 €</b>
--	------------------

El coste final del proyecto será de **seis mil doscientos cincuenta y tres euros con sesenta y siete céntimos de euro**, donde el coste de las horas internas es mucho mayor que el coste de las amortizaciones de las herramientas informáticas.

Los costes indirectos son elevados, por lo que se podría estimar un porcentaje menor. El documento solamente engloba el diseño del molde, por lo que los costes indirectos que hacen referencia al consumo eléctrico habitual de la empresa, gastos financieros, etc., no serán muy elevados, pudiéndose disminuir su valor porcentual.

Véase, a continuación, la gráfica comparativa entre los diferentes costes:

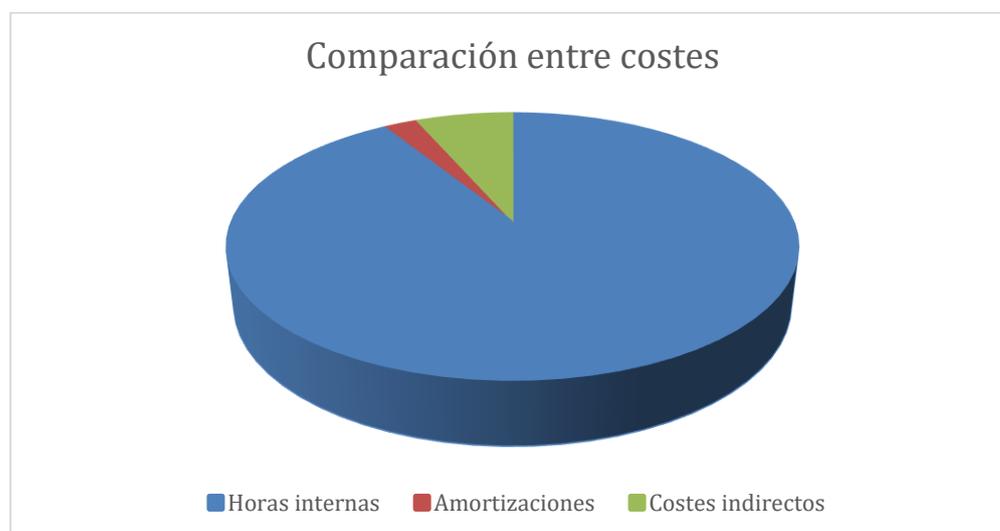


Ilustración 65: Comparativa entre los diferentes costes

## **12. CONCLUSIONES**

Una vez finalizadas todas las partes del proyecto, concluyendo con el diseño del molde de inyección de plástico, se realizará un análisis de este, extrayendo las conclusiones a las que se ha llegado durante su realización.

Antes de comenzar con el diseño del molde y de su mecanizado, se tomaron una serie de decisiones cruciales acerca de los materiales que formarían parte del proyecto. Esta decisión ha marcado todo el transcurso del proyecto, influenciando cada una de las decisiones posteriormente tomadas. Por lo tanto, se puede concluir que el tiempo empleado en la elección de los materiales que formarán parte del proyecto es estrictamente necesario, siendo una tarea crucial.

Una vez seleccionados los materiales, se pasó al diseño del molde, donde se eligió su forma y su geometría. Esta geometría es la encargada de verificar si el diseño del molde es el óptimo, posibilitando un proceso de inyección de plástico productivo y de calidad. Dicho esto, la tarea de simulación y la toma de decisiones en torno a esta marcarán las prestaciones del molde, haciendo hincapié en el proceso de refrigeración del molde, el cual será necesario para hacer el proceso de inyección mucho más productivo, sin dejar de garantizar una calidad excelente.

Tras el diseño del molde, se pasó al diseño de su mecanizado, donde se pueden destacar aspectos tales como, la elección de las herramientas, que marcarán las operaciones de mecanizado; o la fresadora a utilizar, que restringirá las operaciones en variables como la potencia o la velocidad de giro de la herramienta. Estos aspectos hacen que haya que jugar con las diferentes posibilidades de mecanizado, siendo la elección una ardua tarea.

Respecto a los costes que genera el proyecto, cabe destacar que los costes debidos a las horas internas traducidas en horas de ingeniería son, en comparación con los costes de amortización, muy elevados. Esto, si se traslada a la planificación del proyecto, originándose un retraso en alguna tarea conllevaría unos costes muy elevados, y quizá inasumibles, retrasando todas las demás tareas debido a interdependencia, y, en consecuencia, retrasando el proyecto, pudiendo realizar la entrega del molde al cliente fuera de plazo.

Finalmente, y fuera del análisis del proyecto, se puede concluir que la realización de este documento ha posibilitado al autor adquirir unos conocimientos inalcanzables en el grado. Conocimientos como la utilización del software MoldFlow Adviser 2019, aportando una visión más real del proceso de inyección de plástico. Conocimientos como la programación CNC del mecanizado del molde, aspecto que apenas se menciona durante el grado.

El único aspecto deficiente en torno al proyecto es la imposibilidad de realizar el mecanizado del molde, al menos una de las placas, en el taller. Pero se entiende que esto es debido a la ocupación de la máquina, provocada por la elevada cantidad de proyectos en ejecución.

## 13. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Autodesk Knowledge Network, “Manuales de aprendizaje de introducción”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Tutorials/files/GUID-93C6ACD1-7947-4B37-8F01-7548E1A30AA7-htm.html> [Último acceso: 15 marzo 2019].
- [2] Autodesk Knowledge Network, “Sistema de alimentación”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Modelprep/files/GUID-B9F7BCFF-6129-4759-A7F0-DBD72DFB6F5D-htm.html> [Último acceso: 15 marzo 2019].
- [3] Autodesk Knowledge Network, “Molde”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Modelprep/files/GUID-0DE088C0-42B4-460E-B7DF-1A62DECFC3C32-htm.html> [Último acceso: 15 marzo 2019].
- [4] Autodesk Knowledge Network, “Sistema de refrigeración”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Modelprep/files/GUID-A074736B-48D6-4AC1-BFF4-A7E4C696DF24-htm.html> [Último acceso: 15 marzo 2019].
- [5] Sandvik Coromant, “Catálogos y manuales Sandvik Coromant”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/downloads/pages/default.aspx#query=%7B%22n%22:%22%22,%22l%22:%22%22,%22r%22:%5B%7B%22n%22:%22TIBPAvailability%22,%22v%22:%5B%7B%22n%22:%22Availa%22%7D%5D%7D,%7B%22n%22:%22TIBPMetadataLanguage%22,%22v%22:%5B%7B%22n%22:%22es-es%22%7D%5D%7D%5D,%22c%22:%5B%5D%7D> [Último acceso: 10 mayo 2019].
- [6] Uddeholm, “Acero para molde de plástico”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://www.uddeholm.com/iberica/es/product-category/es-acero-para-moldes-de-plastico/> [Último acceso: 20 febrero 2019].
- [7] Uddeholm, “Manual de bolsillo Uddeholm”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://www.uddeholm.com/iberica/es/descargas/> [Último acceso: 20 febrero 2019].
- [8] Fagor Automation, “CNC 8070”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://www.fagorautomation.com/p/cnc/otras-aplicaciones/cnc-8070/> [Último acceso: 21 mayo 2019].
- [9] Dentis Recycling Italy, “El Plástico”, 2018. [En línea]. Available: <https://www.dentispet.it/plasticos/principales-tipos-de-termoplasticos/?lang=es> [Último acceso: 15 febrero 2019].
- [10] Beltrán Rico, M., y Marcilla Gomis, A. (2012). Inyección. *Tecnología del polímeros* (pp. 170-232). Alicante, España: Publicaciones Universidad de Alicante.
- [11] Autodesk Knowledge Network, “Materiales termoplásticos”. España, 2018. [En línea]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Materials/files/GUID-ECE785A8-8506-4060-89D7-08F42E077E5F-htm.html> [Último acceso: 15 febrero 2019].

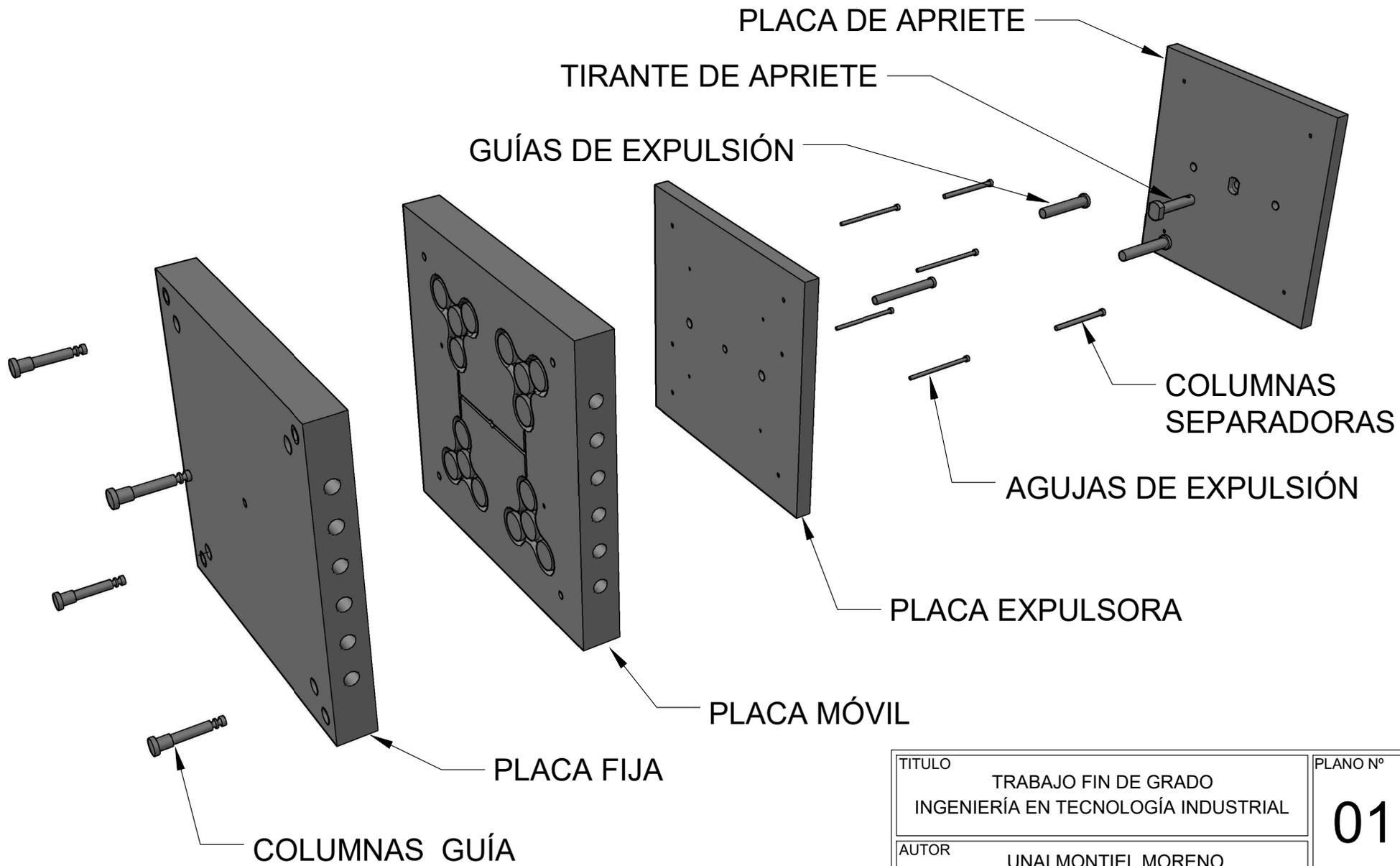


# **ANEXO I: PLANOS**

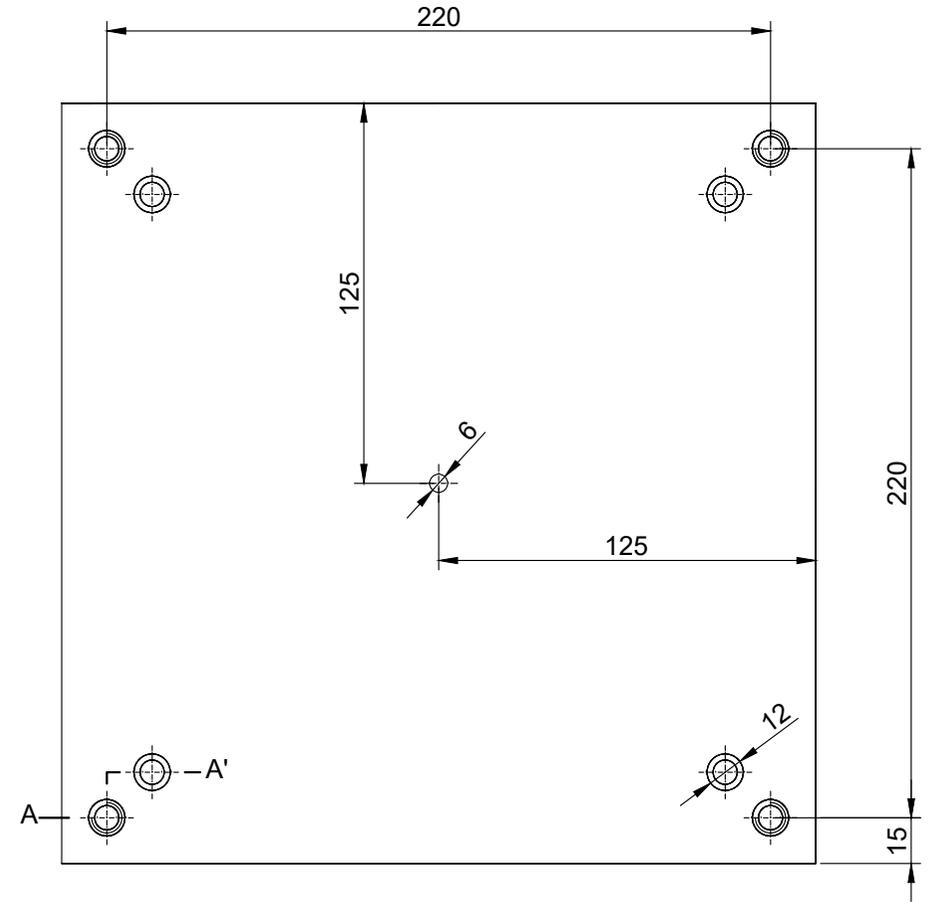
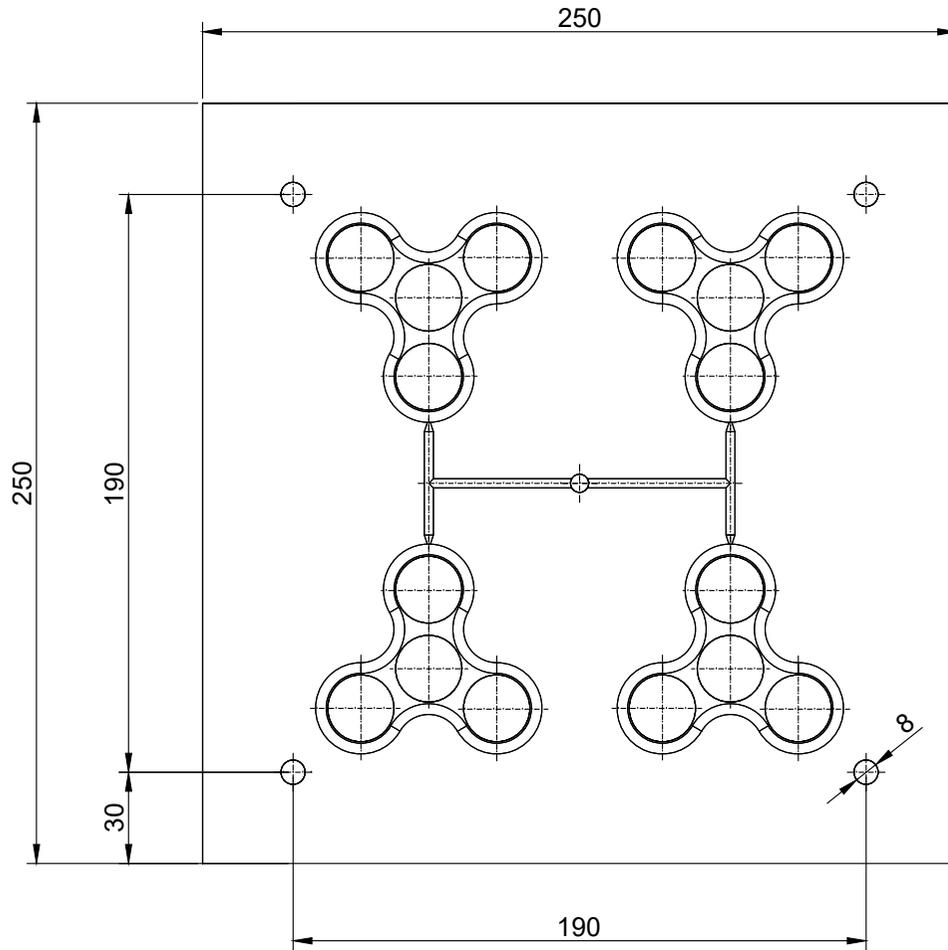
## Índice de planos

---

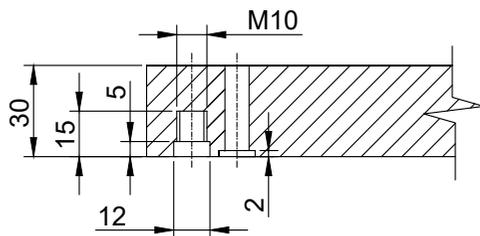
01.	Plano isométrico. Piezas del molde.	pág. 70
02.	Placa fija.	pág. 71
03.	Placa móvil.	pág. 72
04.	Placa expulsora.	pág. 73
05.	Placa de apriete.	pág. 74
06.	Guías y expulsores.	pág. 75
07.	Detalle del Spinner.	pág. 76
08.	Detalle canales de refrigeración.	pág. 77
09.	Detalle canales de inyección.	pág. 78



TÍTULO		TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO Nº
				01
AUTOR		UNAI MONTIEL MORENO		
 UPV EHU	ESCALA	S/E	FECHA	13/04/2019
	PLANO	PLANO ISOMÉTRICO PIEZAS MOLDE		
				PÁGINA
				70

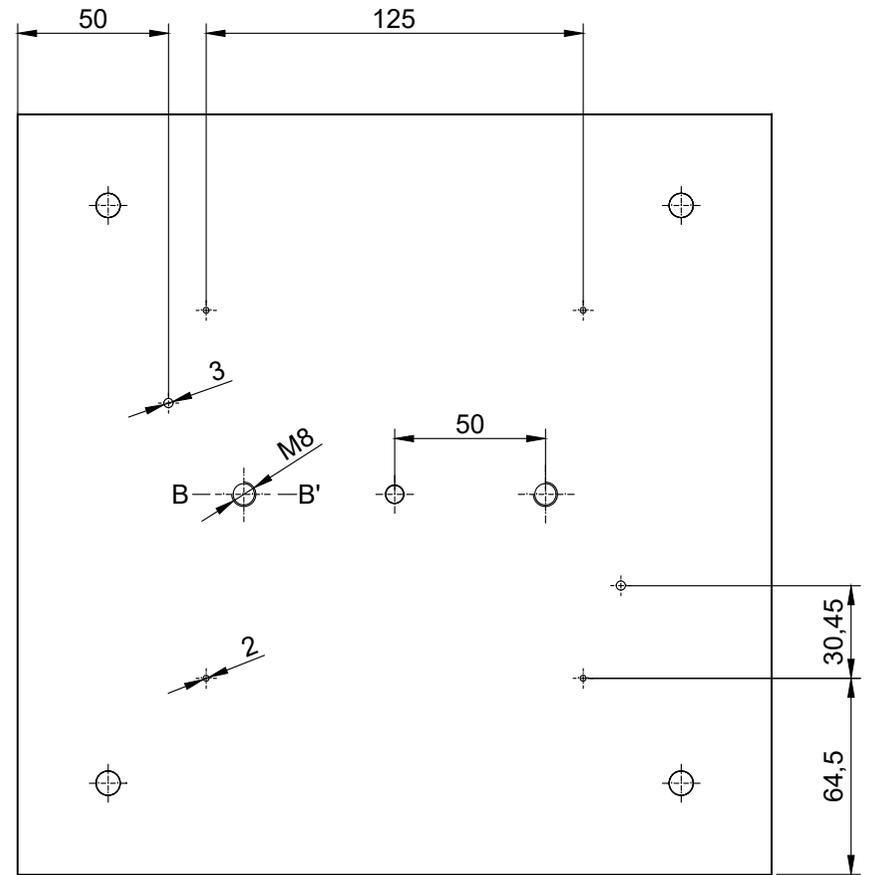
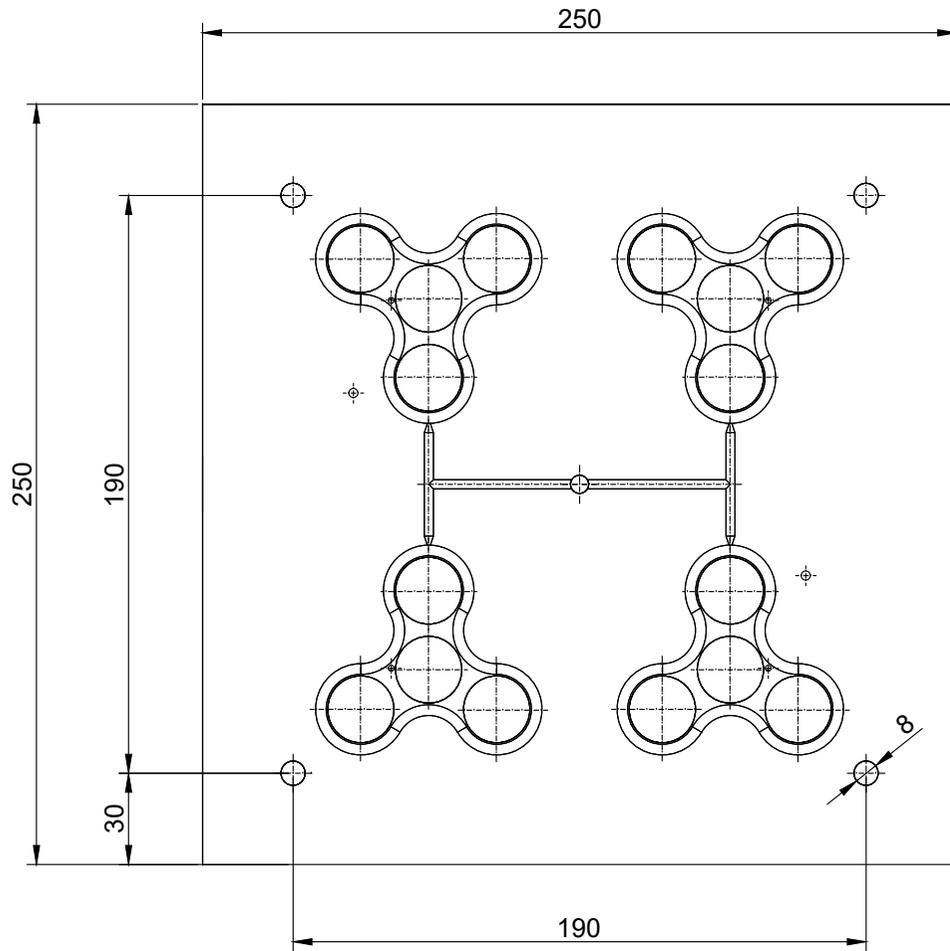


SECCIÓN A-A':  
ESCALA 2/5

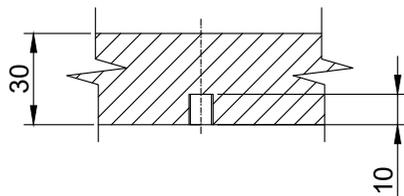


NOTA: COTAS EN MILÍMETROS (mm)

TÍTULO TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO N° <b>02</b>
AUTOR UNAI MONTIEL MORENO		
	ESCALA 2/5	FECHA 13/04/2019
PLANO PLACA FIJA		PÁGINA <b>71</b>

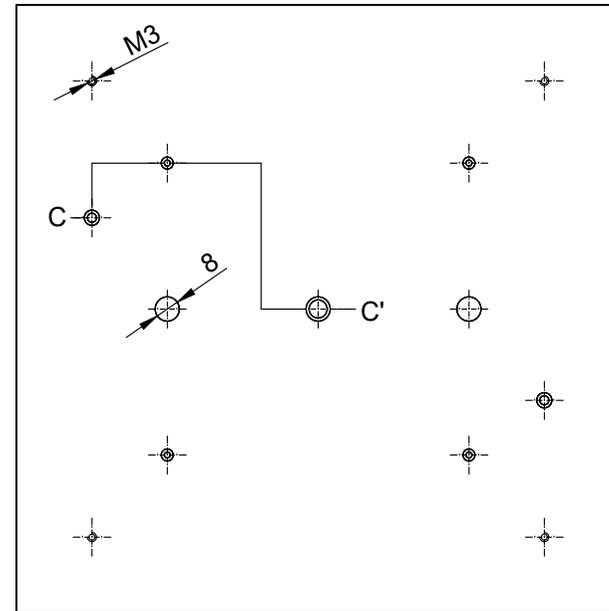
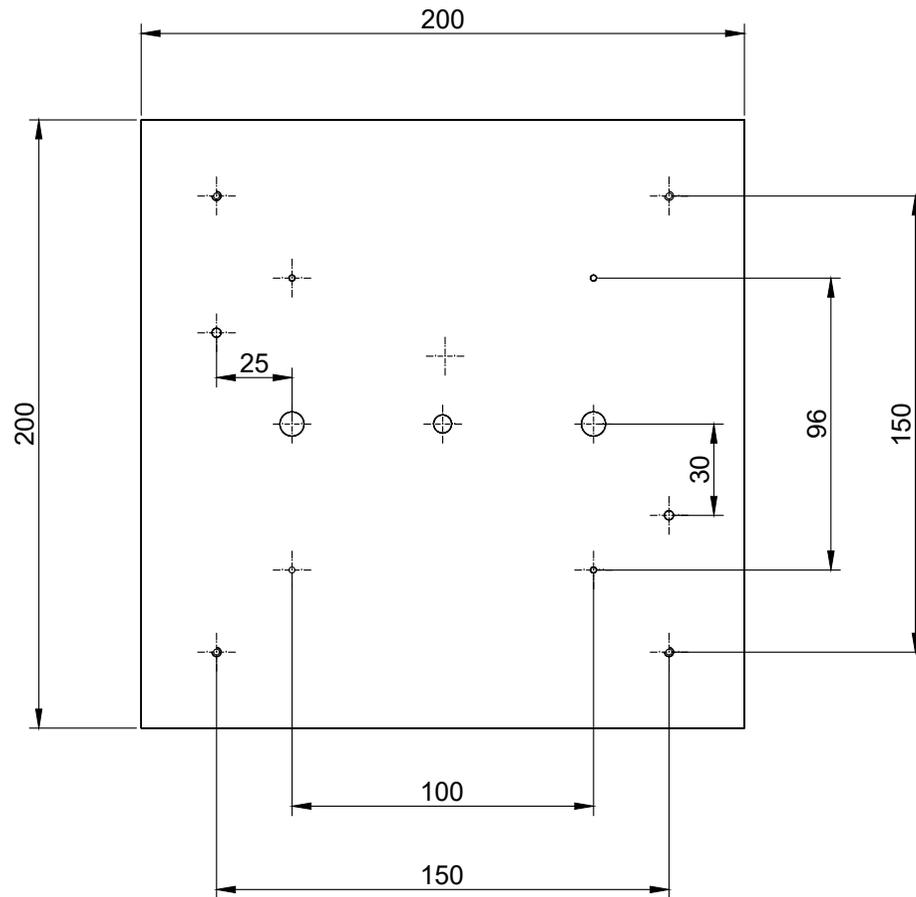


**SECCIÓN B-B':**  
ESCALA 2/5

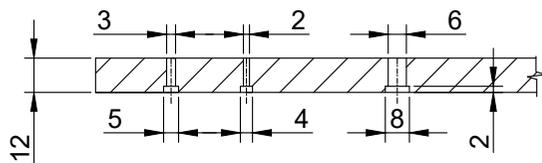


NOTA: COTAS EN MILÍMETROS (mm)

TÍTULO		TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO Nº
AUTOR		UNAI MONTIEL MORENO		03
	ESCALA	FECHA	PÁGINA	
	2/5	13/04/2019	72	
PLANO		PLACA MÓVIL		

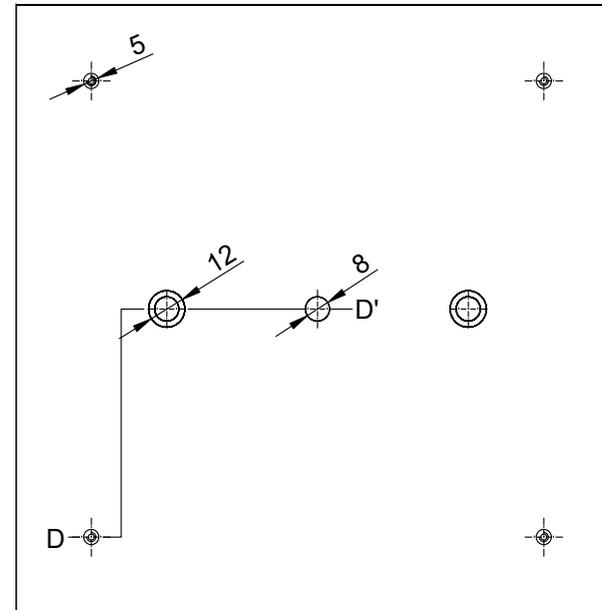
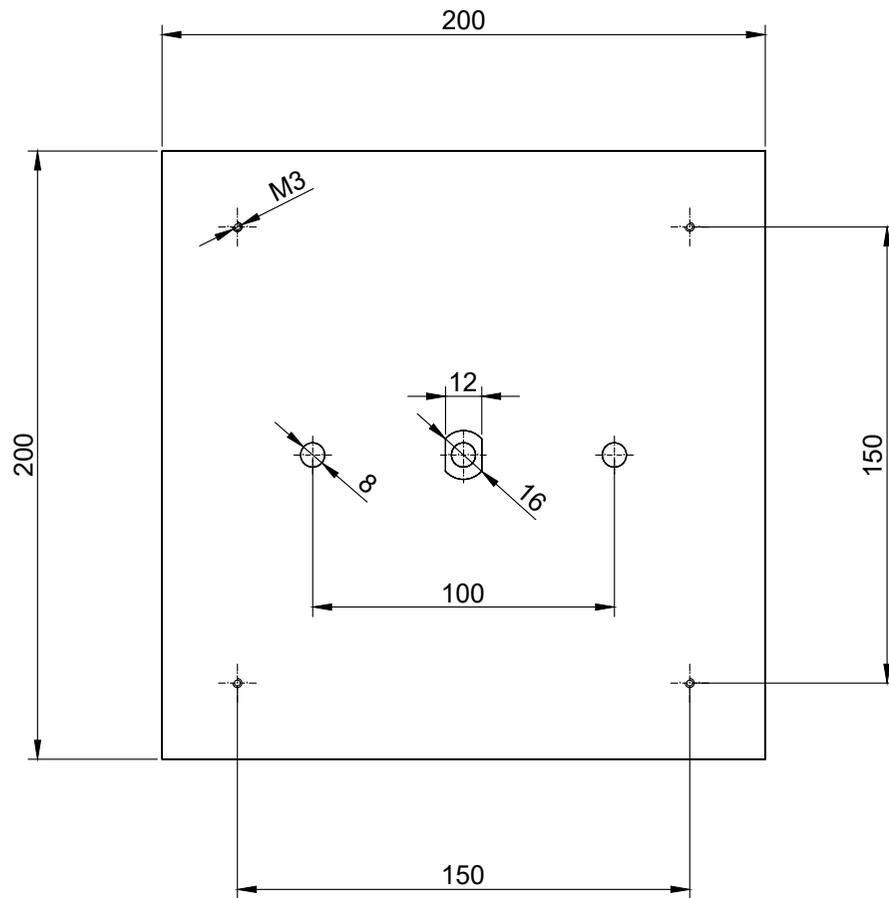


SECCIÓN C-C':  
ESCALA 2/5

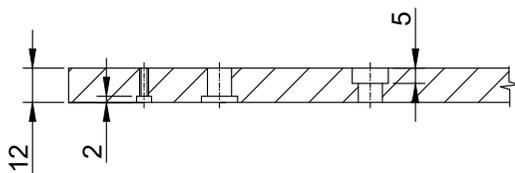


NOTA: COTAS EN MILÍMETROS (mm)

TÍTULO TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO N° <b>04</b>
AUTOR UNAI MONTIEL MORENO		
 UPV EHU	ESCALA 2/5	FECHA 13/04/2019
	PLANO PLACA EXPULSORA	PÁGINA <b>73</b>



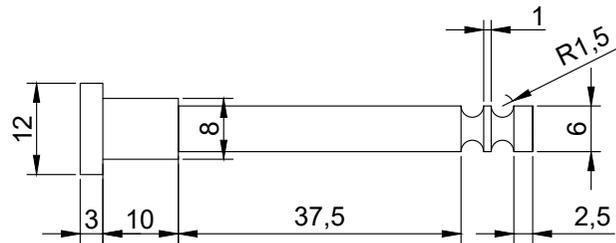
**SECCIÓN D-D':**  
ESCALA 2/5



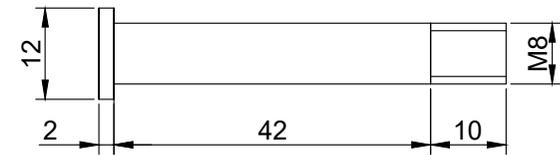
NOTA: COTAS EN MILÍMETROS (mm)

TÍTULO TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO N° <b>05</b>
AUTOR UNAI MONTIEL MORENO		
 UPV EHU	ESCALA 2/5	FECHA 13/04/2019
	PLANO PLACA DE APRIETE	
		PÁGINA <b>74</b>

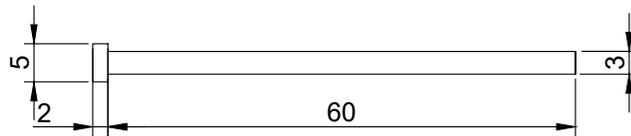
COLUMNA GUÍA



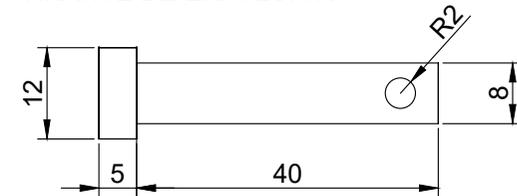
GUÍA EXPULSORA



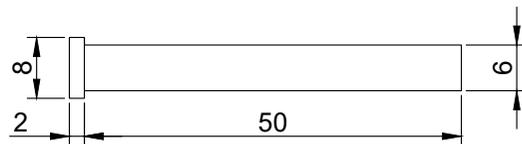
COLUMNA SEPARADORA



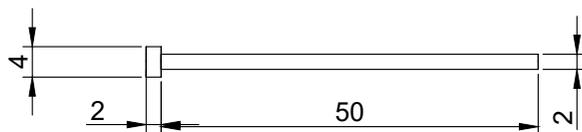
TIRANTE DE EXPULSIÓN



AGUJA EXPULSORA  
(BEBEDERO)

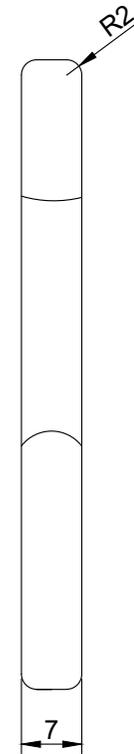
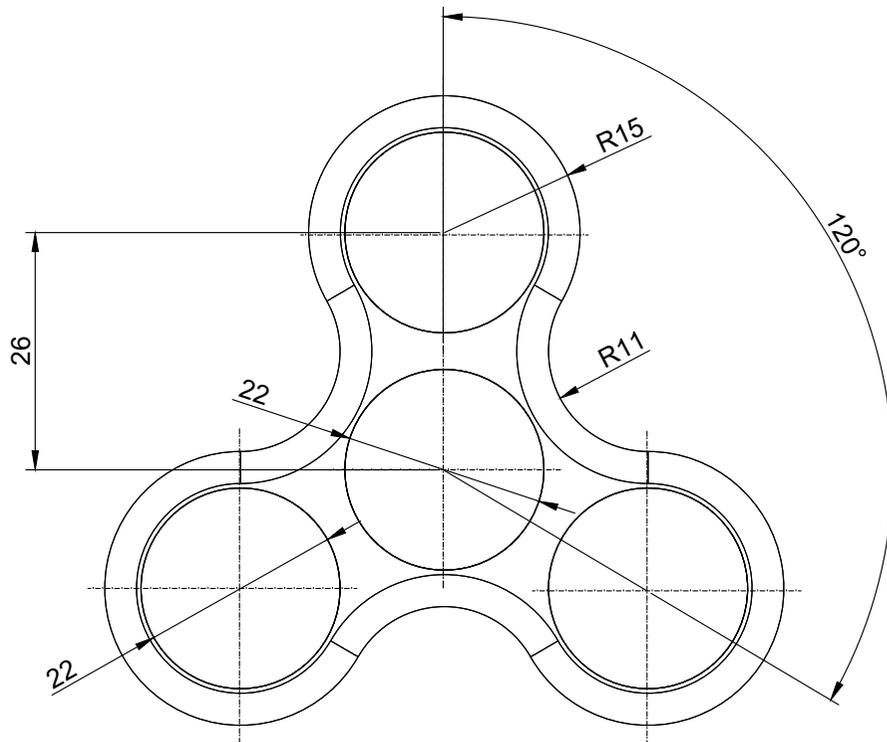


AGUJA EXPULSORA



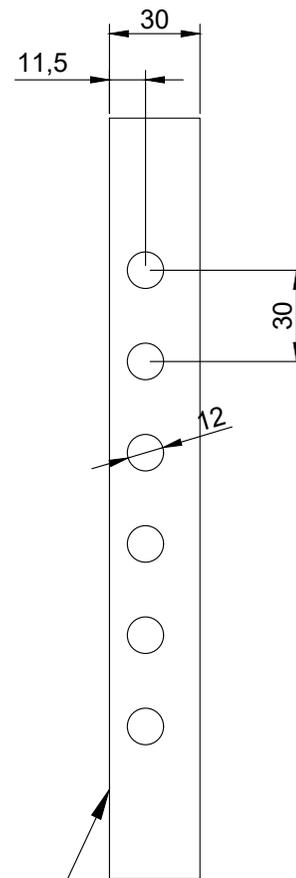
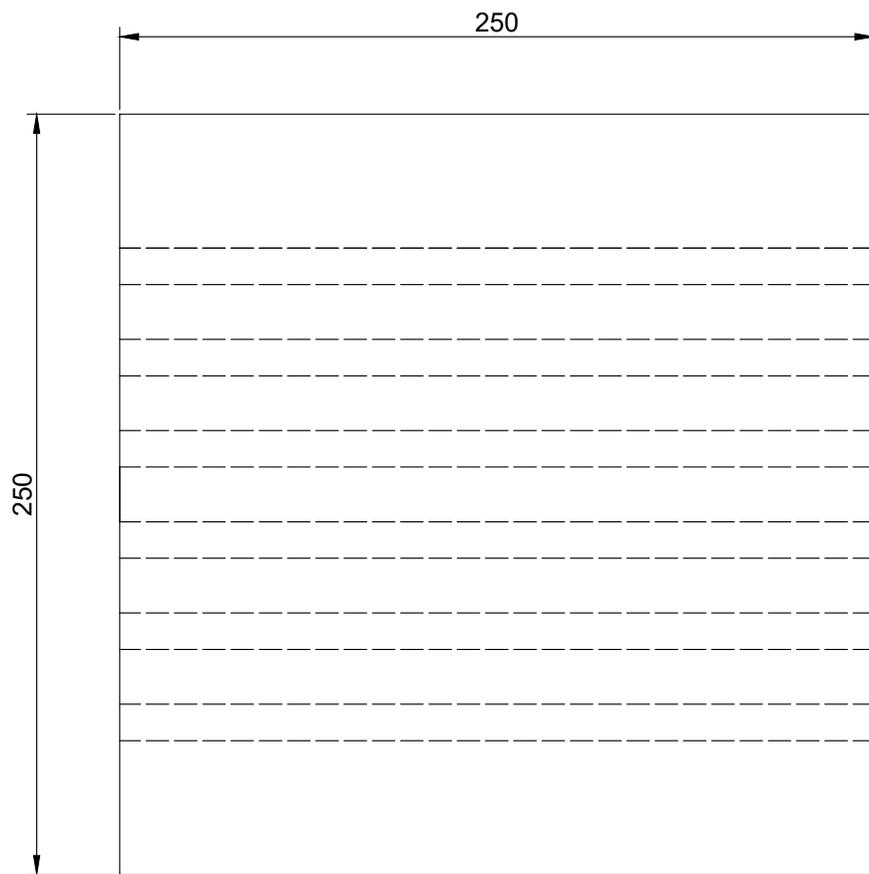
NOTA: COTAS EN MILÍMETROS (mm)

TÍTULO		TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO N°
				06
AUTOR		UNAI MONTIEL MORENO		
	ESCALA	1/1	FECHA	13/04/2019
	PLANO	GUÍAS Y EXPULSORES		PÁGINA
				75



TITULO		TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO Nº
AUTOR		UNAI MONTIEL MORENO		07
 UPV EHU	ESCALA	1/1	FECHA	13/04/2019
	PLANO	DETALLE SPINNER		PÁGINA
				76

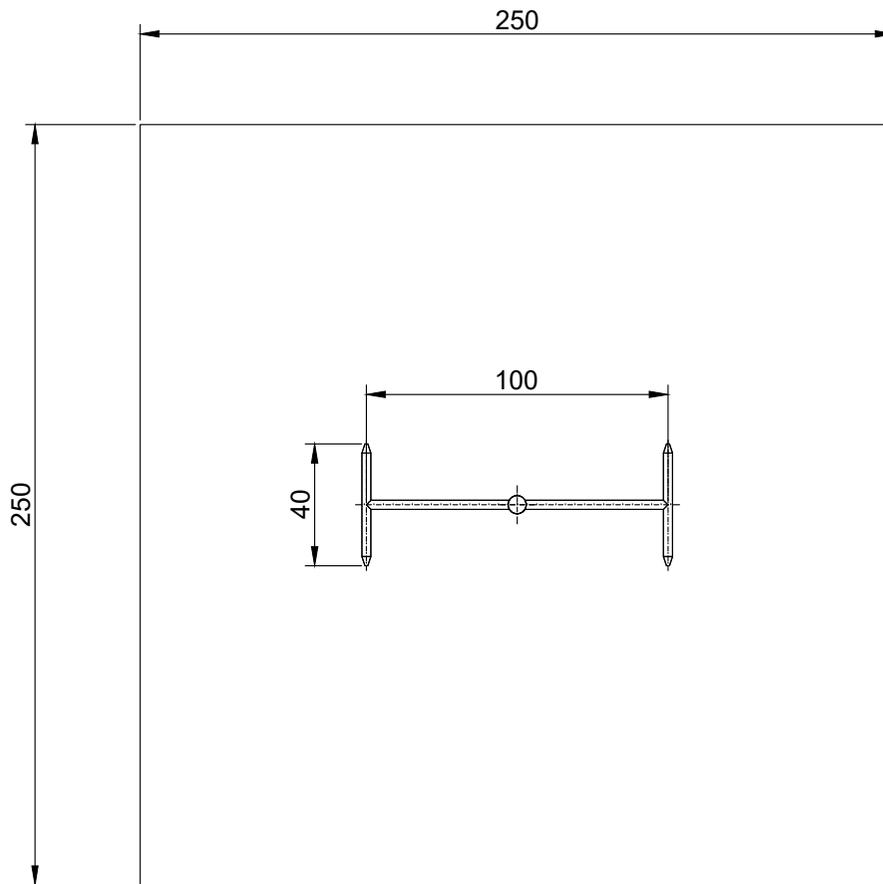
NOTA: COTAS EN MILÍMETROS (mm)



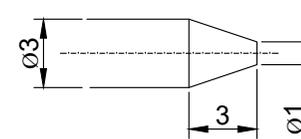
CARA CAVIDADES  
DEL SPINNER

TITULO TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO N° <b>08</b>
AUTOR UNAI MONTIEL MORENO		
	ESCALA 1/1	FECHA 13/04/2019
	PLANO DETALLE CANALES DE REFRIGERACIÓN	
		PÁGINA <b>77</b>

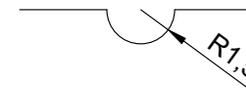
NOTA: COTAS EN MILÍMETROS (mm)



DETALLE ENTRADA CÓNICA  
Escala: 3/1



DETALLE CANALES (MITAD)  
Escala: 3/1



TITULO		TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL		PLANO Nº
AUTOR		UNAI MONTIEL MORENO		09
	ESCALA	1/1	FECHA	13/04/2019
	PLANO	DETALLE CANALES DE INYECCIÓN		PÁGINA
				78

NOTA: COTAS EN MILÍMETROS (mm)

# ANEXO II: CÁLCULOS

## CÁLCULO DE LAS OPERACIONES DE MECANIZADO

Para realizar los cálculos se han utilizado las siguientes variables, parámetros de corte y fórmulas:

Profundidad de pasada axial:  $a_p$  [mm]

Ángulo de posición del filo principal:  $k_r$  [°]

Número de dientes:  $z$  [ - ]

Espesor de viruta:  $a_c$  [mm]

Velocidad de corte:  $V_c$  [m/min]

Avance por filo o diente:  $f_z$  [mm]

Velocidad de rotación:  $N$  [rpm]

Velocidad de avance:  $V_f$  [mm/min]

Potencia media:  $P_m$  [W]

Energía específica media de corte:  $p_s^*$  [N/mm<sup>2</sup>]

Espesor de viruta medio:  $\bar{a}_c$  [mm]

Profundidad de pasada radia:  $a_e$  [mm]

Ángulo de corte que recorre un diente:  $\odot$  [rad]

Fórmula del espesor de viruta:  $a_{cmax} = f_z * \sin(k_r) * \sin(\theta)$

Fórmula de la velocidad de corte:  $V_c = \frac{\pi * \emptyset * N}{1000}$

Fórmula del avance por filo:  $f_z = \frac{V_f}{N * z}$

Fórmula del espesor de viruta medio:  $\bar{a}_c = \frac{2 * f_z * a_e * \sin(k_r)}{\odot * \emptyset}$

Fórmula de la energía específica media:  $p_s^* = 1900 * (\bar{a}_c)^{-0,25}$

Fórmula de la potencia de corte de fresado:  $P_m = \frac{p_s^* * V_f * a_p * a_e}{60000}$

Fórmula del tiempo de mecanizado:  $t_m = \frac{d}{V_f}$

Fórmula de la potencia de corte taladrado:  $P_c = \frac{z * p_s^* * a_c * \frac{\emptyset/2}{\sin k_r} * \frac{V_c}{2}}{60}$

- **PLANEADO-DESBASTE:**

Datos:

HTA	$\emptyset$	$a_{pmax}$	$z$	$k_r$	L	Código
CoroMill 245	100mm	6mm	10	45°	50mm	R245-100Q32-12H

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

PLAQUITA:

Código pedido: R245-12T3M-PH

Según calidad, R4230:

$$a_c = 0,1 - 0,2 - 0,3 \text{ mm}$$

$$V_c = 185 - 150 - 125 \text{ m/min}$$

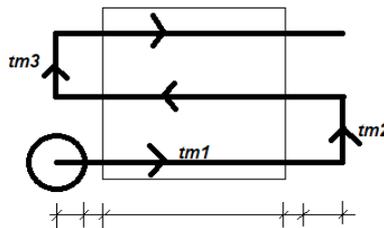
Según código pedido, R245-12T3M-PH:

$$f_z = 0,1 - 0,42 \text{ mm/diente} \quad + \quad a_c = 0,07 - 0,3 \text{ mm}$$

### Resultado:

Se realizarán 2 pasadas, ya que con 1 se sobrepasaría la potencia de la máquina.

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	$a_p$
0,3mm	0,42mm/z	125m/min	397,89rpm	1671,05mm/min	14,07kW	96,16s	2mm



- **PLANEADO-ACABADO:**

Datos:

HTA	$\emptyset$	$a_{pmax}$	z	$k_r$	L	Código
CoroMill 245	100mm	6mm	10	45°	50mm	R245-100Q32-12H

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

PLAQUITA:

Código pedido: R245-12T3E-PL

Según calidad, R4230:

$$a_c = 0,1 - 0,2 - 0,3 \text{ mm}$$

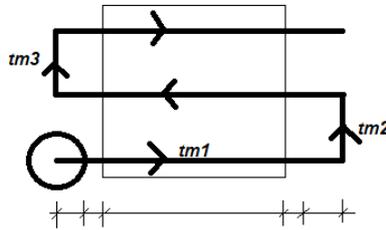
$$V_c = 185 - 150 - 155 \text{ m/min}$$

Según código pedido, R245-12T3E-PL:

$$f_z = 0,08 - 0,21 \text{ mm/diente} \quad + \quad a_c = 0,06 - 0,15 \text{ mm}$$

### Resultado:

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	$a_p$
0,15mm	0,21mm/z	167,5m/min	533,17rpm	1119,66mm/min	5,54kW	69s	1mm



- AGUJEROS COLUMNAS GUÍA:**

Datos:

HTA	$\emptyset$	$L_u$	z	$k_r$	L	Código
CoroDrill 460	8mm	41,2mm	2	70°	89,8mm	460.1-0800-040A0- XM

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

$$V_c = 61,6 - 52 - 65 \text{ m/min}$$

$$f_r = 0,112 - 0,14 - 0,168 \text{ mm/rev}$$

Resultados:

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	L
0,079mm	0,084mm/z	65m/min	2586,27 rpm	434,49mm/min	0,69kW	24,6s	30mm

- AGUJEROS BEBEDERO:**

Datos:

HTA	$\emptyset$	$L_u$	z	$k_r$	L	Código
CoroDrill 460	6mm	30,9mm	2	70°	81,1mm	460.1-0600-030A0- XM

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

$$V_c = 61,6 - 52 - 65 \text{ m/min}$$

$$f_r = 0,086 - 0,107 - 0,128 \text{ mm/rev}$$

**Resultados:**

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	L
0,06mm	0,064mm/z	65m/min	3448,36rpm	441,39mm/min	0,39kW	5,58s	30mm

- **FRESADO DE CANALES DE INYECCIÓN:**

**Datos:**

HTA	$\emptyset$	$a_{pmax}$	z	$k_r$	L	Código
CoroMill Plura de punta esférica	3mm	7mm	2	-	38mm	1B230-0300-XA

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

$$V_c = 180 \text{ m/min}$$

$$f_z = 0,05 \text{ mm/diente}$$

**Resultado:**

Como no se conocían ciertas fórmulas para el cálculo de los parámetros de corte de una fresa de punta esférica, se ha optado por utilizar una herramienta online facilitada por el fabricante con la cual calcular dichos parámetros.

No obstante, si se escoge la velocidad de corte máxima, la velocidad de giro del husillo supera la máxima de la fresadora, por lo que esta limitará la operación de mecanizado:

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	$a_p$
0,036mm	0,05mm/z	94,25m/min	10000 rpm	1000mm/min	0,34kW	16,14s	1,5mm

- **FRESADO DE CAVIDADES, CARAS RECTAS:**

**Datos:**

HTA	$\emptyset$	$a_{pmax}$	z	$k_r$	L	Código
CoroMill Plura	2mm	7mm	4	90°	57mm	1P3410-0200-XA

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

$$V_c = 110 \text{ m/min}$$

$$f_z = 0,007\text{mm/diente}$$

**Resultados:**

Si se escoge la velocidad de corte máxima, la velocidad de giro del husillo supera la máxima de la fresadora, por lo que esta limitará la operación de mecanizado:

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	<b>N</b>	$V_f$	$P_m$	$t_m$	$a_p$
0,007mm	0,007mm/z	63m/min	10000rpm	280mm/min	0,24kW	258,6s	3,5mm

- **FRESADO DE CAVIDADES, CARAS REDONDEADAS:**

**Datos:**

<b>HTA</b>	$\emptyset$	$a_{pmax}$	<b>z</b>	$k_r$	<b>L</b>	<b>Código</b>
CoroMill Plura de punta esférica	4mm	8mm	2	-	57mm	1B230-0400-XA

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

$$V_c = 180\text{ m/min}$$

$$f_z = 0,06\text{mm/rev}$$

**Resultado:**

Como no se conocían ciertas fórmulas para el cálculo de los parámetros de corte de una fresa de punta esférica, se ha optado por utilizar una herramienta online facilitada por el fabricante con la cual calcular dichos parámetros:

Si se escoge la velocidad de corte máxima, la velocidad de giro del husillo supera la máxima de la fresadora, por lo que esta limitará la operación de mecanizado:

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	<b>N</b>	$V_f$	$P_m$	$t_m$	$a_p$
0,043mm	0,06mm/z	125,66m/min	10000rpm	1200mm/min	0,6kW	79,15	3,5mm

- **FRESADO DE ENTRADAS:**

**Datos:**

HTA	$\emptyset$	$a_{pmax}$	z	$k_r$	L	Código
WNT Estándar-	3m	1,5mm	2	45°	50mm	N.EF.3,0.90.Z4.HA-54

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

$$V_c = 100 - 130 \text{ m/min}$$

$$f_z = 0,016 - 0,033 \text{ mm/diente}$$

**Resultados:**

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	$a_p$
0,023mm	0,033mm/z	94,25m/min	10000rpm	660mm/min	0,63kW	1,1s	1,5mm

- **AGUJEROS RECRECIDO DE LAS COLUMNAS GUÍA (PARTE TRASERA DE LA PLACA):**

**Datos:**

HTA	$\emptyset$	$L_u$	z	$k_r$	L	Código
CoroDrill 880	12mm	36mm	1+1	90°	70,61mm	880-D1200C4-03

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

PLAQUITAS: 2 plaquitas (centro + periferia).

Código plaquita central: 880-010203-H-C-LM

Código plaquita periférica: 800-0102W04H-P-LM

Según calidad 4334:

$$V_c = 85 - 195 \text{ m/min}$$

$$f_r = 0,04 - 0,1 \text{ mm/rev}$$

**Resultados:**

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	L
0,1mm	0,1mm/z	195m/min	5172,54rpm	517,25mm/min	0,62kW	24,6s	2mm

- **AGUJEROS RECRECIDO DE LOS AGUJEROS ROSCADOS (PARTE TRASERA DE LA PLACA):**

**Datos:**

HTA	$\emptyset$	$L_u$	z	$k_r$	L	Código
CoroDrill 880	12mm	36mm	1+1	90°	70,61mm	880-D1200C4-03

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

PLAQUITAS: 2 plaquitas (centro + periferia).

Código plaquita central: 880-010203-H-C-LM

Código plaquita periférica: 800-0102W04H-P-LM

Según calidad 4334:

$$V_c = 85 - 195 \text{ m/min}$$

$$f_r = 0,04 - 0,1 \text{ mm/rev}$$

**Resultados:**

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	L
0,1mm	0,1mm/z	195m/min	5172,54rpm	517,25mm/min	1,85kW	4,78s	5mm

- **AGUJEROS GUÍA PARA EL ROSCADO (PARTE TRASERA DE LA PLACA):**

**Datos:**

HTA	$\emptyset$	$L_u$	z	$k_r$	L	Código
CoroDrill 460	8,5mm	26,8mm	2	70°	87,78mm	460.1-0850-026A0-XM

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

$$V_c = 61,6 - 52 - 65 \text{ m/min}$$

$$f_r = 0,126 - 0,148 - 0,177 \text{ mm/re}$$

**Resultados:**

$a_{cmax}$	$f_z$	$V_{cmax}$	N	$V_f$	$P_m$	$t_m$	L
0,084mm	0,089mm/z	65m/min	2434,13rpm	433,28mm/min	0,78kW	12s	10mm

- **ROSCADO (PARTE TRASERA DE LA PLACA):**

**Datos:**

HTA	$\emptyset$	$L_u$	p	ULDR	L	Código
CoroTap 200	M10	39mm	1,5mm	2,5mm	100mm	T200-XM100DA-M10

Para un acero de baja aleación endurecido y templado:

$$V_c = 21 - 17 - 15 \text{ m/min}$$

$$ULDR = 1,5 - 2 - 3 \text{ mm}$$

**Resultados:**

$a_{cmax}$	$p$	$V_{cmax}$	<b>N</b>	$V_f$	$P_m$	$t_m$	$L$
-	1,5mm	16m/min	509,3rpm	763,95mm/min	0,69kW	6,6s	10mm

# **ANEXO III: PROGRAMA CNC**

## **; MECANIZADO PLACA FIJA (PARTE DELANTERA)**

N10 G54  
N20 T01 D1 M06  
N30 G90 G00 X-60 Y40 Z5 F1671.05 S397.89 M03  
N35 G01 Z-2 M08  
N40 G01 X310  
N45 G01 Y130  
N50 G01 X-60  
N55 G01 Y215  
N60 G01 X310  
N65 G01 X-60 Y40  
N70 G01 Z-4  
N75 G01 X310  
N80 G01 Y130  
N85 G01 X-60  
N90 G01 Y215  
N95 G01 X310; DESBASTE TERMINADO  
N100 T02 D1 M06  
N110 G90 G00 X-60 Y40 Z-4 F1119.66 S533.17 M03  
N120 G01 Z-5  
N130 G01 X310  
N140 G01 Y130  
N150 G01 X-60  
N160 G01 Y215  
N170 G01 X310 ; ACABADO TERMINADO  
N180 T06 D1 M06  
N190 G90 G00 X30 Y30 Z5 F434.49 S2586.27 M03  
N200 G01 Z-40  
N210 G01 Z5  
N220 G01 X220  
N230 G01 Z-40  
N240 G01 Z5  
N250 G01 Y220  
N260 G01 Z-40  
N270 G01 Z5  
N280 G01 X30  
N290 G01 Z-40  
N300 G01 Z5 ; COLUMNAS TERMINADAS  
N310 T11 D1 M06  
N320 G90 G00 X125 Y125 Z5 F441.39 S3448.36 M03  
N330 G01 Z-36  
N340 G01 Z5 ; BEBEDERO TERMINADO  
N340 T03 D1 M06  
N350 G90 G00 X125 Y125 Z5 F1000 S10000 M03  
N360 G01 Z-6.5  
N370 G01 Y75  
N380 G01 X140.5  
N390 G01 X109.5  
N400 G01 X125  
N410 G01 Y175  
N420 G01 X140.5  
N430 G01 X109.5

N440 G01 Z5 ; CANALES  
N450 T04 D1 M06  
N460 G90 G00 G41 X64 Y64 Z5 F280 S10000 M03  
N480 G01 Z-8.5  
N490 G02 X64 Y64 I0 J11  
N500 G01 Z5  
N510 G01 G41 X90 Y64  
N520 G01 Z-8.5  
N530 G02 X90 Y64 I0 J11  
N540 G01 Z5  
N550 G01 G41 X51 Y41.483  
N560 G01 Z-8.5  
N570 G02 X51 Y41.483 I0 J11  
N580 G01 Z5  
N590 G01 G41 X51 Y86.517  
N600 G01 Z-8.5  
N610 G02 X51 Y86.517 I0 J11  
N620 G01 Z5 ; PASADA 1 SPINNER 1 TERMINADO  
N630 G00 G41 X64 Y164  
N640 G01 Z-8.5  
N650 G02 X64 Y164 I0 J11  
N660 G01 Z5  
N670 G01 G41 X90 Y164  
N680 G01 Z-8.5  
N690 G02 X90 Y164 I0 J11  
N700 G01 Z5  
N710 G01 G41 X51 Y141.483  
N720 G01 Z-8.5  
N730 G02 X51 Y141.483 I0 J11  
N740 G01 Z5  
N750 G01 G41 X51 Y186.517  
N760 G01 Z-8.5  
N770 G02 X51 Y186.517 I0 J11  
N790 G01 Z5 ; PASADA 1 SPINNER 2 TERMINADA  
N800 G00 G41 X186 Y64  
N810 G01 Z-8.5  
N820 G02 X186 Y64 I0 J11  
N830 G01 Z5  
N840 G01 G41 X160 Y64  
N850 G01 Z-8.5  
N860 G02 X160 Y64 I0 J11  
N870 G01 Z5  
N880 G01 G41 X199 Y41.483  
N890 G01 Z-8.5  
N900 G02 X199 Y41.483 I0 J11  
N910 G01 Z5  
N920 G01 G41 X199 Y86.517  
N930 G01 Z-8.5  
N940 G02 X199 Y86.517 I0 J11  
N950 G01 Z5 ; PASADA 1 SPINNER 3 TERMINADA  
N960 G00 G41 X186 Y164  
N970 G01 Z-8.5  
N980 G02 X186 Y164 I0 J11  
N990 G01 Z5  
N1000 G01 G41 X160 Y164  
N1010 G01 Z-8.5

N1020 G02 X160 Y164 IO J11  
N1030 G01 Z5  
N1040 G01 G41 X199 Y141.483  
N1050 G01 Z-8.5  
N1060 G02 X199 Y141.483 IO J11  
N1070 G01 Z5  
N1080 G01 G41 X199 Y186.517  
N1090 G01 Z-8.5  
N1100 G02 X199 Y186.517 IO J11  
N1110 G01 Z5 ; PASADA 1 SPINNER 4 TERMINADA  
N1120 T05 D1 M06  
N1130 G90 G00 G41 X64 Y64 Z5 F1200 S10000 M03  
N1140 G01 Z-8.5  
N1150 G02 X64 Y64 IO J11  
N1160 G01 Z5  
N1170 G01 G41 X90 Y64  
N1180 G01 Z-8.5  
N1190 G02 X90 Y64 IO J11  
N1200 G01 Z5  
N1210 G01 G41 X51 Y41.483  
N1230 G01 Z-8.5  
N1240 G02 X51 Y41.483 IO J11  
N1250 G01 Z5  
N1260 G01 G41 X51 Y86.517  
N1270 G01 Z-8.5  
N1280 G02 X51 Y86.517 IO J11  
N1290 G01 Z5 ; PASADA 2 SPINNER 1 TERMINADA  
N1300 G00 G41 X64 Y164  
N1310 G01 Z-8.5  
N1320 G02 X64 Y164 IO J11  
N1330 G01 Z5  
N1340 G01 G41 X90 Y164  
N1350 G01 Z-8.5  
N1360 G02 X90 Y164 IO J11  
N1370 G01 Z5  
N1380 G01 G41 X51 Y141.483  
N1390 G01 Z-8.5  
N1400 G02 X51 Y141.483 IO J11  
N1410 G01 Z5  
N1420 G01 G41 X51 Y186.517  
N1430 G01 Z-8.5  
N1440 G02 X51 Y186.517 IO J11  
N1450 G01 Z5 ; PASADA 2 SPINNER 2 TERMINADA  
N1460 G00 G41 X186 Y64  
N1470 G01 Z-8.5  
N1480 G02 X186 Y64 IO J11  
N1490 G01 Z5  
N1500 G01 G41 X160 Y64  
N1510 G01 Z-8.5  
N1520 G02 X160 Y64 IO J11  
N1530 G01 Z5  
N1540 G01 G41 X199 Y41.483  
N1550 G01 Z-8.5  
N1560 G02 X199 Y41.483 IO J11  
N1570 G01 Z5  
N1580 G01 G41 X199 Y86.517

N1590 G01 Z-8.5  
N1600 G02 X199 Y86.517 I0 J11  
N1610 G01 Z5 ; PASADA 2 SPINNER 3 TERMINADA  
N1620 G00 G41 X186 Y164  
N1630 G01 Z-8.5  
N1640 G02 X186 Y164 I0 J11  
N1650 G01 Z5  
N1660 G01 G41 X160 Y164  
N1670 G01 Z-8.5  
N1680 G02 X160 Y164 I0 J11  
N1690 G01 Z5  
N1700 G01 G41 X199 Y141.483  
N1710 G01 Z-8.5  
N1720 G02 X199 Y141.483 I0 J11  
N1730 G01 Z5  
N1740 G01 G41 X199 Y186.517  
N1760 G01 Z-8.5  
N1770 G02 X199 Y186.517 I0 J11  
N1780 G01 Z5 ; PASADA 2 SPINNER 4 TERMINADA  
N1790 G00 G42 X43.5 Y65.474  
N1800 G01 Z-8.5  
N1810 G03 X43.5 Y84.526 I-5.5 J9.526  
N1820 G01 Z5  
N1830 G00 G42 X66 Y97.517  
N1840 G01 Z-8.5  
N1850 G03 X82.5 Y87.99 I11 J0  
N1860 G01 Z5  
N1870 G00 G42 X82.5 Y62.01  
N1880 G01 Z-8.5  
N1890 G03 X66 Y52.483 I-5.5 J-9.526  
N1900 G01 Z5 ; SPINNER 1 TERMINADO  
N1910 G00 G42 X43.5 Y165.474  
N1920 G01 Z-8.5  
N1930 G03 X43.5 Y184.526 I-5.5 J9.526  
N1940 G01 Z5  
N1950 G00 G42 X66 Y197.517  
N1960 G01 Z-8.5  
N1970 G03 X82.5 Y187.99 I11 J0  
N1980 G01 Z5  
N1990 G00 G42 X82.5 Y162.01  
N2000 G01 Z-8.5  
N2010 G03 X66 Y152.483 I-5.5 J-9.526  
N2020 G01 Z5 ; SPINNER 2 TERMINADO  
N2030 G00 G42 X206.5 Y84.526  
N2040 G01 Z-8.5  
N2050 G03 X206.5 Y65.474 I5.5 J-9.526  
N2060 G01 Z5  
N2070 G00 G42 X184 Y52.483  
N2080 G01 Z-8.5  
N2090 G03 X167.5 Y62.01 I-11 J0  
N2100 G01 Z5  
N2110 G00 G42 X167.5 Y87.99  
N2120 G01 Z-8.5  
N2130 G03 X184 Y97.517 I5.5 J9.526  
N2140 G01 Z5 ; SPINNER 3 TERMINADO  
N2150 G00 G42 X206.5 Y184.526

N2160 G01 Z-8.5  
N2170 G03 X206.5 Y165.474 I5.5 J-9.526  
N2180 G01 Z5  
N2190 G00 G42 X184 Y152.483  
N2200 G01 Z-8.5  
N2210 G03 X167.5 Y162.01 I-11 J0  
N2220 G01 Z5  
N2230 G00 G42 X167.5 Y187.99  
N2240 G01 Z-8.5  
N2250 G03 X184 Y197.517 I5.5 J9.526  
N2260 G01 Z5 ; SPINNER 4 TERMINADO  
N2265 T12 D1 M06  
N2270 G90 G00 X109.5 Y75 Z5 F660 S10000 M03  
N2280 G01 Z-6.5  
N2290 G01 X108  
N2300 G01 X106 Z-5.5  
N2310 G01 Z5  
N2320 G01 X109.5 Y175  
N2330 G01 Z-6.5  
N2340 G01 X108  
N2350 G01 X106 Z-5.5  
N2360 G01 Z5  
N2370 G01 X140.5 Y75  
N2380 G01 Z-6.5  
N2390 G01 X142  
N2400 G01 X151 Z-5.5  
N2410 G01 Z5  
N2420 G01 X140.5 Y175  
N2430 G01 Z-6.5  
N2440 G01 X142  
N2450 G01 X151 Z-5.5  
N2460 G01 Z5 ; ENTRADAS  
N2470 M30

**; MECANIZADO PLACA FIJA PARTE TRASERA**

N10 G54  
N20 T07 D1 M06  
N30 G90 G00 X30 Y30 Z5 F517.25 S2517.54M03  
N40 G01 Z-2  
N50 G01 Z5  
N60 G01 X220  
N70 G01 Z-2  
N80 G01 Z5  
N90 G01 Y220  
N100 G01 Z-2  
N110 G01 Z5  
N120 G01 X30  
N130 G01 Z-2  
N140 G01 Z5 ; RECRECIDO COLUMNAS GUÍA TERMINADAS  
N150 G90 G00 X15 Y15 Z5 F517.25 S5172.54 M03  
N160 G01 Z-5  
N170 G01 Z5  
N180 G01 X235  
N190 G01 Z-5  
N200 G01 Z5  
N210 G01 Y235

N220 G01 Z-5  
N230 G01 Z5  
N240 G01 X15  
N250 G01 Z-5  
N260 G01 Z5 ; RECRECIDO AGUJERO ROSCADO TERMINADA  
N270 T10 D1 M06  
N280 G90 G00 X15 Y15 Z5 F433.28 S2434.13 M03  
N290 G01 Z-15  
N300 G01 Z5  
N310 G01 X235  
N320 G01 Z-15  
N330 G01 Z5  
N340 G01 Y235  
N350 G01 Z-15  
N360 G01 Z5  
N370 G01 X15  
N380 G01 Z-15  
N390 G01 Z5 ; PARTE FINA ROSCAS TERMINADA  
N400 T08 D1 M06  
N410 G90 G00 X15 Y15 Z5 F763.95 S509.3 M03  
N420 G01 Z-15  
N430 G01 Z5  
N440 G01 X235  
N450 G01 Z-15  
N460 G01 Z5  
N470 G01 Y235  
N480 G01 Z-15  
N490 G01 Z5  
N500 G01 X15  
N510 G01 Z-15  
N520 G01 Z5 ; ROSCAS TERMINADA  
N530 M30

# ANEXO IV: SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN

En este anexo se adjuntan imágenes del programa MoldFlow Adviser 2019, donde aparece información acerca de la simulación de la inyección.

 General

Número de versión	2019
Nombre del estudio	SPINNER PIEZA UNICA_estudio 20 20
Ubicación del estudio	C:\Users\Usuario\Desktop\PROYECTOS MOLDFLOW\MOLDE_TIPO_1 \spinner_pieza_unica_estudio_20_20.sdy
Nombre de la pieza	SPINNER PIEZA UNICA
Idoneidad del modelo	El modelo importado es grueso y de gran tamaño y es adecuado para el análisis 3D.
Resolución del análisis	Nivel 0 (estándar)

Material	
Fabricante del material	Generic Shrinkage Characterised Material
Nombre comercial del material	Generic PS
Impacto medioambiental	

Temperatura de masa fundida	200.0 (C)
Temperatura del molde	45.0 (C)
Puntos de inyección	4
Presión máxima de inyección de la máquina	80.000 (MPa)
Tiempo de inyección seleccionado	Automático
Comutación velocidad/presión	Automático

Perfil de compactación	
Tiempo (s)	% presión al final del llenado
0.00	100.00
10.00	100.00

Tiempo de refrigeración	Automático
Tiempo de máquina con molde abierto	5.00 (s)

Advertencias del modelo	
Ninguno	

 Sistema de canales

Propiedades

Bebedero			
Forma	Coordenada inicial	Coordenada final	Descripción
	50.00, 56.49, 33.50	50.00, 56.49, 3.50	Frío, Circular, Diámetro (6.00 mm)

Canales			
Forma	Coordenada inicial	Coordenada final	Descripción
	100.00, 56.49, 3.50	100.00, 43.97, 3.50	Frío, Circular, Diámetro (3.00 mm)
	-0.00, 56.49, 3.50	0.00, 43.97, 3.50	Frío, Circular, Diámetro (3.00 mm)
	50.00, 56.49, 3.50	-0.00, 56.49, 3.50	Frío, Circular, Diámetro (3.00 mm)
	-0.00, 56.49, 3.50	-0.00, 69.01, 3.50	Frío, Circular, Diámetro (3.00 mm)
	100.00, 56.49, 3.50	100.00, 69.01, 3.50	Frío, Circular, Diámetro (3.00 mm)
	50.00, 56.49, 3.50	100.00, 56.49, 3.50	Frío, Circular, Diámetro (3.00 mm)

Entradas			
Forma	Coordenada inicial	Coordenada final	Descripción
	0.00, 43.97, 3.50	-0.00, 40.97, 3.50	Frío, Circular cónico, Diámetro inicial (3.00 mm), Diámetro final (1.00 mm)
	100.00, 43.97, 3.50	100.00, 40.97, 3.50	Frío, Circular cónico, Diámetro inicial (3.00 mm), Diámetro final (1.00 mm)
	-0.00, 69.01, 3.50	0.00, 72.01, 3.50	Frío, Circular cónico, Diámetro inicial (3.00 mm), Diámetro final (1.00 mm)
	100.00, 69.01, 3.50	100.00, 72.01, 3.50	Frío, Circular cónico, Diámetro inicial (3.00 mm), Diámetro final (1.00 mm)



Circuito de refrigeración 1				
Coordenada de entrada	Refrigerante	Temperatura	Velocidad de flujo	
-69.35, -25.64, 15.00	Water (pure): Unknown	20.0 (C)	20.0000 (l/min)	
Tipo	Coordenada inicial	Coordenada final	Descripción	
	-69.35, -25.64, 15.00	-59.35, -25.64, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-59.35, -25.64, 15.00	159.35, -25.64, 15.00	Canal, Circular, Diámetro (12.00 mm)	
	159.35, -25.64, 15.00	169.35, -25.64, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	169.35, -25.64, 15.00	169.35, -2.18, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	159.35, -2.18, 15.00	169.35, -2.18, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-59.35, -2.18, 15.00	159.35, -2.18, 15.00	Canal, Circular, Diámetro (12.00 mm)	
	-69.35, -2.18, 15.00	-59.35, -2.18, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-69.35, -2.18, 15.00	-69.35, 21.29, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-69.35, 21.29, 15.00	-59.35, 21.29, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-59.35, 21.29, 15.00	159.35, 21.29, 15.00	Canal, Circular, Diámetro (12.00 mm)	
	159.35, 21.29, 15.00	169.35, 21.29, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	169.35, 21.29, 15.00	169.35, 44.76, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	159.35, 44.76, 15.00	169.35, 44.76, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-59.35, 44.76, 15.00	159.35, 44.76, 15.00	Canal, Circular, Diámetro (12.00 mm)	
	-69.35, 44.76, 15.00	-59.35, 44.76, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-69.35, 44.76, 15.00	-69.35, 68.22, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-69.35, 68.22, 15.00	-59.35, 68.22, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-59.35, 68.22, 15.00	159.35, 68.22, 15.00	Canal, Circular, Diámetro (12.00 mm)	
	159.35, 68.22, 15.00	169.35, 68.22, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	169.35, 68.22, 15.00	169.35, 91.69, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	159.35, 91.69, 15.00	169.35, 91.69, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-59.35, 91.69, 15.00	159.35, 91.69, 15.00	Canal, Circular, Diámetro (12.00 mm)	
	-69.35, 91.69, 15.00	-59.35, 91.69, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-69.35, 91.69, 15.00	-69.35, 115.16, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-69.35, 115.16, 15.00	-59.35, 115.16, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-59.35, 115.16, 15.00	159.35, 115.16, 15.00	Canal, Circular, Diámetro (12.00 mm)	
	159.35, 115.16, 15.00	169.35, 115.16, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	169.35, 115.16, 15.00	169.35, 138.62, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	159.35, 138.62, 15.00	169.35, 138.62, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	
	-59.35, 138.62, 15.00	159.35, 138.62, 15.00	Canal, Circular, Diámetro (12.00 mm)	
	-69.35, 138.62, 15.00	-59.35, 138.62, 15.00	Manguera, Diámetro (10.00 mm)	



Llenado

Tiempo del reloj de pared transcurrido: 1251.00 (s)



Su pieza puede llenarse fácilmente, pero la calidad podría no ser aceptable.

Para obtener ayuda sobre la forma de mejorar la calidad de la pieza, vea el [gráfico de la predicción de la calidad](#) y use el [consultor de resultados](#).

Tiempo real de llenado	0.88 (s)
Presión real de inyección	60.463 (MPa)
Área de fuerza de cierre	56.0313 (cm <sup>2</sup> )
Fuerza de cierre máx. durante el llenado	11.254 (tonelada)
Comutación de velocidad/presión a % volumen	99.14 (%)
Comutación de velocidad/presión en tiempo	0.87 (s)
Peso total de la pieza al final del llenado	29.982 (g)
Volumen de inyectada	31.9740 (cm <sup>3</sup> )
Volumen de la cavidad	30.0241 (cm <sup>3</sup> )
Volumen del sistema de canales	1.9499 (cm <sup>3</sup> )

Anomalía de tiempo de ciclo



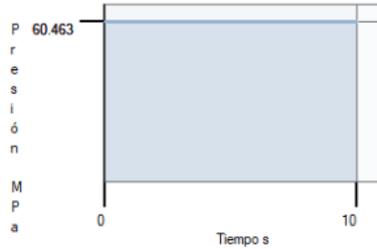


Su pieza puede llenarse fácilmente, pero la calidad podría no ser aceptable.

Para obtener ayuda sobre la forma de mejorar la calidad de la pieza, vea el [gráfico de la predicción de la calidad](#) y use el [consultor de resultados](#).

Fuerza de cierre máxima durante el ciclo	26.187 (tonelada)
Esfuerzo de cizalla máx. de la pared	0.320 (MPa)
Peso total de la pieza	29.982 (g)
Tiempo de refrigeración	29.26 (s)
Tiempo del ciclo	45.13 (s)

Perfil de compactación



Tiempo	Presión
0.00 (s)	60.463 (MPa)
10.00 (s)	60.463 (MPa)



Su pieza tendrá graves problemas de refrigeración y puede causar problemas con la expulsión.

Para obtener ayuda sobre la forma de mejorar la calidad de la pieza, consulte el [gráfico de calidad de refrigeración](#) y use el [consultor de resultados](#).

Varianza máxima de la temperatura	1.3 (C)
Varianza mínima de la temperatura	-1.0 (C)
Varianza máxima del tiempo de refrigeración	18.90 (s)
Varianza mínima del tiempo de refrigeración	-13.45 (s)

Advertencias del solucionador

Ninguno

## ***ANEXO V: MATERIALES Y HERRAMIENTAS***

En este anexo se adjuntan los siguientes catálogos donde encontrar toda la información de las herramientas, plaquitas, adaptadores, variables de corte y acero empleados:

- Acero UNE F-5303, templado y revenido, de la empresa *UddeHolm "Impax Supreme"*.
- Herramientas de corte seleccionadas de *Sandvik Coromant*.
- Adaptadores seleccionados para las herramientas de *Sandvik Coromant*.



*IMPAX SUPREME*  
Acero pretemplado  
para moldes de plástico

Los datos en este impreso están basados en nuestros conocimientos actuales, y tienen por objeto de dar una información general sobre nuestros productos y sus campos de aplicación. Por lo que no se debe considerar que sean una garantía de que los productos descritos tienen ciertas características o que sirven para objetivos especiales.

## Información general

IMPAX SUPREME es un acero aleado al cromo-niquel-molibdeno, desgasificado en vacío, que se suministra templado y revenido ofreciendo las siguientes ventajas:

- Sin riesgos de temple
- Sin costos por temple
- Ahorro de tiempo, por ejemplo, no hay necesidad de esperar para el tratamiento térmico
- Menor costo de herramientas (por ejemplo, no hay que rectificar deformaciones)
- Las modificaciones se efectúan fácilmente
- Puede nitrurarse para aumentar la resistencia de su superficie al desgaste o templarlo a la llama localmente para reducir los daños en la superficie.

IMPAX SUPREME se fabrica cumpliendo unos standards muy elevados. Posee un contenido de azufre muy bajo, lo cual le proporciona las siguientes características:

- Excelentes aptitudes para pulido y la elaboración de fotograbados
- Buena mecanibilidad
- Gran pureza y buena homogeneidad
- Dureza uniforme en todas las dimensiones.

*Nota: IMPAX SUPREME ha sido probado ultrasónicamente en el 100%.*

Análisis aprox. %	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S
	0,37	0,3	1,4	2,0	1,0	0,2	<0,010
Norma	UNE F-5303, F-3404, W.Nr. 1.2738, 1.2311 (mejorado)						
Forma de entrega	Templado y revenido a 290–330 HB						
Código de color	Amarillo/verde						

Las secciones grandes se suministran pre-mecanizadas, lo cual ofrece las siguientes ventajas en comparación con el material sin mecanizar:

- Ahorro de peso
- La superficie no está decarburada
- Tamaño nominal exacto (más la tolerancia)
- Menor mecanizado
- Al no existir rebabas se reduce a un mínimo el desgaste de las máquinas y herramientas.



## Aplicaciones

- Moldes de inyección para termoplásticos
- Moldes de extrusión para termoplásticos
- Moldes de soplado
- Herramientas de conformar sin arranque de viruta (templadas a la llama o nitruradas)
- Componentes estructurales, ejes.

## Propiedades

### CARACTERÍSTICAS FISICA

Templado y revenido 310 HB.

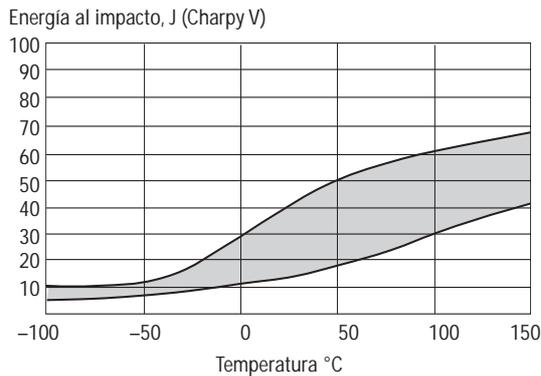
Temperatura	20°C	200°C
Densidad, kg/m <sup>3</sup>	7 800	7 750
Coefficiente de dilatación térmica por °C a partir de 20°C	–	12,7 x 10 <sup>-6</sup>
Conductividad térmica W/m °C	29	30
Módulo de elasticidad N/mm <sup>2</sup> kp/mm <sup>2</sup>	205 000 20 900	200 000 20 650
Calor específico J/kg °C	460	–

### PROPIEDADES MECANICAS

La resistencia al impacto, resistencia a la tensión y a la compresión dependen de la dureza en estado de suministro.

### Resistencia al impacto

La absorción de energía en el test de impacto depende del material de prueba (tamaño de la barra y dureza suministrada), temperatura de prueba de la muestra (tipo, situación y orientación en la barra). La gráfica a continuación nos indica como la energía al impacto cambia en función de la temperatura de prueba y variación de dureza, dentro de los niveles de suministro.

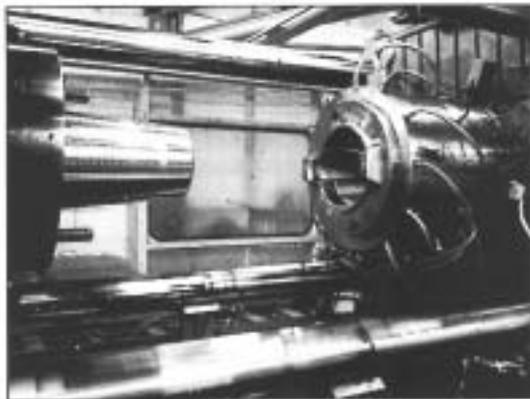


### Resistencia a la tensión

Temperatura de ensayo	20°C	200°C
Máxima resistencia a la tensión $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	1020	930
Límite de elasticidad $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	900	800

### Resistencia a la compresión

Límite de resistencia a la compresión, $R_{c0,2}$	850–1000 N/mm <sup>2</sup>
---	----------------------------



Molde de grandes dimensiones para fabricar cestos de ropa para lavanderías. La calidad de acero adecuada para este tipo de molde es IMPAX SUPREME.

## Tratamiento térmico

IMPAX SUPREME está destinado a utilizarse en estado templado y revenido, es decir, en la forma en que se suministra.

No obstante, cuando el acero deba someterse a termotratamiento para conseguir una mayor dureza o cementarse, puede ser de utilidad seguir las siguientes instrucciones.

### RECOCIDO BLANDO

Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 700°C. Tiempo de mantenimiento 2 horas. Luego enfriarlo en el horno 10°C por hora hasta 600°C y por último libremente al aire.

### ELIMINACION DE TENSIONES

Después del desbaste, debe calentarse la herramienta en toda su masa a 550°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y después libremente al aire.

### TEMPLE

Nota: El acero deberá someterse a un recocido blando completo antes de templearlo.  
Temperatura de precalentamiento: 500–600°C.  
Temperatura de austenitización: 850°C.  
El acero deberá calentarse hasta la temperatura de austenitización, manteniéndose en ella durante 30 minutos.

*Proteger la herramienta contra la decarburación y oxidación durante el proceso de temple.*

### MEDIOS DE ENFRIAMIENTO

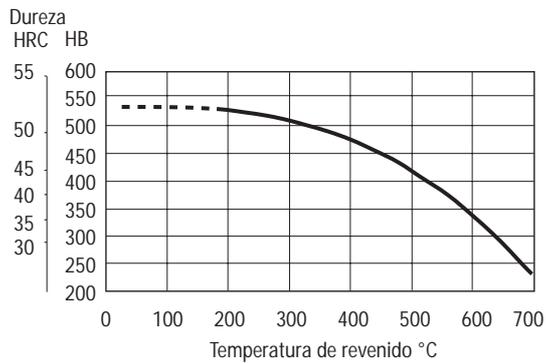
- Gas a alta velocidad/atmósfera circulante. (Tan sólo geometrías sencillas.)
- Aceite.
- Baño de martemple a 300°C durante máx. 4 minutos; después, enfriar al aire libre.

*Nota: revenir inmediatamente que la herramienta alcance 50–70°C.*

### REVENIDO

Elegir la temperatura de revenido de acuerdo con la dureza requerida refiriéndose al gráfico de revenido. Revenir dos veces con un enfriamiento intermedio a temperatura ambiente. Temperatura mínima de revenido 180°C para pequeños insertos, pero preferiblemente 250°C de temperatura mínima. Tiempo mínimo de mantenimiento 2 horas.

El gráfico es válido para pequeñas probetas (15 x 15 x 40 mm), austenización 30 min. a 850°C, enfriado al aire y revenido 2 + 2 horas.



### TEMPLE A LA LLAMA Y POR INDUCCION

IMPAX SUPREME puede templarse a la llama o por inducción hasta una dureza de 50 HRC. Es preferible el enfriamiento en aire.

Para obtener más información ver el estudio elaborado por el Servicio Técnico de Uddeholm «Temple a la llama de IMPAX SUPREME».

### NITRURACION O NITROCARBURACION

La nitruración crea una superficie dura muy resistente al desgaste y a la erosión. Una superficie nitrurada aumenta también la resistencia a la corrosión.

Para obtener un mejor resultado después de nitrurar se deben seguir los siguientes pasos:

1. Desbastado
2. Eliminación de tensiones a 550°C
3. Rectificado
4. Nitrurado.

Se pueden conseguir las siguientes durezas en la superficie y profundidades de nitrurado después de realizar la nitruración.

	Temperatura °C	Tiempo h.	Dureza de la superficie HV <sub>1</sub>	Profundidad, mm
Nitruración por Gas	525	20	650	0,30
	525	30	650	0,35
Nitruración iónica	480	24	700	0,30
	480	48	700	0,40
Nitrocarburation	570	2	700	0,10

## Mecanizado

Los datos de corte indicados a continuación deben ser considerados como guía debiendo ser adaptados a las condiciones específicas existentes. Pueden obtener más información en «Recomendaciones de Mecanizado».

### TORNEADO

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte (v <sub>c</sub> ) m/min	120–170	170–220	15–20
Avance (f) mm/r	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Profundidad de corte (a <sub>p</sub> ) mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Mecanizado grupo ISO	P20–P30 Revestido carburo	P10 Revestido carburo o cermet	–

### TALADRADO

#### Taladrado con brocas de acero rápido

Diámetro de la broca mm	Velocidad de corte (v <sub>c</sub> ) m/min	Avance (f) mm/r
– 5	14–16*	0,08–0,15
5–10	14–16*	0,15–0,25
10–15	14–16*	0,25–0,30
15–20	14–16*	0,30–0,35

\*) Para brocas de acero rápido recubiertas v<sub>c</sub> 24–26 m/min.

#### Taladrado con brocas de metal duro

Parámetros de corte	Tipo de taladro		
	Metal duro insertado	Metal duro sólido	Taladro con canales de refrigeración <sup>1)</sup>
Velocidad de corte (v <sub>c</sub> ) m/min	180–200	120–150	60–80
Avance (f) mm/r	0,05–0,25 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <sup>2)</sup>	0,15–0,25 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Brocas con canales de refrigeración interna y plaqueta de metal duro.

<sup>2)</sup> Dependiendo del diámetro de la broca.

## FRESADO

### Fresado frontal y axial

Parámetros de corte	Fresado con metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado fino
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min	80–150	150–190
Avance ( $f_z$ ) mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte ( $a_p$ ) mm	2–4	–2
Mecanizado grupo ISO	P20–P40 Revestido carburo	P10–P20 Revestido carburo o cermet

### Fresado de acabado

Parametros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro integral	Insertado metal duro	Acero rápido
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min	70–110	80–120	15–20 <sup>1)</sup>
Avance ( $f_z$ ) mm/diente	0,03–0,20 <sup>2)</sup>	0,08–0,20 <sup>2)</sup>	0,05–0,35 <sup>2)</sup>
Mecanizado grupo ISO	K10, P40	P20–P40	–

<sup>1)</sup> Para fresas de acero rápido recubiertos  $v_c$  35–40 m/min.

<sup>2)</sup> Dependiendo del tipo de fresado y diámetro de corte.

## RECTIFICADO

A continuación damos unas recomendaciones generales sobre muelas de rectificado, pueden obtener más información en el catálogo de Uddeholm «Rectificado de Acero para Herramientas».

Tipo de rectificado	Muelas recomendadas
Rectificado frontal	A 46 HV
Rectificado frontal por segmentos	A 24 GV
Rectificado cilíndrico	A 46 LV
Rectificado interno	A 46 JV
Rectificado del perfil	A 100 LV

## Mecanizado por electroerosión (EDM)

Si la erosión con chispa eléctrica se realiza con el material templado y revenido la herramienta debe someterse a un revenido adicional a unos 550°C. Si el acero ha sido retemplado, la temperatura adicional de revenido deberá ser 25°C más baja que la última temperatura de revenido utilizada.

Pueden obtener más información en el catálogo de Uddeholm «Mecanizado por electroerosión de acero para herramientas».

## Fotograbado

IMPAX SUPREME es especialmente adecuado para texturar mediante el proceso de fotograbado. Su bajo contenido de azufre garantiza una reproducción exacta y uniforme del relieve.

Para secciones grandes se recomienda realizar un revenido extra a 550°C antes del fotograbado.

## Soldadura

Se pueden obtener buenos resultados al soldar un acero para herramientas si se toman las precauciones necesarias durante la operación de soldadura (temperatura de trabajo elevada, preparación de la junta, elección de los consumibles y buen procedimiento de soldadura). Si la herramienta debe ser pulida o fotograbada debe utilizarse un electrodo que tenga la misma composición.

Metodo de soldadura	TIG	MMA
Temperatura de trabajo	200–250°C	200–250°C
Material de soldadura	IMPAX TIG-WELD	IMPAX WELD
Dureza después de soldadura	320–350 HB	320–350 HB

Pueden obtener más información en nuestro catálogo: «Soldadura de acero para herramientas».

## Cromado duro

Después del cromado duro se debe revenir la herramienta a 180°C durante aproximadamente 4 horas para eliminar la fragilidad por hidrógeno.

## Pulido

*IMPAX SUPREME* tiene unas aptitudes de pulibilidad excelentes en estado templado y revenido. Tras el rectificando, el pulido se realiza con óxido de aluminio o pasta de diamante.

*Nota:* Cada calidad de acero tiene un tiempo de pulido óptimo que depende en gran parte de la dureza y de la técnica de pulido. Un sobrepulido puede derivar en una superficie de acabado deficiente (por ejemplo, efecto de «piel de naranja»).

La publicación de Uddeholm «Pulido de acero para herramientas» contiene información más detallada.

## Información adicional

Póngase en contacto con la oficina local de Uddeholm para obtener una mayor información sobre la selección, termotratamiento, aplicaciones y disponibilidad de los aceros de Uddeholm para herramientas. Ver también la publicación «Acero para moldes».

# CoroMill® 245

Fresa de planear de corte ligero para desbaste pesado y acabado de espejo

## Aplicación

- Planeado
- Desbaste y acabado

## Área de aplicación ISO:



## Ventajas y características

- Uso sencillo y alta productividad
- Corte ligero con consumo de potencia reducido
- Tolerancia estrecha combinada con la plaquita wiper para un excelente acabado superficial
- Fresa de planear de 45°
- Desde desbaste exigente hasta acabado de espejo
- Acción de corte ligera y suave para unas bajas fuerzas de corte
- Disponible en sistema de cartucho intercambiable; un concepto para desbaste y semiacabado de acero



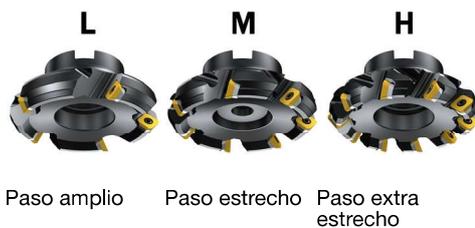
[www.sandvik.coromant.com/coromill245](http://www.sandvik.coromant.com/coromill245)

## Acoplamientos

- En eje
- Mango cilíndrico

## Plaquetas

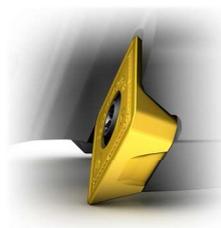
- Cuatro filos de corte
- Amplia gama de calidades y geometrías, incluidas calidades de CBN y cerámicas
- Plaquetas wiper para acabado de alto avance



Paso amplio

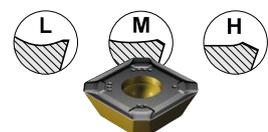
Paso estrecho

Paso extra estrecho



## Acción de corte ligera

Plaquetas positivas de una cara colocadas para ofrecer una acción de corte suave y unas fuerzas de corte muy bajas.



112



114



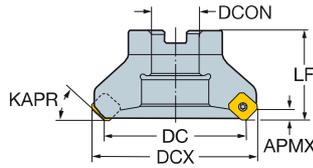
N6

# Fresa de planeado CoroMill® 245

En eje

STDNO  
KAPR

ISO 6462:2011  
45°



						Dimensiones, mm											
DC	CZC <sub>MS</sub>	APMX <sub>FW</sub>	Código de pedido			DCON	ISO	DBC	DCX	LF	NM	KG	RPMX	CICT	MIID		
50.0	12	22	6.00	3	R245-050Q22-12L	22.0	A	62.5	40.0	3.0	0.65	16250	3	R245-12T3..			
	12	22	6.00	4	R245-050Q22-12M	22.0	A	62.5	40.0	3.0	0.67	16250	4	R245-12T3..			
	12	22	6.00	5	R245-050Q22-12H	22.0	A	62.5	40.0	3.0	0.62	16250	5	R245-12T3..			
63.0	12	22	6.00	4	R245-063Q22-12L	22.0	A	75.5	40.0	3.0	0.89	14400	4	R245-12T3..			
	12	22	6.00	5	R245-063Q22-12M	22.0	A	75.5	40.0	3.0	0.84	14400	5	R245-12T3..			
	12	22	6.00	6	R245-063Q22-12H	22.0	A	75.5	40.0	3.0	0.87	14400	6	R245-12T3..			
80.0	12	27	6.00	4	R245-080Q27-12L	27.0	B	92.5	50.0	3.0	1.50	12700	4	R245-12T3..			
	12	27	6.00	6	R245-080Q27-12M	27.0	B	92.5	50.0	3.0	1.45	12700	6	R245-12T3..			
	12	27	6.00	8	R245-080Q27-12H	27.0	B	92.5	50.0	3.0	1.40	12700	8	R245-12T3..			
	18	32	10.00	4	R245-080Q32-18M	32.0	B	98.8	50.0	5.0	1.72	6100	4	R245-18T6..			
100.0	18	32	10.00	5	R245-080Q32-18H	32.0	B	98.8	50.0	5.0	1.60	6100	5	R245-18T6..			
	12	32	6.00	5	R245-100Q32-12L	32.0	B	112.5	50.0	3.0	1.77	11300	5	R245-12T3..			
	12	32	6.00	7	R245-100Q32-12M	32.0	B	112.5	50.0	3.0	1.81	11300	7	R245-12T3..			
	12	32	6.00	10	R245-100Q32-12H	32.0	B	112.5	50.0	3.0	1.74	11300	10	R245-12T3..			
125.0	18	32	10.00	4	R245-100Q32-18M	32.0	B	118.8	50.0	5.0	2.08	5400	4	R245-18T6..			
	18	32	10.00	6	R245-100Q32-18H	32.0	B	118.8	50.0	5.0	1.92	5400	6	R245-18T6..			
	12	40	6.00	6	R245-125Q40-12L	40.0	B	137.5	63.0	3.0	3.20	10100	6	R245-12T3..			
	12	40	6.00	8	R245-125Q40-12M	40.0	B	137.5	63.0	3.0	3.12	10100	8	R245-12T3..			
	12	40	6.00	12	R245-125Q40-12H	40.0	B	137.5	63.0	3.0	3.10	10100	12	R245-12T3..			
160.0	18	40	10.00	5	R245-125Q40-18M	40.0	B	138.8	63.0	5.0	3.74	4900	5	R245-18T6..			
	18	40	10.00	7	R245-125Q40-18H	40.0	B	138.8	63.0	5.0	3.64	4900	7	R245-18T6..			
	12	40S	6.00	7	R245-160Q40-12L	40.0	C	66.7	172.5	63.0	3.0	4.63	8900	7	R245-12T3..		
	12	40S	6.00	10	R245-160Q40-12M	40.0	C	66.7	172.5	63.0	3.0	4.50	8900	10	R245-12T3..		
	12	40S	6.00	16	R245-160Q40-12H	40.0	C	66.7	172.5	63.0	3.0	4.49	8900	16	R245-12T3..		
200.0	18	40S	10.00	6	R245-160Q40-18M	40.0	C	66.7	178.8	63.0	5.0	5.11	4300	6	R245-18T6..		
	18	40S	10.00	9	R245-160Q40-18H	40.0	C	66.7	178.8	63.0	5.0	4.99	4300	9	R245-18T6..		
	12	60	6.00	8	R245-200Q60-12L	60.0	C	101.6	212.5	63.0	3.0	6.43	7950	8	R245-12T3..		
	12	60	6.00	12	R245-200Q60-12M	60.0	C	101.6	212.5	63.0	3.0	10.64	7950	12	R245-12T3..		
250.0	12	60	6.00	20	R245-200Q60-12H	60.0	C	101.6	212.5	63.0	3.0	10.35	7950	20	R245-12T3..		
	18	60	10.00	8	R245-200Q60-18M	60.0	C	101.6	218.8	63.0	5.0	6.24	3800	8	R245-18T6..		
	18	60	10.00	12	R245-200Q60-18H	60.0	C	101.6	218.8	63.0	5.0	6.10	3800	12	R245-18T6..		
	12	60	6.00	10	R245-250Q60-12L	60.0	C	101.6	262.5	63.0	3.0	9.12	7100	10	R245-12T3..		
	12	60	6.00	14	R245-250Q60-12M	60.0	C	101.6	262.5	63.0	3.0	8.93	7100	14	R245-12T3..		
18	60	6.00	24	R245-250Q60-12H	60.0	C	101.6	262.5	63.0	3.0	8.74	7100	24	R245-12T3..			
	18	60	10.00	10	R245-250Q60-18M	60.0	C	101.6	268.8	63.0	5.0	17.22	3400	10	R245-18T6..		
	18	60	10.00	14	R245-250Q60-18H	60.0	C	101.6	268.8	63.0	5.0	16.00	3400	14	R245-18T6..		

Piezas de repuesto				
DC		Tornillo de plaquita	Placa de apoyo	Tornillo de la placa de apoyo
50.00-250.00	12	5513 020-01	5322 472-01	5512 090-09
80.00-100.00	18	5513 020-55		
125.00-250.00	18	5513 020-26	5322 472-03	5512 090-10

Para ver la lista completa de piezas de repuesto, consulte [www.sandvik.coromant.com/es](http://www.sandvik.coromant.com/es)



I14



L4



M2



N22



N6



N9



## Fresado de empañe grande

ISO P	Núm. MC	N.º CMC	Material	Fuerza de corte específica $K_{ct}$	Dureza Brinell	mc	Velocidad de corte $v_c$ , m/min				
							CT530	GC1010	GC1025		
							Espesor de viruta máx., $h_{ex}$ mm				
			0.1 - 0.15 - 0.2	0.05 - 0.1 - 0.2	0.05 - 0.1 - 0.2						
			<b>Acero</b>								
			<b>No aleado</b>								
P1.1.Z.AN	01.1		C = 0.1-0.25%	1500	125	0.25	430-390-350	-	-	340-310-255	
P1.2.Z.AN	01.2		C = 0.25-0.55%	1600	150	0.25	385-350-315	-	-	305-280-230	
P1.3.Z.AN	01.3		C = 0.55-0.80%	1700	170	0.25	365-330-300	-	-	290-260-215	
P1.3.Z.AN	01.4			1800	210	0.25	315-290-260	-	-	250-230-185	
P1.3.Z.HT	01.5			2000	300	0.25	235-210-195	-	-	185-170-140	
			<b>Baja aleación (elementos de aleación ≤ 5%)</b>								
P2.1.Z.AN	02.1		No templado	1700	175	0.25	300-275-245	-	-	280-255-210	
P2.5.Z.HT	02.2		Endurecido y templado	1900	300	0.25	195-180-160	-	-	155-140-115	
			<b>Alta aleación (elementos de aleación &gt; 5%)</b>								
P3.0.Z.AN	03.11		Recocido	1950	200	0.25	230-205-185	180-165-135	-	180-165-135	
P3.1.Z.AN	03.13		Acero de herram. templado	2150	200	0.25	190-170-155	150-135-110	-	150-135-110	
P3.0.Z.HT	03.21			2900	300	0.25	165-150-135	130-120-100	-	130-120-100	
P3.0.Z.HT	03.22			3100	380	0.25	105-95-85	80-75-60	-	80-75-60	
			<b>Fundición</b>								
P1.5.C.UT	06.1		No aleado	1400	150	0.25	305-280-250	245-220-180	-	245-220-180	
P2.6.C.UT	06.2		Baja aleación (elementos de aleación ≤ 5%)	1600	200	0.25	245-220-200	195-175-145	-	195-175-145	
P3.0.C.UT	06.3		Alta aleación (elementos de aleación > 5%)	1950	200	0.25	180-160-145	140-130-105	-	140-130-105	
ISO M	Núm. MC	N.º CMC	Material	Fuerza de corte específica $K_{ct}$	Dureza Brinell	mc	Velocidad de corte $v_c$ , m/min				
							CT530	M30B	GC1130		
							Espesor de viruta máx., $h_{ex}$ mm				
							0.1 - 0.15 - 0.2	0.1 - 0.2 - 0.4	0.05 - 0.1 - 0.2		
			<b>Acero inoxidable</b>								
			<b>Ferrítico/martensítico</b>								
P5.0.Z.AN	05.11		No templado	1800	200	0.21	285-255-230	265-210-135	-	255-225-180	
P5.0.Z.PH	05.12		Templado PH	2850	330	0.21	205-185-165	175-140-90	-	180-160-130	
P5.0.Z.HT	05.13		Templado	2350	330	0.21	215-190-170	200-160-100	-	185-165-135	
			<b>Austenítico</b>								
M1.0.Z.AQ	05.21		No templado	1950	200	0.21	265-240-215	-	-	250-225-180	
M1.0.Z.PH	05.22		Templado PH	2850	330	0.21	200-175-160	-	-	170-155-125	
M2.0.Z.AQ	05.23		Super austenítico	2250	200		-	-	-	-	
			<b>Austenítico-ferrítico (Dúplex)</b>								
M3.1.Z.AQ	05.51		No soldable ≥ 0,05% C	2000	230	0.21	260-235-210	-	-	205-185-145	
M3.2.Z.AQ	05.52		Soldable < 0,05% C	2450	260	0.21	230-205-185	-	-	175-155-125	
			<b>Acero inoxidable - Fundido</b>								
			<b>Ferrítico/martensítico</b>								
P5.0.C.UT	15.11		No templado	1700	200	0.25	255-230-205	230-185-120	-	225-200-160	
P5.0.C.PH	15.12		Templado PH	2450	330	0.25	180-160-145	150-120-80	-	155-140-115	
P5.0.C.HT	15.13		Templado	2150	330	0.25	195-175-155	180-145-90	-	170-155-120	
M1.0.C.UT	15.21		No templado	1800	200	0.25	255-225-205	-	-	235-210-170	
M1.0C.PH	15.22		Templado PH	2450	330	0.25	180-160-145	-	-	160-140-115	
M2.0.C.AQ	15.23		Super austenítico	2150	200		-	-	-	-	
			<b>Austenítico-ferrítico (Dúplex)</b>								
M3.1.C.AQ	15.51		No soldable ≥ 0,05% C	1800	230	0.25	245-220-195	-	-	195-175-140	
M3.2.C.AQ	15.52		Soldable < 0,05% C	2250	260	0.25	215-190-170	-	-	160-145-115	
ISO K	Núm. MC	N.º CMC	Material	Fuerza de corte específica $K_{ct}$	Dureza Brinell	mc	Velocidad de corte $v_c$ , m/min				
							CB50	CC6190	GC1010		
							Espesor de viruta máx., $h_{ex}$ mm				
							0.1 - 0.15 - 0.2	0.1 - 0.2 - 0.3	0.1 - 0.2 - 0.3		
			<b>Fundición maleable</b>								
K1.1.C.NS	07.1		Ferrítica (viruta corta)	790	130	0.28	-	1300-1050-880	-	225-185-150	
	07.2		Perfítica (viruta larga)	900	230	0.28	-	1100-890-730	-	185-155-125	
			<b>Fundición gris</b>								
K2.1.C.UT	08.1		Baja resistencia a la tracción	890	180	0.28	910-780-670	1600-1300-1050	-	245-200-165	
K2.2.C.UT	08.2		Alta resistencia a la tracción	1100	245	0.28	850-720-620	1200-990-810	-	195-160-130	
			<b>Fundición nodular</b>								
K3.1.C.UT	09.1		Ferrítica	900	160	0.28	-	1000-830-680	-	155-125-105	
K3.3.C.UT	09.2		Perfítica	1350	250	0.28	495-420-360	840-690-570	-	145-120-95	

**Condiciones:**

Fresa. Diá. 125 mm. Centrado sobre la pieza. Empañe 100 mm.

GC1130	GC4220	GC4230	GC4240	GC2030	GC2040	GC3040				
<b>Espesor de viruta máx., <math>h_{ex}</math> mm</b>										
0.05-0.1-0.2	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.4	0.1-0.2-0.4	0.1-0.2-0.4				
<b>Velocidad de corte <math>v_c</math>, m/min</b>										
375-340-280 335-305-250 320-290-235 275-250-205 205-185-155	490-405-330 440-360-295 415-340-280 365-300-245 270-220-180	400-330-270 360-295-245 340-280-230 295-245-200 220-180-150	340-280-230 305-250-205 290-235-195 250-205-170 185-155-125	295-240-165 265-215-145 250-205-135 220-180-120 160-130-90	295-240-165 265-215-145 250-205-135 220-180-120 160-130-90	390-320-260 350-285-235 330-270-220 290-235-195 215-175-145				
265-240-195 170-155-130	345-285-230 225-185-150	280-230-190 185-150-125	240-195-160 155-130-105	205-170-115 135-110-75	205-170-115 135-110-75	275-225-185 180-145-120				
180-165-135 150-135-110 130-120-100 80-75-60	300-245-200 215-180-145 190-155-125 120-95-80	195-160-130 160-130-110 140-115-95 85-70-60	165-135-110 135-110-90 120-100-80 75-60-50	155-130-85 125-105-70 110-90-80 70-55-38	155-130-85 125-105-70 110-90-80 70-55-38	205-170-140 170-140-115 150-125-100 95-75-65				
245-220-180 195-175-145 140-130-105	350-290-235 280-230-190 205-170-140	260-215-175 205-170-140 150-125-100	220-180-150 175-145-120 130-105-85	210-170-115 170-140-95 120-100-70	210-170-115 170-140-95 120-100-70	280-230-190 220-180-150 160-135-110				

1040	S30T	S40T	GC2030	GC2040	GC4230	GC4240	GC1010	GC1025		
<b>Espesor de viruta máx., <math>h_{ex}</math> mm</b>										
0.05-0.15-0.25	0.05-0.15-0.25	0.1-0.2-0.3	0.05-0.15-0.25	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.4	0.1-0.2-0.3	0.05-0.1-0.2		
<b>Velocidad de corte <math>v_c</math>, m/min</b>										
185-140-105 130-100-70 135-100-75	255-190-140 180-135-100 185-140-105	250-200-160 170-135-110 180-145-115	240-190-155 170-135-110 175-140-115	240-190-155 165-130-105 175-140-110	275-220-175 190-150-120 200-160-125	210-170-110 140-110-70 160-125-80	285-255-230 205-185-165 215-190-170	255-225-180 180-160-130 185-165-135		
180-135-100 125-95-70 125-90-70	250-185-140 170-130-95 170-125-95	210-165-135 165-130-105 145-115-95	235-190-150 165-130-105 -	200-160-130 160-125-100 -	- - -	185-150-95 135-105-70 -	265-240-215 200-175-160 170-125-95	250-225-180 170-155-125 -		
150-115-85 125-95-70	205-155-115 175-130-95	175-140-110 140-115-90	195-155-125 165-130-105	170-135-105 135-110-85	- -	170-135-85 135-110-70	260-240-215 230-205-185	205-185-145 170-155-125		
165-125-90 115-85-65 125-90-70	225-165-125 155-115-85 170-125-95	220-175-140 150-120-95 165-135-105	215-170-135 150-120-95 160-130-105	210-170-135 145-115-90 160-130-100	245-195-155 165-130-105 180-145-115	185-150-95 120-100-65 145-115-75	255-230-205 180-160-145 195-175-155	225-200-160 155-140-115 170-155-120		
175-130-95 115-85-65 110-85-60	235-175-130 160-115-85 155-115-85	200-160-130 150-120-95 130-105-85	225-180-145 150-120-95 -	190-155-125 145-115-90 -	- - -	180-140-90 125-100-65 -	255-225-205 180-160-145 -	235-210-170 160-140-115 -		
145-105-80 115-85-65	195-15-110 160-120-90	165-130-105 135-105-85	185-150-120 150-120-95	160-125-100 130-100-80	- -	160-125-80 125-100-65	245-220-195 215-190-170	195-175-140 160-145-115		

GC3220	GC3330	GC3040	K20W	GC4230	GC4240	GC1020	H13A	K20D	K20M	K15W
<b>Espesor de viruta máx., <math>h_{ex}</math> mm</b>										
0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.4	0.1-0.2-0.4	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.4	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3
<b>Velocidad de corte <math>v_c</math>, m/min</b>										
265-220-180 220-180-150	260-215-145 215-175-120	240-195-135 200-165-110	225-185-150 185-150-125	215-175-145 175-145-120	195-160-130 160-130-110	205-170-140 170-140-115	120-105-75 100-85-65	265-220-180 220-180-150	255-210-170 210-170-140	- -
290-240-195 235-190-155	285-235-155 225-185-125	260-215-145 210-170-115	245-200-165 195-160-130	230-190-155 185-155-125	215-175-145 170-140-115	225-185-150 180-145-120	130-110-85 105-90-65	290-240-195 235-190-155	275-225-185 220-180-150	245-200-165 195-160-130
180-150-125 170-140-115	280-230-155 225-185-125	165-135-90 150-125-85	155-125-105 140-115-95	145-120-100 135-110-90	135-110-90 125-100-85	140-115-95 130-105-90	80-70-50 75-65-50	180-150-125 170-140-115	175-140-115 160-130-110	- -

## Herramientas de planeado

## CoroMill® 345

Código de pedido		Avance por diente, $f_z$ mm/diente		Espesor de viruta máx., $h_{bx}$ mm	
		Valor de partida	(mín.—máx.)	Valor de partida	(mín.—máx.)
345L-1305M-PM	P	0.3	(0.16-0.4)	0.21	(0.11-0.28)
345R-1305E-KL	K	0.11	(0.07-0.2)	0.08	(0.05-0.14)
345R-1305E-KM	K	0.3	(0.16-0.4)	0.21	(0.11-0.28)
345R-1305E-PL	P	0.11	(0.07-0.2)	0.08	(0.05-0.14)
345R-1305M-KH	K	0.35	(0.3-0.49)	0.25	(0.21-0.35)
345R-1305M-KL	K	0.16	(0.07-0.23)	0.11	(0.05-0.16)
345R-1305M-KM	K	0.3	(0.16-0.4)	0.21	(0.11-0.28)
345R-1305M-PH	P	0.45	(0.35-0.55)	0.32	(0.25-0.39)
345R-1305M-PL	P	0.17	(0.07-0.21)	0.12	(0.05-0.15)
345R-1305M-PM	P	0.3	(0.16-0.4)	0.21	(0.11-0.28)
345R-13T5E-ML	M	0.11	(0.07-0.2)	0.08	(0.05-0.14)
345R-13T5E-MM	M	0.11	(0.07-0.2)	0.08	(0.05-0.14)
345R-13T5M-MM	M	0.25	(0.16-0.34)	0.18	(0.11-0.24)

## CoroMill® 245

Código de pedido		Avance por diente, $f_z$ mm/diente		Espesor de viruta máx., $h_{bx}$ mm	
		Valor de partida	(mín.—máx.)	Valor de partida	(mín.—máx.)
R245-12T3E	KNH	0.24	(0.1-0.28)	0.1	(0.06-0.15)
R245-12T3E-AL	N	0.24	(0.1-0.28)	0.17	(0.07-0.2)
R245-12T3E-KL	K	0.14	(0.08-0.21)	0.1	(0.06-0.15)
R245-12T3E-ML	M	0.14	(0.08-0.21)	0.1	(0.06-0.15)
R245-12T3E-PL	P	0.14	(0.08-0.21)	0.1	(0.06-0.15)
R245-12T3K-MM	M	0.23	(0.1-0.28)	0.16	(0.07-0.2)
R245-12T3M-KH	K	0.35	(0.1-0.42)	0.25	(0.07-0.3)
R245-12T3M-KL	K	0.17	(0.08-0.21)	0.12	(0.06-0.15)
R245-12T3M-KM	K	0.24	(0.1-0.28)	0.17	(0.07-0.2)
R245-12T3M-PH1	P	0.35	(0.1-0.42)	0.25	(0.07-0.3)
R245-12T3M-PL1	P	0.17	(0.08-0.21)	0.12	(0.06-0.15)
R245-12T3M-PM1	P	0.24	(0.1-0.28)	0.17	(0.07-0.2)
R245-18T6M-KM	K	0.28	(0.16-0.49)	0.2	(0.11-0.35)
R245-18T6M-MM	M	0.28	(0.16-0.49)	0.2	(0.11-0.35)
R245-18T6M-PM	P	0.28	(0.16-0.49)	0.2	(0.11-0.35)

## CoroMill® 419

Código de pedido		Avance por diente, $f_z$ mm/diente		Espesor de viruta máx., $h_{bx}$ mm	
		Valor de partida	(mín.—máx.)	Valor de partida	(mín.—máx.)
419N-140530E-SM	S	0.61	(0.4-1.2)	0.2	(0.13-0.39)
419N-140530M-KH	K	0.98	(0.49-2)	0.32	(0.16-0.65)
419R-1405E-MM	M	0.71	(0.34-1.2)	0.23	(0.11-0.39)
419R-1405M-PH	P	0.98	(0.46-2)	0.32	(0.15-0.65)
419R-1405M-PM	P	0.8	(0.4-1.78)	0.26	(0.13-0.58)

## CoroMill® 210

Código de pedido		Avance por diente, $f_z$ mm/diente		Espesor de viruta máx., $h_{bx}$ mm	
		Valor de partida	(mín.—máx.)	Valor de partida	(mín.—máx.)
R210-090412M-KM	K	0.98	(0.4-1.5)	0.17	(0.07-0.26)
R210-090412M-MM	M	1.5	(0.4-2.02)	0.26	(0.07-0.35)
R210-090412M-PM	P	0.98	(0.4-1.5)	0.17	(0.07-0.26)
R210-090414E-KM	K	1.5	(0.4-2.02)	0.26	(0.07-0.35)
R210-090414E-MM	M	1.5	(0.4-2.02)	0.26	(0.07-0.35)
R210-090414E-PM	P	1.5	(0.4-2.02)	0.26	(0.07-0.35)
R210-140512M-KM	K	1.5	(0.4-2.02)	0.26	(0.07-0.35)
R210-140512M-MM	M	2.02	(0.4-2.99)	0.35	(0.07-0.52)
R210-140512M-PM	P	1.5	(0.4-2.02)	0.26	(0.07-0.35)
R210-140514E-KM	K	1.5	(0.4-2.02)	0.26	(0.07-0.35)
R210-140514E-MM	M	2.02	(0.4-2.99)	0.35	(0.07-0.52)
R210-140514E-PM	P	1.5	(0.4-2.02)	0.26	(0.07-0.35)

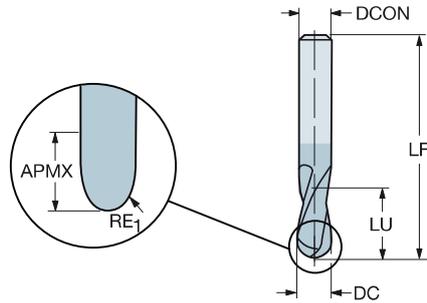
# Fresa de metal duro enteriza y punta esférica CoroMill® Plura para perfilado



# Fresa de metal duro enteriza y punta esférica CoroMill® Plura para perfilado

Para múltiples materiales de dureza ≤ 48 HRc

FHA 30°  
 BSG COROMANT  
 TCDC h7  
 TCDCON h5  
 PSIR 0°

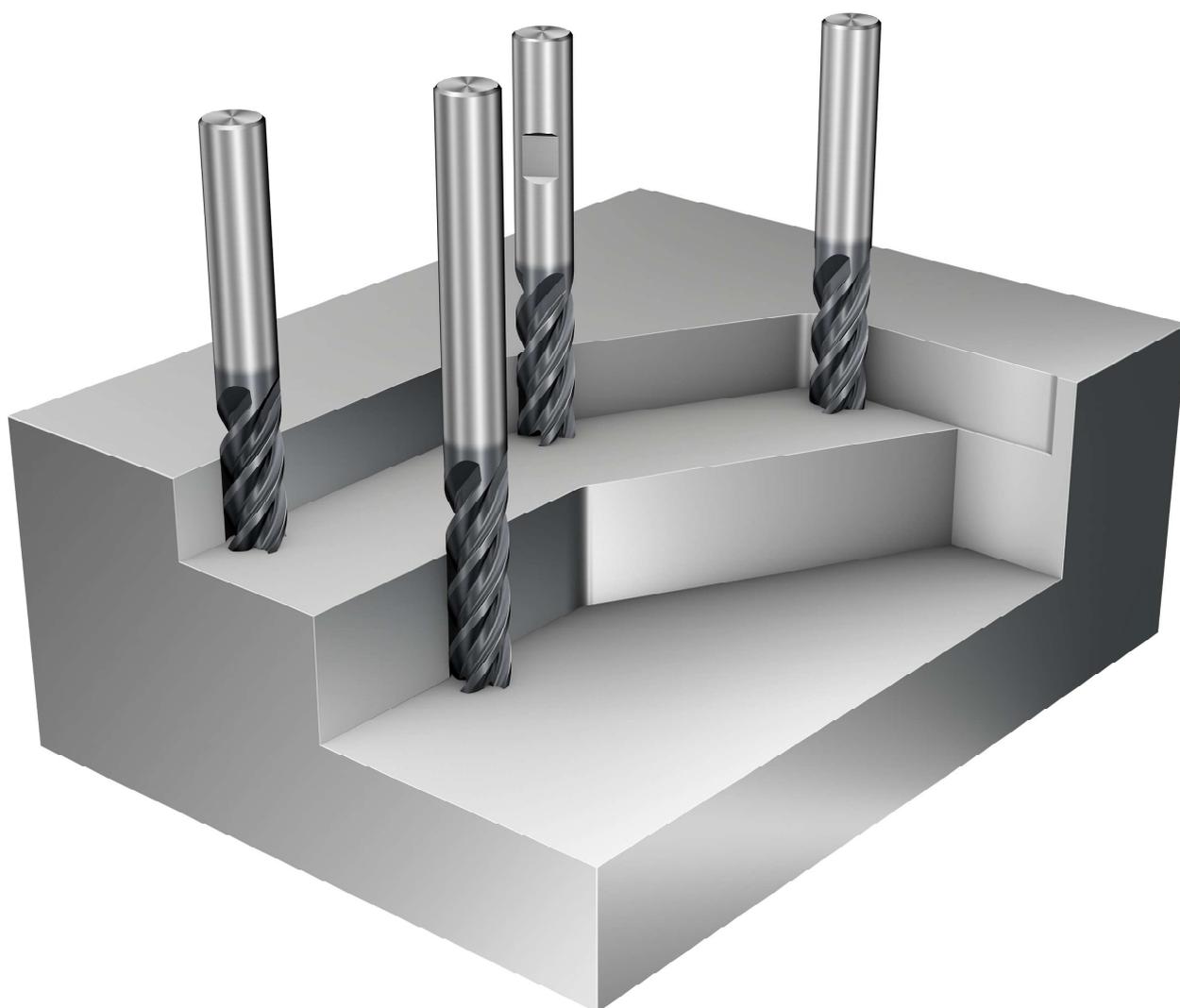


Versión métrica

							Dimensiones, mm		
DC	CZC <sub>MS</sub>	APMX	RE <sub>1</sub>	LU	ZEFP	Código de pedido	GRADE	DCON	LF
1.0	3	3.0	0.50	3.0	2	1B230-0100-XA	1630	3.0	38.0
1.5	3	3.0	0.75	3.0	2	1B230-0150-XA	1630	3.0	38.0
2.0	3	6.0	1.00	6.0	2	1B230-0200-XA	1630	3.0	38.0
2.5	3	7.0	1.25	7.0	2	1B230-0250-XA	1630	3.0	38.0
3.0	3	7.0	1.50	7.0	2	1B230-0300-XA	1630	3.0	38.0
4.0	6	8.0	2.00	8.0	2	1B230-0400-XA	1630	6.0	57.0
5.0	6	10.0	2.50	10.0	2	1B230-0500-XA	1630	6.0	57.0
6.0	6	10.0	3.00	10.0	2	1B230-0600-XA	1630	6.0	57.0
7.0	8	13.0	3.50	13.0	2	1B230-0700-XA	1630	8.0	63.0
8.0	8	16.0	4.00	16.0	2	1B230-0800-XA	1630	8.0	63.0
9.0	10	16.0	4.50	16.0	2	1B230-0900-XA	1630	10.0	72.0
10.0	10	19.0	5.00	19.0	2	1B230-1000-XA	1630	10.0	72.0
12.0	12	22.0	6.00	22.0	2	1B230-1200-XA	1630	12.0	83.0
14.0	14	22.0	7.00	22.0	2	1B230-1400-XA	1630	14.0	83.0
16.0	16	26.0	8.00	26.0	2	1B230-1600-XA	1630	16.0	92.0
18.0	18	26.0	9.00	26.0	2	1B230-1800-XA	1630	18.0	92.0
20.0	20	32.0	10.00	32.0	2	1B230-2000-XA	1630	20.0	104.0



# Fresa de ranurar de metal duro enteriza CoroMill® Plura para desbaste medio



A

FRESADO

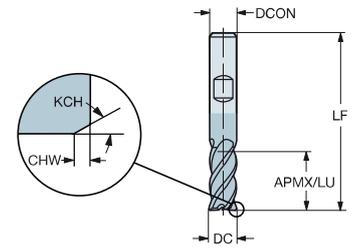
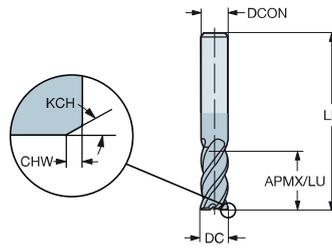
# Fresa de ranurar de metal duro enteriza CoroMill® Plura para desbaste medio

Para múltiples materiales de dureza  $\leq 48$  HRc

FHA  
BSG  
TCDC  
TCDCON

1P341-XA  
45°  
DIN 6527 L  
h10  
h6

1P341-XB  
45°  
DIN 6527 L  
h10  
h6



**P M K S**

Versión métrica

C

									Dimensiones, mm	
DC	CZC <sub>MS</sub>	APMX	CHW	KCH	LU	ZEFP	Código de pedido	GRADE	DCON	LF
2.0	6	7.0			7.0	4	1P341-0200-XA	1620, 1630	6.0	57.0
3.0	6	8.0			8.0	4	1P341-0300-XA	1620, 1630	6.0	57.0
4.0	6	11.0	0.10	45°	11.0	4	1P341-0400-XA	1620, 1630	6.0	57.0
5.0	6	13.0	0.10	45°	13.0	4	1P341-0500-XA	1620, 1630	6.0	57.0
6.0	6	13.0	0.10	45°	13.0	4	1P341-0600-XB	1630	6.0	57.0
	6	13.0	0.10	45°	13.0	4	1P341-0600-XA	1620, 1630	6.0	57.0
8.0	8	19.0	0.10	45°	19.0	4	1P341-0800-XB	1630	8.0	63.0
	8	19.0	0.10	45°	19.0	4	1P341-0800-XA	1620, 1630	8.0	63.0
10.0	10	22.0	0.10	45°	22.0	4	1P341-1000-XB	1630	10.0	72.0
	10	22.0	0.10	45°	22.0	4	1P341-1000-XA	1620, 1630	10.0	72.0
12.0	12	26.0	0.10	45°	26.0	4	1P341-1200-XB	1630	12.0	83.0
	12	26.0	0.10	45°	26.0	4	1P341-1200-XA	1620, 1630	12.0	83.0
14.0	14	26.0	0.15	45°	26.0	4	1P341-1400-XB	1630	14.0	83.0
	14	26.0	0.15	45°	26.0	4	1P341-1400-XA	1620, 1630	14.0	83.0
16.0	16	32.0	0.15	45°	32.0	4	1P341-1600-XB	1630	16.0	92.0
	16	32.0	0.15	45°	32.0	4	1P341-1600-XA	1620, 1630	16.0	92.0
18.0	18	32.0	0.15	45°	32.0	5	1P341-1800-XA	1620, 1630	18.0	92.0
20.0	20	38.0	0.15	45°	38.0	5	1P341-2000-XB	1630	20.0	104.0
	20	38.0	0.15	45°	38.0	5	1P341-2000-XA	1620, 1630	20.0	104.0

Versión en pulgadas

									Dimensiones, pulg.	
DC	CZC <sub>MS</sub>	APMX	CHW	KCH	LU	ZEFP	Código de pedido	GRADE	DCON	LF
.125	1/8	.313			.313	4	1P341-0318-XA	1630	.125	1.500
.188	3/16	.469	.004	45°	.469	4	1P341-0476-XA	1630	.187	2.000
.250	1/4	.531	.004	45°	.531	4	1P341-0635-XA	1630	.250	2.500
.375	3/8	.844	.006	45°	.844	4	1P341-0953-XA	1630	.375	3.000
.500	1/2	1.094	.006	45°	1.094	4	1P341-1270-XA	1630	.500	3.500
.625	5/8	1.313	.010	45°	1.313	5	1P341-1588-XA	1630	.625	4.000
.750	3/4	1.563	.010	45°	1.563	5	1P341-1905-XA	1630	.750	4.000
1.000	1	2.094	.010	45°	2.094	5	1P341-2540-XA	1630	1.000	5.000

E

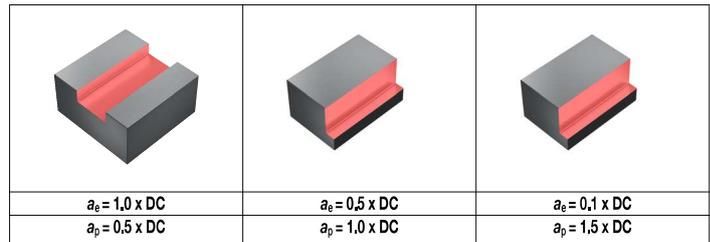


## Recomendaciones de velocidad de corte

Fresa de ranurar de metal duro enteriza CoroMill® Plura para desbaste pesado

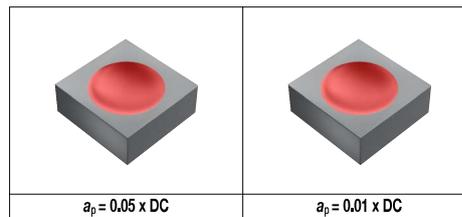
Fresa de ranurar de metal duro enteriza CoroMill® Plura para desbaste medio

Fresa de ranurar de metal duro enteriza CoroMill® Plura para desbaste con rompevirutas



ISO	Núm. MC	CMC	Material	HB	$a_e = 1,0 \times DC$ $a_p = 0,5 \times DC$			$a_e = 0,5 \times DC$ $a_p = 1,0 \times DC$			$a_e = 0,1 \times DC$ $a_p = 1,5 \times DC$		
					$f_z^*$	$v_c$ m/min	$v_c$ pie/min	$f_z^*$	$v_c$ m/min	$v_c$ pie/min	$f_z^*$	$v_c$ m/min	$v_c$ pie/min
P	P1.2.Z.AN	01.2	Acero no aleado	190	F52	145	476	F47	175	574	F55	290	951
	P2.2.Z.AN	02.2	Acero de baja aleación	240	F52	110	361	F47	135	443	F55	200	656
	P3.0.Z.HT	03.21	Acero de alta aleación	380	F52	80	262	F47	100	328	F55	170	558
M	P5.0.Z.AN	05.11	Acero inoxidable ferrítico/martensítico	200	F52	65	213	F47	80	262	F55	150	492
	M1.0.Z.AQ	05.21	Acero inoxidable austenítico	200	F51	65	213	F46	80	262	F54	120	394
	M3.2.Z.AQ	05.51	Acero inoxidable dúplex (austenítico/ferrítico)	260	F51	55	180	F46	70	230	F54	90	295
K	K1.1.C.NS	07.2	Fundición maleable	200	F52	140	459	F47	165	541	F55	150	492
	K2.1.C.UT	08.2	Fundición gris	180	F52	130	427	F47	150	492	F55	200	656
	K3.2.C.UT	09.2	Fundición nodular	215	F52	125	410	F47	145	476	F55	155	509
N	N1.2.Z.AG	30.12	Aleaciones con base de aluminio	100	F53	680	2231	F50	835	2740	F56	950	3117
	N1.3.C.UT	30.21	Aleaciones con base de aluminio	75	F53	230	755	F50	305	1001	F56	410	1345
	N1.4.C.NS	30.42	Aleaciones con base de aluminio	130	F53	100	328	F50	130	427	F56	195	640
	N3.2.C.UT	33.2	Cobre y aleaciones de cobre	90	F53	130	427	F50	170	558	F56	245	804
S	S1.0.U.AG	20.12	Superalloys con base de hierro	280	F51	30	98	F46	40	131	F54	50	164
	S2.0.Z.AG	20.22	Superalloys con base de níquel	350	F51	30	98	F46	40	131	F54	60	197
	S4.2.Z.AN	23.22	Aleaciones con base de titanio	320	F51	40	131	F46	50	164	F54	100	328

## Fresa de metal duro enteriza y punta esférica CoroMill® Plura para perfilado



ISO	Núm. MC	CMC	Material	HB	$a_p = 0,05 \times DC$			$a_p = 0,01 \times DC$		
					$f_z^*$	$v_c$ m/min	$v_c$ pie/min	$f_z^*$	$v_c$ m/min	$v_c$ pie/min
P	P1.2.Z.AN	01.2	Acero no aleado	190	F07	245	804	F37	295	968
	P2.2.Z.AN	02.2	Acero de baja aleación	240	F07	180	591	F37	215	705
	P3.0.Z.HT	03.21	Acero de alta aleación	380	F07	120	394	F37	140	459
M	P5.0.Z.AN	05.11	Acero inoxidable ferrítico/martensítico	200	F07	100	328	F37	110	361
	M1.0.Z.AQ	05.21	Acero inoxidable austenítico	200	F11	90	295	F43	110	361
	M3.2.Z.AQ	05.51	Acero inoxidable dúplex (austenítico/ferrítico)	260	F11	80	262	F43	90	295
K	K1.1.C.NS	07.2	Fundición maleable	200	F07	180	591	F37	215	705
	K2.1.C.UT	08.2	Fundición gris	180	F07	205	673	F37	245	804
	K3.2.C.UT	09.2	Fundición nodular	215	F07	165	541	F37	200	656
N	N1.2.Z.AG	30.12	Aleaciones con base de aluminio	100	F12	1345	4413	F45	1345	4413
	N1.3.C.UT	30.21	Aleaciones con base de aluminio	75	F12	920	3018	F45	1105	3625
	N1.4.C.NS	30.42	Aleaciones con base de aluminio	130	F12	330	1083	F45	395	1296
	N3.2.C.UT	33.2	Cobre y aleaciones de cobre	90	F12	520	1706	F45	625	2051
S	S1.0.U.AG	20.12	Superalloys con base de hierro	280	F11	50	164	F43	70	230
	S2.0.Z.AG	20.22	Superalloys con base de níquel	350	F11	40	131	F43	55	180
	S4.2.Z.AN	23.22	Aleaciones con base de titanio	320	F11	80	262	F43	105	344

\*Para las recomendaciones de avance, compare el código  $f_z$  con el código correspondiente en la página E5

# Recomendaciones de velocidad de avance

CoroMill® Plura

Versión métrica

D <sub>c</sub>	mm	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	6.000	6.350	7.938	8.000	9.525	10.000	12.000	12.700	14.000	15.875	16.000	18.000	19.050	20.000	25.000	25.400	
F1	mm/diente	-	0.0100	0.0200	0.0200	0.0200	0.0400	0.0400	0.0600	0.0600	0.0700	0.0700	0.0800	0.0800	0.1000	0.1100	0.1100	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200
F2	mm/diente	-	0.010	0.030	0.040	0.040	0.050	0.050	0.080	0.080	0.110	0.120	0.120	0.120	0.140	0.140	0.140	0.140	0.160	0.170	0.190	0.190	0.190
F3	mm/diente	-	0.020	0.040	0.050	0.050	0.080	0.080	0.120	0.120	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.160	0.210	0.210	0.240	0.240	0.240
F4	mm/diente	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.030	0.030	0.050	0.050	0.060	0.060	0.070	0.070	0.080	0.080	0.080	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
F5	mm/diente	0.010	0.010	0.020	0.030	0.030	0.040	0.040	0.070	0.070	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.120	0.120	0.120	0.120	0.140	0.160	0.160	0.160
F6	mm/diente	-	0.020	0.030	0.040	0.050	0.070	0.070	0.100	0.100	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.150	0.180	0.200	0.200	0.200	0.200
F7	mm/diente	0.010	0.020	0.030	0.050	0.060	0.080	0.080	0.120	0.120	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.160	0.160	0.180	0.200	0.200	0.250	0.250	0.250
F8	mm/diente	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.040	0.040	0.050	0.050	0.060	0.060	0.060	0.060	0.070	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
F9	mm/diente	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.040	0.040	0.060	0.060	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.100	0.100	0.100	0.100	0.110	0.130	0.130	0.130
F10	mm/diente	-	0.020	0.020	0.030	0.040	0.060	0.060	0.080	0.080	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.120	0.120	0.140	0.160	0.160	0.160
F11	mm/diente	0.015	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.060	0.100	0.100	0.120	0.120	0.120	0.120	0.140	0.140	0.140	0.150	0.160	0.160	0.200	0.200	0.200
F12	mm/diente	0.035	0.060	0.080	0.100	0.130	0.180	0.180	0.260	0.260	0.330	0.330	0.330	0.330	0.350	0.380	0.380	0.400	0.430	0.440	0.500	0.500	0.500
F13	mm/diente	-	-	0.016	0.024	0.032	0.072	0.076	0.095	0.096	0.143	0.150	0.180	0.191	0.210	0.238	0.240	0.270	0.286	0.300	0.375	0.375	0.375
F14	mm/diente	-	-	0.012	0.018	0.024	0.060	0.064	0.079	0.080	0.124	0.130	0.156	0.165	0.182	0.206	0.208	0.234	0.248	0.260	0.325	0.325	0.325
F15	mm/diente	-	-	0.008	0.012	0.016	0.036	0.038	0.048	0.048	0.071	0.075	0.090	0.095	0.105	0.119	0.120	0.135	0.143	0.143	0.188	0.188	0.188
F16	mm/diente	-	-	-	-	-	0.072	0.076	0.086	0.086	0.114	0.120	0.144	0.152	0.168	0.191	0.192	0.216	0.229	0.240	-	-	-
F17	mm/diente	-	-	-	-	-	0.060	0.064	0.071	0.072	0.099	0.104	0.125	0.132	0.146	0.165	0.166	0.187	0.198	0.208	-	-	-
F18	mm/diente	-	-	-	-	-	0.036	0.038	0.048	0.048	0.057	0.060	0.072	0.076	0.084	0.095	0.096	0.108	0.114	0.120	-	-	-
F19	mm/diente	-	-	-	-	-	0.070	0.070	0.080	0.080	0.080	0.080	0.090	0.090	0.100	0.100	0.100	0.150	0.150	0.160	0.190	0.190	0.190
F20	mm/diente	-	-	-	-	-	0.060	0.060	0.060	0.060	0.070	0.070	0.070	0.070	0.080	0.080	0.080	0.130	0.130	0.140	0.160	0.160	0.160
F21	mm/diente	-	-	-	-	-	0.040	0.040	0.050	0.050	0.050	0.050	0.060	0.060	0.070	0.070	0.070	0.120	0.120	0.130	0.150	0.150	0.150
F22	mm/diente	-	0.020	0.040	0.040	0.040	0.072	0.072	0.110	0.110	0.130	0.130	0.150	0.150	0.180	0.200	0.200	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220
F23	mm/diente	-	0.030	0.060	0.070	0.070	0.100	0.100	0.170	0.170	0.220	0.220	0.220	0.220	0.260	0.260	0.260	0.310	0.310	0.310	0.350	0.350	0.350
F24	mm/diente	-	0.040	0.070	0.070	0.110	0.150	0.150	0.200	0.200	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.330	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440
F25	mm/diente	-	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.030	0.030	0.040	0.040	0.050	0.050	0.060	0.070	0.070	-	-	-	-	-	-
F26	mm/diente	-	0.010	0.020	0.020	0.030	0.040	0.040	0.060	0.060	0.080	0.080	0.100	0.100	0.120	0.140	0.140	-	-	-	-	-	-
F27	mm/diente	-	-	0.020	0.024	0.028	0.035	0.036	0.042	0.043	0.048	0.050	0.057	0.059	0.063	0.070	0.070	0.077	0.080	0.083	0.100	-	-
F28	mm/diente	-	-	0.024	0.030	0.036	0.047	0.049	0.058	0.059	0.067	0.070	0.080	0.084	0.090	0.099	0.100	0.110	0.115	0.120	0.145	-	-
F29	mm/diente	-	-	0.028	0.035	0.041	0.054	0.056	0.067	0.067	0.077	0.080	0.093	0.098	0.107	0.119	0.120	0.133	0.140	0.147	0.180	-	-
F30	mm/diente	-	-	0.020	0.023	0.025	0.030	0.031	0.035	0.035	0.039	0.040	0.047	0.049	0.053	0.060	0.060	0.067	0.070	0.073	0.090	-	-
F31	mm/diente	-	-	0.020	0.023	0.025	0.037	0.040	0.051	0.052	0.063	0.067	0.076	0.079	0.084	0.093	0.093	0.102	0.107	0.111	0.133	-	-
F32	mm/diente	-	-	0.020	0.023	0.026	0.044	0.047	0.061	0.062	0.076	0.080	0.090	0.094	0.100	0.109	0.110	0.120	0.125	0.130	0.200	-	-
F33	mm/diente	-	-	0.020	0.020	0.020	0.021	0.027	0.028	0.033	0.035	0.035	0.038	0.040	0.042	0.045	0.045	0.048	0.050	0.052	0.060	-	-
F34	mm/diente	-	-	0.024	0.026	0.029	0.033	0.034	0.037	0.038	0.041	0.042	0.048	0.048	0.054	0.060	0.060	0.066	0.069	0.072	0.087	-	-
F35	mm/diente	-	-	0.030	0.033	0.035	0.040	0.041	0.045	0.045	0.049	0.050	0.070	0.077	0.091	0.110	0.111	0.131	0.142	0.152	0.203	-	-
F36	mm/diente	0.010	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.050	0.080	0.080	0.100	0.100	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.150	0.150	0.200	0.200	0.200	0.200
F37	mm/diente	-	0.030	0.050	0.080	0.100	0.120	0.120	0.150	0.150	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
F38	mm/diente	0.020	0.020	0.040	0.040	0.050	0.070	0.070	0.110	0.110	0.130	0.130	0.150	0.150	0.180	0.200	0.200	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220
F39	mm/diente	0.020	0.030	0.060	0.070	0.070	0.100	0.100	0.160	0.160	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.260	0.260	0.260	0.310	0.310	0.350	0.350	0.350
F40	mm/diente	-	-	-	0.070	0.100	0.160	0.160	0.250	0.250	0.300	0.300	0.350	0.350	0.400	0.500	0.500	0.600	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700
F41	mm/diente	-	-	-	0.060	0.080	0.130	0.130	0.200	0.200	0.240	0.240	0.280	0.280	0.320	0.400	0.400	0.480	0.560	0.560	0.560	0.560	0.560
F42	mm/diente	0.020	0.010	0.020	0.020	0.040	0.045	0.045	0.060	0.060	0.090	0.090	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.120	0.120	0.160	0.160	0.160
F43	mm/diente	-	0.020	0.040	0.065	0.080	0.100	0.100	0.120	0.120	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
F44	mm/diente	-	0.030	0.060	0.070	0.090	0.120	0.120	0.180	0.180	0.235	0.235	0.260	0.260	0.260	0.260	0.280	0.330	0.330	0.440	0.440	0.440	0.440
F45	mm/diente	-	0.070	0.110	0.175	0.220	0.260	0.260	0.330	0.330	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
F46	mm/diente	-	0.001	0.003	0.005	0.008	0.013	0.013	0.020	0.020	0.027	0.027	0.035	0.035	0.040	0.050	0.055	0.060	0.060	0.060	0.080	0.080	0.080
F47	mm/diente	-	0.002	0.004	0.008	0.012	0.020	0.020	0.030	0.030	0.040	0.040	0.050	0.050	0.060	0.070	0.070	0.080	0.090	0.090	0.115	0.115	0.115
F48	mm/diente	-	0.001	0.004	0.007	0.011	0.017	0.017	0.027	0.027	0.036	0.036	0.047	0.047	0.053	0.067	0.067	0.073	0.080	0.080	0.106	0.106	0.106
F49	mm/diente	-	0.003	0.005	0.011	0.016	0.027	0.027	0.040	0.040	0.053	0.053	0.067	0.067	0.080	0.093	0.093	0.111	0.120	0.120	0.153	0.153	0.153
F50	mm/diente	-	0.003	0.005	0.010	0.015	0.025	0.025	0.040	0.040	0.050	0.050	0.065	0.065	0.080	0.090	0.090	0.105	0.120	0.120	0.155	0.155	0.155
F51	mm/diente	-	0.002	0.005	0.009	0.013	0.020	0.020	0.023	0.023	0.035	0.035	0.040	0.040	0.050	0.055	0.055	0.060	0.070	0.070	0.080	0.080	0.080
F52	mm/diente	-	0.003	0.007	0.013	0.020	0.030	0.030	0.040	0.040	0.050	0.050	0.060	0.060	0.070	0.080	0.080						

# CoroDrill® 460

Versátiles brocas enterizas de metal duro de alto rendimiento

## Aplicación

- Para una amplia gama de materiales en todo tipo de segmento industrial como, por ejemplo, mecanizado general, moldes y matrices, automoción y generación de energía.
- Refrigerante interior y exterior.

## Área de aplicación ISO:

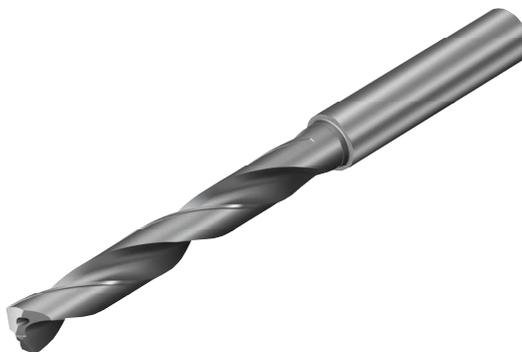


## Características y ventajas

- Alta productividad y vida útil constante de la herramienta
- Valor excepcional sin comprometer la calidad
- Buena calidad de agujero
- Reducción de los costos de herramientas
- Se puede volver a reafilar hasta tres veces, ampliando aún más la vida útil de la herramienta
- 20 Bar de presión del refrigerante

## Gama de productos

Tipo de broca	Diámetro	Profundidad	Refrigerante
Diámetro individual	3.00 - 20.00 mm (.118 - .787) inch	3xD & 5xD	Interno y Externo
Diámetro individual	3.00 - 20.00 mm (.118 - .787) inch	8xD	Refrigerante
Broca bidiametral y con chaflán	3.35 - 17.50 mm .132 - .689 (inch)	3xD	Refrigerante



[www.sandvik.coromant.com/corodrill460](http://www.sandvik.coromant.com/corodrill460)

## Recomendaciones

Utilice CoroChuck 930 para mantener una producción eficiente a través de configuraciones de herramientas rápidas y fáciles y cambios. Esto promoverá aún más la buena calidad del agujero, la reducción del salto radial y la extensión de la vida de la herramienta.

Use refrigerante interno para una eficiencia de corte óptima y evacuación de virutas, lo que resulta en una mayor productividad.



Para soluciones personalizadas, vea la página E36 productividad

Para ver adaptadores portapinzas, consulte nuestro catálogo de herramientas rotativas.



A

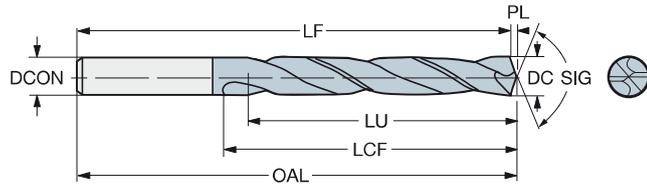
# Broca de metal duro integral CoroDrill® 460

Para múltiples materiales

Suministro de refrigerante exterior

TCHA  
SIG

H9  
140°



B



C

							Dimensiones, mm, pulg.											
DC	DC*	LU	LU*	ULDR	CZG <sub>MS</sub>	Código de pedido	GRADE	DCON	DCON*	OAL	OAL*	LF	LF*	LCF	LCF*	PL	PL*	BSG
4.80	.189	24.7	.972	5	6	460.1-0480-024A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.3	3.201	44	1.732	0.7	.028	DIN 6537 L
4.90	.193	15.4	.606	3	6	460.1-0490-015A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.3	2.571	28	1.102	0.7	.028	DIN 6537 K
4.90	.193	25.2	.992	5	6	460.1-0490-025A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.3	3.201	44	1.732	0.7	.028	DIN 6537 L
5.00	.197	15.7	.618	3	6	460.1-0500-015A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.3	2.571	28	1.102	0.7	.028	DIN 6537 K
5.00	.197	25.7	1.012	5	6	460.1-0500-025A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.3	3.201	44	1.732	0.7	.028	DIN 6537 L
5.10	.201	16.0	.630	3	6	460.1-0510-015A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.3	2.571	28	1.102	0.7	.028	DIN 6537 K
5.10	.201	26.2	1.032	5	6	460.1-0510-026A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.3	3.201	44	1.732	0.7	.028	DIN 6537 L
5.16	.203	16.2	.638	3	6	460.1-0516-016A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.2	2.567	28	1.102	0.8	.031	DIN 6537 K
5.16	.203	26.5	1.043	5	6	460.1-0516-026A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.2	3.197	44	1.732	0.8	.031	DIN 6537 L
5.20	.205	16.4	.646	3	6	460.1-0520-016A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.2	2.567	28	1.102	0.8	.031	DIN 6537 K
5.20	.205	26.8	1.055	5	6	460.1-0520-026A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.2	3.197	44	1.732	0.8	.031	DIN 6537 L
5.50	.217	17.3	.681	3	6	460.1-0550-017A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.2	2.567	28	1.102	0.8	.031	DIN 6537 K
5.50	.217	28.3	1.114	5	6	460.1-0550-028A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.2	3.197	44	1.732	0.8	.031	DIN 6537 L
5.56	.219	17.5	.689	3	6	460.1-0556-017A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.2	2.567	28	1.102	0.8	.031	DIN 6537 K
5.56	.219	28.6	1.126	5	6	460.1-0556-028A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.2	3.197	44	1.732	0.8	.031	DIN 6537 L
5.60	.220	17.6	.693	3	6	460.1-0560-017A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.2	2.567	28	1.102	0.8	.031	DIN 6537 K
5.60	.220	28.8	1.134	5	6	460.1-0560-028A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.2	3.197	44	1.732	0.8	.031	DIN 6537 L
5.70	.224	17.7	.697	3	6	460.1-0570-017A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.2	2.567	28	1.102	0.8	.031	DIN 6537 K
5.70	.224	29.3	1.154	5	6	460.1-0570-029A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.2	3.197	44	1.732	0.8	.031	DIN 6537 L
5.80	.228	17.6	.693	3	6	460.1-0580-017A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.1	2.563	28	1.102	0.9	.035	DIN 6537 K
5.80	.228	29.9	1.177	5	6	460.1-0580-029A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.1	3.193	44	1.732	0.9	.035	DIN 6537 L
5.95	.234	17.3	.681	2	6	460.1-0595-018A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.1	2.563	28	1.102	0.9	.035	DIN 6537 K
5.95	.234	30.6	1.205	5	6	460.1-0595-030A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.1	3.193	44	1.732	0.9	.035	DIN 6537 L
6.00	.236	18.9	.744	3	6	460.1-0600-018A0-XM	GC34	6.00	.236	66	2.598	65.1	2.563	28	1.102	0.9	.035	DIN 6537 K
6.00	.236	30.9	1.217	5	6	460.1-0600-030A0-XM	GC34	6.00	.236	82	3.228	81.1	3.193	44	1.732	0.9	.035	DIN 6537 L
6.10	.240	19.2	.756	3	8	460.1-0610-018A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.1	3.075	34	1.339	0.9	.035	DIN 6537 K
6.10	.240	31.4	1.236	5	8	460.1-0610-031A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.1	3.547	53	2.087	0.9	.035	DIN 6537 L
6.20	.244	19.5	.768	3	8	460.1-0620-019A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.1	3.075	34	1.339	0.9	.035	DIN 6537 K
6.20	.244	31.9	1.256	5	8	460.1-0620-031A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.1	3.547	53	2.087	0.9	.035	DIN 6537 L
6.30	.248	19.8	.780	3	8	460.1-0630-019A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.1	3.075	34	1.339	0.9	.035	DIN 6537 K
6.30	.248	32.4	1.276	5	8	460.1-0630-032A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.1	3.547	53	2.087	0.9	.035	DIN 6537 L
6.35	.250	20.0	.787	3	8	460.1-0635-019A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.1	3.075	34	1.339	0.9	.035	DIN 6537 K
6.35	.250	32.7	1.287	5	8	460.1-0635-032A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.1	3.547	53	2.087	0.9	.035	DIN 6537 L
6.40	.252	20.1	.791	3	8	460.1-0640-019A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.1	3.075	34	1.339	0.9	.035	DIN 6537 K
6.40	.252	32.9	1.295	5	8	460.1-0640-032A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.1	3.547	53	2.087	0.9	.035	DIN 6537 L
6.50	.256	20.5	.807	3	8	460.1-0650-020A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.0	3.071	34	1.339	1.0	.039	DIN 6537 K
6.50	.256	33.5	1.319	5	8	460.1-0650-033A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.0	3.543	53	2.087	1.0	.039	DIN 6537 L
6.60	.260	20.8	.819	3	8	460.1-0660-020A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.0	3.071	34	1.339	1.0	.039	DIN 6537 K
6.60	.260	34.0	1.339	5	8	460.1-0660-033A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.0	3.543	53	2.087	1.0	.039	DIN 6537 L
6.70	.264	21.1	.831	3	8	460.1-0670-020A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.0	3.071	34	1.339	1.0	.039	DIN 6537 K
6.70	.264	34.5	1.358	5	8	460.1-0670-034A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.0	3.543	53	2.087	1.0	.039	DIN 6537 L
6.75	.266	21.2	.835	3	8	460.1-0675-020A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.0	3.071	34	1.339	1.0	.039	DIN 6537 K
6.75	.266	34.7	1.366	5	8	460.1-0675-034A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.0	3.543	53	2.087	1.0	.039	DIN 6537 L
6.80	.268	21.4	.843	3	8	460.1-0680-020A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.0	3.071	34	1.339	1.0	.039	DIN 6537 K
6.80	.268	35.0	1.378	5	8	460.1-0680-034A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.0	3.543	53	2.087	1.0	.039	DIN 6537 L
6.90	.272	21.7	.854	3	8	460.1-0690-021A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.0	3.071	34	1.339	1.0	.039	DIN 6537 K
6.90	.272	35.5	1.398	5	8	460.1-0690-035A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.0	3.543	53	2.087	1.0	.039	DIN 6537 L
7.00	.276	22.0	.866	3	8	460.1-0700-021A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.0	3.071	34	1.339	1.0	.039	DIN 6537 K

D

E



# Broca de metal duro integral CoroDrill® 460

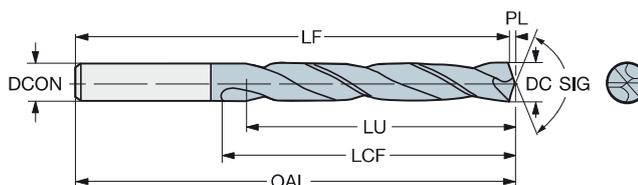
Para múltiples materiales

Suministro de refrigerante exterior

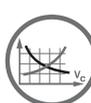


TCHA  
SIG

H9  
140°



														Dimensiones, mm, pulg.				
DC	DC*	LU	LU*	ULDR	CZC <sub>MS</sub>	Código de pedido	GRADE	DCON	DCON*	OAL	OAL"	LF	LF*	LCF	LCF*	PL	PL*	BSG
7.00	.276	36.0	1.417	5	8	460.1-0700-035A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.0	3.543	53	2.087	1.0	.039	DIN 6537 L
7.10	.280	22.3	.878	3	8	460.1-0710-021A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	78.0	3.071	41	1.614	1.0	.039	DIN 6537 K
7.10	.280	36.5	1.437	5	8	460.1-0710-036A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	90.0	3.543	53	2.087	1.0	.039	DIN 6537 L
7.14	.281	22.5	.886	3	8	460.1-0714-021A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.9	3.067	41	1.614	1.1	.043	DIN 6537 K
7.14	.281	36.8	1.449	5	8	460.1-0714-036A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.9	3.539	53	2.087	1.1	.043	DIN 6537 L
7.30	.287	23.0	.906	3	8	460.1-0730-022A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.9	3.067	41	1.614	1.1	.043	DIN 6537 K
7.30	.287	37.6	1.480	5	8	460.1-0730-037A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.9	3.539	53	2.087	1.1	.043	DIN 6537 L
7.40	.291	23.3	.917	3	8	460.1-0740-022A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.9	3.067	41	1.614	1.1	.043	DIN 6537 K
7.40	.291	38.1	1.500	5	8	460.1-0740-037A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.9	3.539	53	2.087	1.1	.043	DIN 6537 L
7.50	.295	23.6	.929	3	8	460.1-0750-023A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.9	3.067	41	1.614	1.1	.043	DIN 6537 K
7.50	.295	38.6	1.520	5	8	460.1-0750-038A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.9	3.539	53	2.087	1.1	.043	DIN 6537 L
7.54	.297	23.7	.933	3	8	460.1-0754-023A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.9	3.067	41	1.614	1.1	.043	DIN 6537 K
7.54	.297	38.8	1.528	5	8	460.1-0754-038A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.9	3.539	53	2.087	1.1	.043	DIN 6537 L
7.60	.299	23.9	.941	3	8	460.1-0760-023A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.9	3.067	41	1.614	1.1	.043	DIN 6537 K
7.60	.299	39.1	1.539	5	8	460.1-0760-038A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.9	3.539	53	2.087	1.1	.043	DIN 6537 L
7.70	.303	24.2	.953	3	8	460.1-0770-023A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.9	3.067	41	1.614	1.1	.043	DIN 6537 K
7.70	.303	39.6	1.559	5	8	460.1-0770-039A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.9	3.539	53	2.087	1.1	.043	DIN 6537 L
7.80	.307	24.6	.969	3	8	460.1-0780-023A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.8	3.063	41	1.614	1.2	.047	DIN 6537 K
7.80	.307	40.2	1.583	5	8	460.1-0780-039A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.8	3.535	53	2.087	1.2	.047	DIN 6537 L
7.90	.311	24.9	.980	3	8	460.1-0790-024A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.8	3.063	41	1.614	1.2	.047	DIN 6537 K
7.90	.311	40.7	1.602	5	8	460.1-0790-040A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.8	3.535	53	2.087	1.2	.047	DIN 6537 L
7.94	.313	25.0	.984	3	8	460.1-0794-024A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.8	3.063	41	1.614	1.2	.047	DIN 6537 K
7.94	.313	40.9	1.610	5	8	460.1-0794-040A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.8	3.535	53	2.087	1.2	.047	DIN 6537 L
8.00	.315	25.2	.992	3	8	460.1-0800-024A0-XM	GC34	8.00	.315	79	3.110	77.8	3.063	41	1.614	1.2	.047	DIN 6537 K
8.00	.315	41.2	1.622	5	8	460.1-0800-040A0-XM	GC34	8.00	.315	91	3.583	89.8	3.535	53	2.087	1.2	.047	DIN 6537 L
8.10	.319	25.5	1.004	3	10	460.1-0810-024A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.8	3.457	47	1.850	1.2	.047	DIN 6537 K
8.10	.319	41.7	1.642	5	10	460.1-0810-041A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.8	4.008	61	2.402	1.2	.047	DIN 6537 L
8.20	.323	25.8	1.016	3	10	460.1-0820-025A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.8	3.457	47	1.850	1.2	.047	DIN 6537 K
8.20	.323	42.2	1.661	5	10	460.1-0820-041A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.8	4.008	61	2.402	1.2	.047	DIN 6537 L
8.33	.328	26.2	1.032	3	10	460.1-0833-025A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.8	3.457	47	1.850	1.2	.047	DIN 6537 K
8.33	.328	42.9	1.689	5	10	460.1-0833-042A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.8	4.008	61	2.402	1.2	.047	DIN 6537 L
8.40	.331	26.4	1.039	3	10	460.1-0840-025A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.8	3.457	47	1.850	1.2	.047	DIN 6537 K
8.40	.331	43.2	1.701	5	10	460.1-0840-042A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.8	4.008	61	2.402	1.2	.047	DIN 6537 L
8.50	.335	26.8	1.055	3	10	460.1-0850-026A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.7	3.453	47	1.850	1.3	.051	DIN 6537 K
8.50	.335	43.8	1.724	5	10	460.1-0850-043A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.7	4.004	61	2.402	1.3	.051	DIN 6537 L
8.60	.339	27.1	1.067	3	10	460.1-0860-026A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.7	3.453	47	1.850	1.3	.051	DIN 6537 K
8.60	.339	44.3	1.744	5	10	460.1-0860-043A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.7	4.004	61	2.402	1.3	.051	DIN 6537 L
8.70	.343	27.4	1.079	3	10	460.1-0870-026A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.7	3.453	47	1.850	1.3	.051	DIN 6537 K
8.70	.343	44.8	1.764	5	10	460.1-0870-044A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.7	4.004	61	2.402	1.3	.051	DIN 6537 L
8.73	.344	27.5	1.083	3	10	460.1-0873-026A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.7	3.453	47	1.850	1.3	.051	DIN 6537 K
8.73	.344	44.9	1.768	5	10	460.1-0873-044A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.7	4.004	61	2.402	1.3	.051	DIN 6537 L
8.80	.346	27.7	1.091	3	10	460.1-0880-026A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.7	3.453	47	1.850	1.3	.051	DIN 6537 K
8.80	.346	45.3	1.783	5	10	460.1-0880-044A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.7	4.004	61	2.402	1.3	.051	DIN 6537 L
8.90	.350	45.8	1.803	5	10	460.1-0890-045A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.7	4.004	61	2.402	1.3	.051	DIN 6537 L
9.00	.354	28.3	1.114	3	10	460.1-0900-027A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.7	3.453	47	1.850	1.3	.051	DIN 6537 K
9.00	.354	46.3	1.823	5	10	460.1-0900-045A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.7	4.004	61	2.402	1.3	.051	DIN 6537 L
9.10	.358	28.6	1.126	3	10	460.1-0910-027A0-XM	GC34	10.00	.394	89	3.504	87.7	3.453	47	1.850	1.3	.051	DIN 6537 K
9.10	.358	46.8	1.843	5	10	460.1-0910-046A0-XM	GC34	10.00	.394	103	4.055	101.7	4.004	61	2.402	1.3	.051	DIN 6537 L



E14



E45



E36



E50



# CoroDrill® 460

Suministro de refrigerante exterior, valores en sistema métrico

2 – 3 x DC

ISO	Núm. MC	Material	Dureza Brinell HB	Velocidad de corte (V <sub>c</sub> ) m/min	
P		<b>Acero no aleado</b>		(mín.-inicio-máx.)	
	P1.1.Z.AN	C = 0,05-0,10 %	125	80-100-125	
	P1.1.Z.AN	C = 0,1-0,25%	125	80-100-125	
	P1.2.Z.AN	C = 0,25-0,55%	150	70,4-88-110	
	P1.3.Z.AN	C = 0,55-0,80%	170	70,4-88-110	
	P1.3.Z.AN	<b>Acero de alto cont. en carbono</b>			
		Acero de herramientas al carbono		210	70,4-88-110
	P2.1.Z.AN	<b>Acero de baja aleación</b>			
		No templado		175	70,4-88-110
		P2.5.Z.HT.1	Endurecido y templado	275	48-60-75
	P2.5.Z.HT.2	Endurecido y templado	350	61,6-52-65	
	P3.0.Z.AN	<b>Acero de alta aleación</b>			
		Recocido		200	60,8-76-95
	P3.0.Z.HT.1	Acero de herram. templado	300	41,6-52-65	
P1.5.C.UT	<b>Acero fundido</b>				
	No aleado		150	70,4-88-110	
P2.6.C.UT	Baja aleación (elementos de aleación ≤ 5%)		200	60,8-76-95	
M	<b>Acero inoxidable</b>				
	M1.0.Z.AQ	Austenítico	200	22,4-28-35	
	M2.0.Z.AQ	Superaustenítico Ni≥20%	200	22,4-28-35	
	M3.1.Z.AQ	Dúplex (austenítico/ferrítico)	230	19,2-24-30	
	M3.2.Z.AQ	Dúplex (austenítico/ferrítico)	260	19,2-24-30	
	M1.0.C.UT	Austenítico	200	22,4-28-35	
	M2.0.C.AQ	Superaustenítico Ni≥20%	200	22,4-28-35	
M3.1.C.AQ	Dúplex (austenítico/ferrítico)	230	19,2-24-30		
K	<b>Fundición maleable</b>				
	K1.1.C.NS	Ferrítico Perlítico	200	51,2-64-80	
	<b>Fundición gris</b>				
	K2.1.C.UT	Baja resistencia a la tracción	180	70,4-88-110	
	K2.2.C.UT	Alta resistencia a la tracción	245	70,4-88-110	
	K2.3.C.UT	Austenítico	175	51,2-64-80	
	<b>Fundición nodular</b>				
	K3.1.C.UT	Ferrítica	155	51,2-64-80	
	K3.2.C.UT	Ferrítico Perlítico	215	51,2-64-80	
	K3.3.C.UT	Perlítica	265	51,2-64-80	
K3.5.C.UT	Austenítico	190	51,2-64-80		
K5.1.C.NS	ADI	300	51,2-64-80		
N	<b>Aleaciones con base de aluminio</b>				
	N1.2.Z.UT	Puro comercial	60	160-200-250	
	N1.2.Z.AG	Aleaciones AlSi, Si ≤ 1%	100	160-200-250	
	N1.3.C.UT	Fundida, no envejecida	75	160-200-250	
	N1.3.C.AG	Fundición, o fundición y envejecido	90	128-160-200	
	N1.4.C.NS	Aleaciones de fundición AlSi, Si ≥ 13%	130	96-120-150	
N3.3.U.UT	<b>Aleaciones con base de cobre</b>				
	Aleaciones para corte sin problemas basadas en cobre (Pb>1%)		110	140,8-176-220	
N3.1.U.UT	Aleaciones de cobre sin plomo (incl. cobre electrolítico)		100	80-100-125	
S	<b>Titanio</b>				
	S4.1.Z.UT		200	32,5-44-55	
	S4.2.Z.AN		320	25,6-32-40	
S4.4.Z.AN		330	25,6-32-40		
H	<b>Acero extra duro: templado y revenido</b>				
	H1.1.Z.HA		50HRC	19,2-24-30	
H2.0.C.UT,4	Fundición en coquilla		64HRC	16-20-25	



# CoroTap™ 200

## Aplicaciones

- Solo para agujeros pasantes
- Disponible en varias formas y estándares de rosca
- Hasta 3xD dependiendo de los materiales

## Área de aplicación ISO:



## Ventajas y características

- Chafilán B (3,5-5 hilos) para una alta seguridad del proceso.
- El tratamiento del filo para reducir la fuerza axial y el par hace que la herramienta trabaje con más suavidad, reduce el riesgo de astillamiento del filo y mejora la calidad superficial, la vida útil de la herramienta y la formación de viruta.
- Machos de acero rápido pulvimetalúrgico que mejoran la tenacidad, la resistencia al desgaste y la vida útil de la herramienta.
- Hay varios recubrimientos y calidades disponibles.

- Machos con rectificado de entrada corregida
- Empuja la viruta hacia delante
- Para agujeros pasantes



Para soluciones personalizadas, vea la página E36

[www.sandvik.coromant.com/corotap200](http://www.sandvik.coromant.com/corotap200)



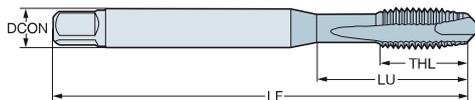
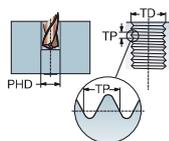
CoroChuck™ 970, consulte nuestros catálogo de herramientas rotativas.

# Macho de corte CoroTap™ 200 con entrada corregida

Forma de rosca: métrica

DIN 371, DIN 376

ULDR SUBSTRATE 2.5 HSS-PM



							Dimensiones, mm, pulg.						
TDZ	TP	LU	CZC <sub>MS</sub>	THCHT	TCTR	Código de pedido	GRADE	DCON	TD	LF	THL	NCF	BSG
M 2	0.40	9.00	2.80 x 2.10	B	6H	T200-XM100DA-M2	C110, C150, C145	2.8	2.00	45.0	6.0	2	DIN 371
		.354						.110	.079	1.772	.236		
M 2.5	0.45	12.50	2.80 x 2.10	B	6H	T200-XM100DA-M2.5	C110, C150, C145	2.8	2.50	50.0	8.0	2	DIN 371
		.492						.110	.098	1.969	.315		
M 3	0.50	18.00	3.50 x 2.70	B	6H	T200-XM100DA-M3	C110, C150, C145	3.5	3.00	56.0	8.9	3	DIN 371
		.709						.138	.118	2.205	.350		
M 3.5	0.60	20.00	4.00 x 3.00	B	6H	T200-XM100DA-M3.5	C110, C150, C145	4.0	3.50	56.0	10.8	3	DIN 371
		.787						.157	.138	2.205	.425		
M 4	0.70	21.00	4.50 x 3.40	B	6H	T200-XM100DA-M4	C110, C150, C145	4.5	4.00	63.0	11.7	3	DIN 371
		.827						.177	.157	2.480	.461		
M 4.5	0.75	25.00	6.00 x 4.90	B	6H	T200-XM100DA-M4.5	C110, C150, C145	6.0	4.50	70.0	13.0	3	DIN 371
		.984						.236	.177	2.756	.512		
M 5	0.80	25.00	6.00 x 4.90	B	6H	T200-XM100DA-M5	C110, C150, C145	6.0	5.00	70.0	12.6	3	DIN 371
		.984						.236	.197	2.756	.496		
M 6	1.00	30.00	6.00 x 4.90	B	6H	T200-XM100DA-M6	C110, C150, C145	6.0	6.00	80.0	14.5	3	DIN 371
		1.181						.236	.236	3.150	.571		
M 7	1.00	30.00	7.00 x 5.50	B	6H	T200-XM100DA-M7	C110, C150, C145	7.0	7.00	80.0	14.5	3	DIN 371
		1.181						.276	.276	3.150	.571		
M 8	1.25	35.00	8.00 x 6.20	B	6H	T200-XM100DA-M8	C110, C150, C145	8.0	8.00	90.0	17.4	3	DIN 371
		1.378						.315	.315	3.543	.685		
M 10	1.50	39.00	10.00 x 8.00	B	6H	T200-XM100DA-M10	C110, C150, C145	10.0	10.00	100.0	19.2	3	DIN 371
		1.535						.394	.394	3.937	.756		
M 3	0.50	37.00	2.20 x 1.80	B	6H	T200-XM101DA-M3	C110, C150, C145	2.2	3.00	56.0	10.0	3	DIN 376
		1.457						.087	.118	2.205	.394		
M 4	0.70	43.00	2.80 x 2.10	B	6H	T200-XM101DA-M4	C110, C150, C145	2.8	4.00	63.0	11.9	3	DIN 376
		1.693						.110	.157	2.480	.469		
M 5	0.80	49.00	3.50 x 2.70	B	6H	T200-XM101DA-M5	C110, C150, C145	3.5	5.00	70.0	13.2	3	DIN 376
		1.929						.138	.197	2.756	.520		
M 6	1.00	59.00	4.50 x 3.40	B	6H	T200-XM101DA-M6	C110, C150, C145	4.5	6.00	80.0	15.1	3	DIN 376
		2.323						.177	.236	3.150	.594		
M 8	1.25	67.00	6.00 x 4.90	B	6H	T200-XM101DA-M8	C110, C150, C145	6.0	8.00	90.0	18.0	3	DIN 376
		2.638						.236	.315	3.543	.709		
M 10	1.50	77.00	7.00 x 5.50	B	6H	T200-XM101DA-M10	C110, C150, C145	7.0	10.00	100.0	20.0	3	DIN 376
		3.032						.276	.394	3.937	.787		
M 12	1.75	83.00	9.00 x 7.00	B	6H	T200-XM101DA-M12	C110, C150, C145	9.0	12.00	110.0	23.0	3	DIN 376
		3.268						.354	.472	4.331	.906		
M 14	2.00	81.00	11.00 x 9.00	B	6H	T200-XM101DA-M14	C110, C150, C145	11.0	14.00	110.0	25.0	3	DIN 376
		3.189						.433	.551	4.331	.984		
M 16	2.00	68.00	12.00 x 9.00	B	6H	T200-XM101DA-M16	C110, C150, C145	12.0	16.00	110.0	25.0	3	DIN 376
		2.677						.472	.630	4.331	.984		
M 18	2.50	81.00	14.00 x 11.00	B	6H	T200-XM101DA-M18	B110, B145, B150	14.0	18.00	125.0	30.0	4	DIN 376
		3.189						.551	.709	4.921	1.181		
M 20	2.50	95.00	16.00 x 12.00	B	6H	T200-XM101DA-M20	B110, B145, B150	16.0	20.00	140.0	30.0	4	DIN 376
		3.740						.630	.787	5.512	1.181		



# CoroTap™

## CoroTap™ 200

### Valores métricos

ISO	Núm. MC	Material	HB	ULDR(xTD)								
				Calidad B110/C110			T200-XM Calidad B145/C145			Calidad B150/C150		
				ULDR			ULDR			ULDR		
			1.5	2	3	1.5	2	3	1.5	2	3	
			v <sub>c</sub> m/min			v <sub>c</sub> m/min			v <sub>c</sub> m/min			
P	Acero no aleado		125	43	35	30	31	25	21	31	25	21
	P1.1.Z.HT		190	41	34	29	27	22	19	27	22	19
	P1.2.Z.AN		190	39	32	27	22	18	15	22	18	15
	P1.2.Z.HT		210	31	26	22	20	16	14	20	16	14
	P1.3.Z.AN		190	39	32	27	22	18	15	22	18	15
	P1.3.Z.HT		300	21	17	15	12	10	9	12	10	9
	Acero de baja aleación		175	39	32	27	22	18	15	22	18	15
	P2.1.Z.AN		240	31	26	22	20	16	14	20	16	14
	P2.2.Z.AN		260	21	17	15	12	10	9	12	10	9
	P2.3.Z.AN		285	21	17	15	12	10	9	12	10	9
	Acero de alta aleación		200	31	26	22	20	16	14	20	16	14
	P3.0.Z.AN		380	10	8	7	6	5	4	6	5	4
	P3.0.Z.HT.1		250	31	26	22	20	16	14	20	16	14
	P3.1.Z.AN											
	Acero fundido		150	39	32	27	22	18	15	22	18	15
	P1.5.C.UT		200	31	26	22	20	16	14	20	16	14
	P2.6.C.UT											
	Acero inoxidable ferrítico/martensítico		330	32	26	22	20	16	14	20	16	14
P5.0.Z.HT.1		330	12	10	9	5	4	3				
P5.0.Z.PH												
M	Acero inoxidable austenítico		200	10	8	7	7	6	5	-	-	-
	M1.0.Z.AQ		230	10	8	7	7	6	5	-	-	-
	Acero inoxidable superaustenítico		200	10	8	7	7	6	5	-	-	-
	M2.0.Z.AQ		260	10	8	7	7	6	5	-	-	-
	M2.0.C.AQ											
	Acero inoxidable dúplex (austenítico/ferrítico)		200	6	5	4	5	4	3	-	-	-
M3.1.Z.AQ		200	6	5	4	5	4	3	-	-	-	
M3.2.Z.AQ		200	6	5	4	5	4	3	-	-	-	
M3.1.C.AQ		230	6	5	4	5	4	3	-	-	-	
K	Fundición maleable		200	24	20	17	18	15	13	18	15	13
	K1.1.C.NS											
	Fundición gris		180	23	19	16	18	15	13	18	15	13
	K2.1.C.UT		245	16	13	11	10	8	7	10	8	7
	K2.2.C.UT		175	24	20	17	18	15	13	18	15	13
	K2.3.C.UT											
	Fundición nodular		155	24	20	17	18	15	13	18	15	13
	K3.1.C.UT		215	24	20	17	18	15	13	18	15	13
K3.2.C.UT		265	24	20	17	18	15	13	18	15	13	
K3.3.C.UT		190	24	20	17	18	15	13	18	15	13	
K3.5.C.UT		300	16	13	11	10	8	7	10	8	7	
K5.1.C.NS												
N	Aleaciones con base de aluminio		60	49	40	34	-	-	-	43	35	30
	N1.2.Z.UT		100	49	40	34	-	-	-	43	35	30
	N1.2.Z.AG		75	49	40	34	-	-	-	43	35	30
	N1.3.C.UT		90	31	25	21	-	-	-	24	20	17
	N1.3.C.AG		130	21	18	15	-	-	-	18	15	13
	N1.4.C.NS											
	Aleaciones con base de cobre		110	46	38	32	-	-	-	37	30	26
N3.3.U.UT		100	18	15	13	-	-	-	15	12	10	
N3.1.U.UT												
S	Superaleaciones con base de hierro		200	9	8	6	-	-	-	6	5	4
	S1.0.U.AN											
	Superaleaciones con base de níquel		275	9	8	6	-	-	-	6	5	4
	S2.0.Z.UT		250	9	8	6	-	-	-	6	5	4
	S2.1.Z.AN		125	23	19	16	-	-	-	15	12	10
S4.1.Z.UT		200	21	18	15	-	-	-	18	15	13	
Aleaciones con base de titanio												

# CoroDrill® 880

## Brocas de plaquita intercambiable

Área de aplicación ISO:



### Ventajas y características para diámetros de agujero de 12.00–63.50 mm

- Productividad hasta un 100 % superior
- Tolerancias de agujero estrechas y acabado superficial optimizado
- Cuatro filos de corte efectivos con tecnología Wiper
- El robusto cuerpo de la broca con plaquitas centrales y periféricas cuenta con la exclusiva Step Technology™ para un perfecto equilibrio de las fuerzas de corte
- Excelente evacuación de la viruta

### Ventajas y características para diámetros de agujero de 65.00–84.00 mm

- Taladrado seguro y fiable debido al robusto cuerpo de broca y el rígido adaptador del cartucho
- Excelente control y evacuación de la viruta
- Excelente flexibilidad: un cuerpo de broca cubre cinco tamaños de diámetro debido al sistema de cartucho fijo reemplazable
- Solución rentable y fácil de usar con cartuchos y plaquitas intercambiables



[www.sandvik.coromant.com/corodrill880](http://www.sandvik.coromant.com/corodrill880)

### Cuerpos de broca

- Acoplamiento:
- Coromant Capto®
  - Mango cilíndrico
  - Acoplamiento VL

### Plaquitas

- Plaquitas con geometrías optimizadas para todo tipo de materiales

### Tolerancias:

#### 2 – 3 x DC

Gama de diámetros, mm	12.00-43.99	44.00-52.99	53.00-63.50
Tolerancia de agujero, mm	0/+0.25	0/+0.28	0/+0.30

#### 4 – 5 x DC

Gama de diámetros, mm	12.00-43.99	44.00-52.99	53.00-63.50
Tolerancia de agujero, mm	0/+0.40	0/+0.43	0/+0.45



J28



J38



N6

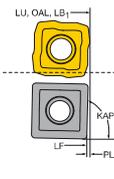
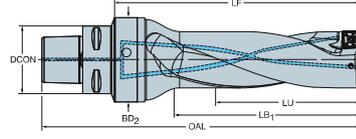
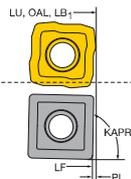
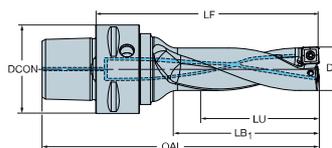
# Broca de plaqueta intercambiable CoroDrill® 880

Coromant Capto® - Suministro de refrigerante interior

DSGN

1

2



Dimensiones, mm

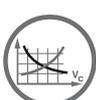
DC	C	P	LU	CZC <sub>MS</sub>	ADJLX	TCHAL	TCHAU	DSGN	Código de pedido	DCON	LF	OAL	LB <sub>1</sub>	BD <sub>2</sub>	PL	KAPR	BAR	KG	RPMX
12.00	01C	01P	36.00	C4	0.25	0.00	0.25	1	880-D1200C4-03	40.00	70.61	95.00	39.00		0.38	79°	10	0.343	33000
			48.00	C4	0.25	0.00	0.40	1	880-D1200C4-04	40.00	82.61	107.00	51.00		0.38	79°	10	0.349	22000
12.50	01C	01P	38.00	C4	0.25	0.00	0.25	1	880-D1250C4-03	40.00	72.61	97.00	40.00		0.38	79°	10	0.320	33000
			50.00	C4	0.25	0.00	0.40	1	880-D1250C4-04	40.00	85.61	110.00	53.00		0.38	79°	10	0.351	22000
12.70	01C	01P	38.00	C4	0.25	0.00	0.25	1	880-D1270C4-03	40.00	73.61	98.00	41.00		0.38	79°	10	0.352	33000
			38.00	C5	0.25	0.00	0.25	1	880-D1270C5-03	50.00	73.61	104.00	41.00		0.38	79°	10	0.570	33000
			38.00	C6	0.25	0.00	0.25	1	880-D1270C6-03	63.00	75.61	114.00	41.00		0.38	79°	10	0.900	33000
			51.00	C4	0.25	0.00	0.40	1	880-D1270C4-04	40.00	85.61	110.00	53.00		0.38	79°	10	0.350	22000
			51.00	C5	0.25	0.00	0.40	1	880-D1270C5-04	50.00	85.61	116.00	53.00		0.38	79°	10	0.577	22000
			51.00	C6	0.25	0.00	0.40	1	880-D1270C6-04	63.00	87.61	126.00	53.00		0.38	79°	10	0.900	22000
13.00	01C	01P	39.00	C4	0.25	0.00	0.25	1	880-D1300C4-03	40.00	74.61	99.00	42.00		0.38	79°	10	0.345	33000
			39.00	C5	0.25	0.00	0.25	1	880-D1300C5-03	50.00	74.61	105.00	42.00		0.38	79°	10	0.570	33000
			52.00	C4	0.25	0.00	0.40	1	880-D1300C4-04	40.00	87.61	112.00	55.00		0.38	79°	10	0.355	22000
			52.00	C5	0.25	0.00	0.40	1	880-D1300C5-04	50.00	87.61	118.00	55.00		0.38	79°	10	0.576	22000
13.50	01C	01P	41.00	C4	0.25	0.00	0.25	1	880-D1350C4-03	40.00	76.61	101.00	44.00		0.38	79°	10	0.355	33000
			41.00	C6	0.25	0.00	0.25	1	880-D1350C6-03	63.00	78.61	117.00	44.00		0.38	79°	10	0.900	33000
			54.00	C4	0.25	0.00	0.40	1	880-D1350C4-04	40.00	89.61	114.00	57.00		0.38	79°	10	0.355	22000
			54.00	C6	0.25	0.00	0.40	1	880-D1350C6-04	63.00	91.61	130.00	57.00		0.38	79°	10	0.958	22000
14.00	02C	02P	42.00	C4	0.50	0.00	0.25	1	880-D1400C4-03	40.00	77.67	102.00	45.00		0.32	88°	10	0.351	33000
			42.00	C5	0.50	0.00	0.25	1	880-D1400C5-03	50.00	77.67	108.00	45.00		0.32	88°	10	0.572	33000
			42.00	C6	0.50	0.00	0.25	1	880-D1400C6-03	63.00	79.67	118.00	45.00		0.32	88°	10	0.900	33000
			56.00	C4	0.50	0.00	0.40	1	880-D1400C4-04	40.00	91.70	116.00	59.00		0.29	88°	10	0.358	22000
			56.00	C5	0.50	0.00	0.40	1	880-D1400C5-04	50.00	91.70	122.00	59.00		0.29	88°	10	0.578	22000
			56.00	C6	0.50	0.00	0.40	1	880-D1400C6-04	63.00	93.70	132.00	59.00		0.29	88°	10	0.900	22000
14.50	02C	02P	44.00	C4	0.45	0.00	0.25	1	880-D1450C4-03	40.00	79.67	104.00	46.00		0.32	88°	10	0.356	33000
			58.00	C4	0.45	0.00	0.40	1	880-D1450C4-04	40.00	94.70	119.00	61.00		0.29	88°	10	0.365	22000
15.00	02C	02P	45.00	C4	0.40	0.00	0.25	1	880-D1500C4-03	40.00	81.67	106.00	48.00		0.32	88°	10	0.358	33000
			45.00	C5	0.40	0.00	0.25	1	880-D1500C5-03	50.00	81.67	112.00	48.00		0.32	88°	10	0.579	33000
			45.00	C6	0.40	0.00	0.25	1	880-D1500C6-03	63.00	83.67	122.00	48.00		0.32	88°	10	0.900	33000
			60.00	C4	0.40	0.00	0.40	1	880-D1500C4-04	40.00	96.70	121.00	63.00		0.29	88°	10	0.368	22000
			60.00	C5	0.40	0.00	0.40	1	880-D1500C5-04	50.00	96.70	127.00	63.00		0.29	88°	10	0.590	22000
			60.00	C6	0.40	0.00	0.40	1	880-D1500C6-04	63.00	98.70	137.00	63.00		0.29	88°	10	0.909	22000
15.50	02C	02P	47.00	C4	0.30	0.00	0.25	1	880-D1550C4-03	40.00	83.66	108.00	50.00		0.33	88°	10	0.363	33000
			47.00	C5	0.30	0.00	0.25	1	880-D1550C5-03	50.00	83.66	114.00	50.00		0.33	88°	10	0.584	33000
			47.00	C6	0.30	0.00	0.25	1	880-D1550C6-03	63.00	85.66	124.00	50.00		0.33	88°	10	0.900	33000
			62.00	C4	0.30	0.00	0.40	1	880-D1550C4-04	40.00	98.69	123.00	65.00		0.30	88°	10	0.373	22000
			62.00	C5	0.30	0.00	0.40	1	880-D1550C5-04	50.00	98.69	129.00	65.00		0.30	88°	10	0.594	22000
			62.00	C6	0.30	0.00	0.40	1	880-D1550C6-04	63.00	100.69	139.00	65.00		0.30	88°	10	0.915	22000
16.00	02C	02P	48.00	C4	0.30	0.00	0.25	1	880-D1600C4-03	40.00	85.66	110.00	51.00		0.33	88°	10	0.369	33000
			48.00	C5	0.30	0.00	0.25	1	880-D1600C5-03	50.00	85.66	116.00	51.00		0.33	88°	10	0.590	33000
			48.00	C6	0.30	0.00	0.25	1	880-D1600C6-03	63.00	87.66	126.00	51.00		0.33	88°	10	0.909	33000
			64.00	C4	0.30	0.00	0.40	1	880-D1600C4-04	40.00	101.69	126.00	67.00		0.30	88°	10	0.380	22000
			64.00	C5	0.30	0.00	0.40	1	880-D1600C5-04	50.00	101.69	132.00	67.00		0.30	88°	10	0.602	22000
			64.00	C6	0.30	0.00	0.40	1	880-D1600C6-04	63.00	103.69	142.00	67.00		0.30	88°	10	0.920	22000
16.50	03C	03P	50.00	C4	0.60	0.00	0.25	1	880-D1650C4-03	40.00	87.63	112.00	53.00		0.36	88°	10	0.377	30000
			50.00	C5	0.60	0.00	0.25	1	880-D1650C5-03	50.00	87.63	118.00	53.00		0.36	88°	10	0.596	30000
			66.00	C4	0.60	0.00	0.40	1	880-D1650C4-04	40.00	103.66	128.00	69.00		0.33	88°	10	0.400	19000
			66.00	C5	0.60	0.00	0.40	1	880-D1650C5-04	50.00	103.66	134.00	69.00		0.33	88°	10	0.631	19000
17.00	03C	03P	51.00	C4	0.60	0.00	0.25	1	880-D1700C4-03	40.00	88.63	113.00	54.00		0.36	88°	10	0.379	30000
			51.00	C5	0.60	0.00	0.25	1	880-D1700C5-03	50.00	88.63	119.00	54.00		0.36	88°	10	0.601	30000
			51.00	C6	0.60	0.00	0.25	1	880-D1700C6-03	63.00	90.63	129.00	54.00		0.36	88°	10	0.919	30000
			68.00	C4	0.60	0.00	0.40	1	880-D1700C4-04	40.00	105.66	130.00	71.00		0.33	88°	10	0.392	19000
			68.00	C5	0.60	0.00	0.40	1	880-D1700C5-04	50.00	105.66	136.00	71.00		0.33	88°	10	0.612	19000
			68.00	C6	0.60	0.00	0.40	1	880-D1700C6-04	63.00	107.66	146.00	71.00		0.33	88°	10	1.000	19000



J38



L4



J56



J81



N22



N6



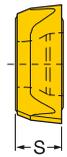
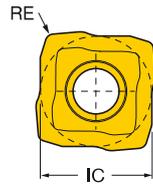
N15

# Plaquita CoroDrill® 880 para taladrado

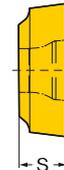
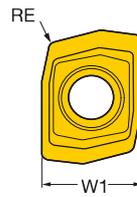
Plaquita central



880..C



880-01..C



INSUC	Código de pedido	Dimensiones, mm													
		P		M		K		N		S		H			
		1044	1044	1144	1044	H13A	1044	1144	H13A	1044	S	RE	IC	W1	
Avance medio	01C	C	880-01 02 03H-C-LM	★	☆	★	★	★	★	★	☆	☆	2.20	0.30	4.8
	02C	C	880-02 02 04H-C-GM	☆	☆	★	☆	☆	☆	★	★	★	2.40	0.40	4.9
	03C	C	880-02 02 04H-C-LM	★	★	★	★	★	★	★	★	★	2.40	0.40	4.9
		C	880-03 03 05H-C-GM	☆	☆	★	☆	☆	☆	☆	★	★	2.60	0.50	5.7
	04C	C	880-03 03 05H-C-LM	★	★	★	★	★	★	★	★	★	2.60	0.50	5.7
		C	880-04 03 05H-C-GM	☆	☆	★	☆	☆	☆	☆	★	★	2.80	0.50	6.8
	05C	C	880-04 03 05H-C-LM	★	★	★	★	★	★	★	★	★	2.80	0.50	6.8
		C	880-05 03 05H-C-GM	☆	☆	★	☆	☆	☆	☆	★	★	3.00	0.50	8.4
	06C	C	880-05 03 05H-C-LM	★	★	★	★	★	★	★	★	★	3.00	0.50	8.4
		C	880-06 04 06H-C-GM	☆	☆	★	☆	☆	☆	☆	★	★	3.50	0.60	10.2
	07C	C	880-06 04 06H-C-LM	★	★	★	★	★	★	★	★	★	3.50	0.60	10.2
		C	880-07 04 06H-C-GM	☆	☆	★	☆	☆	☆	☆	★	★	4.00	0.60	12.4
08C	C	880-07 04 06H-C-LM	★	★	★	★	★	★	★	★	★	4.00	0.60	12.4	
	C	880-08 05 08H-C-GM	☆	☆	★	☆	☆	☆	☆	★	★	4.50	0.80	14.9	
09C	C	880-08 05 08H-C-LM	★	★	★	★	★	★	★	★	★	4.50	0.80	14.9	
	C	880-09 06 08H-C-GM	☆	☆	★	☆	☆	☆	☆	★	★	5.50	0.80	17.9	
Avance elevado	01C	C	880-01 02 03H-C-GR	★			★	☆	☆	★	★	2.20	0.30	4.8	
	02C	C	880-02 02 04H-C-GR	★	☆		★	☆	☆	☆	☆	2.40	0.40	4.9	
	03C	C	880-03 03 05H-C-GR	★	☆		★	☆	☆	☆	☆	2.60	0.50	5.7	
	04C	C	880-04 03 05H-C-GR	★	☆		★	☆	☆	☆	☆	2.80	0.50	6.8	
	05C	C	880-05 03 05H-C-GR	★	☆		★	☆	☆	☆	☆	3.00	0.50	8.4	
	06C	C	880-06 04 06H-C-GR	★	☆		★	☆	☆	☆	☆	3.50	0.60	10.2	
	07C	C	880-07 04 06H-C-GR	★	☆		★	☆	☆	☆	☆	4.00	0.60	12.4	
	08C	C	880-08 05 08H-C-GR	★	☆		★	☆	☆	☆	☆	4.50	0.80	14.9	
	09C	C	880-09 06 08H-C-GR	★	☆		★	☆	☆	☆	☆	5.50	0.80	17.9	



J28



J56



J71



J81



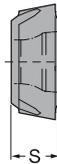
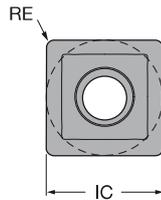
N22

# Plaqueta CoroDrill® 880 para taladrado

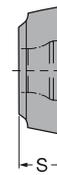
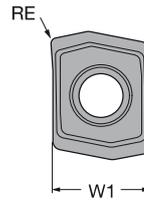
Plaqueta periférica



880..P



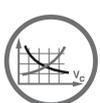
880-01..P



INSUC	Código de pedido	Dimensiones, mm																	
		P			M		K		N		S		H						
		4324	4334	4344	2044	4334	4324	4334	4344	4334	H13A	2044	4344	H13A	4334	6	RE	IC	W1
Avance medio	01P	P	880-01 02 W04H-P-LM	☆	★	☆										2.20	0.40	4.8	
		P	880-01 02 W04H-P-MS	☆	★	☆	★									2.20	0.40	4.8	
	02P	P	880-02 02 W04H-P-GM	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.40	0.40	5.1	
		P	880-02 02 W05H-P-LM	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.40	0.50	5.1	
		P	880-02 02 W05H-P-MS	☆	★	☆	★									2.40	0.50	5.1	
	03P	P	880-03 03 W05H-P-GM	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.60	0.50	6.0	
		P	880-03 03 W06H-P-LM	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.60	0.60	6.0	
		P	880-03 03 W06H-P-MS	☆	★	☆	★									2.60	0.60	6.0	
	04P	P	880-04 03 W05H-P-GM	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.80	0.50	7.4	
		P	880-04 03 W07H-P-LM	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.80	0.70	7.4	
		P	880-04 03 W07H-P-MS	☆	★	☆	★									2.80	0.70	7.4	
	05P	P	880-05 03 W05H-P-GM	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	3.00	0.50	8.9	
		P	880-05 03 W08H-P-LM	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	3.00	0.80	8.9	
		P	880-05 03 W08H-P-MS	☆	★	☆	★									3.00	0.80	8.9	
	06P	P	880-06 04 W06H-P-GM	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	3.50	0.60	10.7	
		P	880-06 04 W08H-P-LM	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	3.50	0.80	10.7	
		P	880-06 04 W08H-P-MS	☆	★	☆	★									3.50	0.80	10.7	
	07P	P	880-07 04 W06H-P-GM	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	4.00	0.60	12.7	
	P	880-07 04 W10H-P-LM	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	4.00	1.00	12.7		
	P	880-07 04 W10H-P-MS	☆	★	☆	★									4.00	1.00	12.7		
08P	P	880-08 05 W08H-P-GM	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	4.50	0.80	15.5		
	P	880-08 05 W10H-P-LM	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	4.50	1.00	15.5		
	P	880-08 05 W10H-P-MS	☆	★	☆	★									4.50	1.00	15.5		
09P	P	880-09 06 W08H-P-GM	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	5.50	0.80	18.6		
	P	880-09 06 W10H-P-LM	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	5.50	1.00	18.6		
	P	880-09 06 W10H-P-MS	☆	★	☆	★									5.50	1.00	18.6		
Avance elevado	01P	P	880-01 02 W04H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.20	0.40	4.8		
	02P	P	880-02 02 W05H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.40	0.50	5.1		
		P	880-02 02 W05H-P-GT	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.40	0.50	5.1		
	03P	P	880-03 03 W06H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.60	0.60	6.0		
		P	880-03 03 W06H-P-GT	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.60	0.60	6.0		
	04P	P	880-04 03 W07H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.80	0.70	7.4		
		P	880-04 03 W07H-P-GT	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2.80	0.70	7.4		
	05P	P	880-05 03 W08H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	3.00	0.80	8.9		
		P	880-05 03 W08H-P-GT	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	3.00	0.80	8.9		
	06P	P	880-06 04 W10H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	3.50	1.00	10.7		
		P	880-06 04 W10H-P-GT	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	3.50	1.00	10.7		
	07P	P	880-07 04 W12H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	4.00	1.20	12.7		
		P	880-07 04 W12H-P-GT	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	4.00	1.20	12.7		
	08P	P	880-08 05 W12H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	4.50	1.20	15.5		
		P	880-08 05 W12H-P-GT	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	4.50	1.20	15.5		
	09P	P	880-09 06 W12H-P-GR	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	5.50	1.20	18.6		
		P	880-09 06 W12H-P-GT	☆	★	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	5.50	1.20	18.6		



J28



J56



J71



J81



N22

## CoroDrill® 880

ISO	Núm. MC	Material	Dureza Brinell HB	Calidad	Velocidad de corte (m/min)	Diámetro de taladrado D <sub>c</sub> mm
P	P1.0.Z,AN (01.0)	Acero no aleado  No templado 0.05-0.10% C	90-200	4324	230-400	12.00-13.99 14.00-16.49 16.50-19.99
				4334	210-325	20.00-23.99 24.00-29.99
				4344	190-245	30.00-35.99 36.00-43.99 44.00-52.99 53.00-63.50
	P1.1.Z,AN (01.1)	No templado 0.05-0.25% C	90-200	4324	230-370	12.00-13.99 14.00-16.49 16.50-19.99
				4334	200-305	20.00-23.99 24.00-29.99
				4344	170-235	30.00-35.99 36.00-43.99 44.00-52.99 53.00-63.50
	P1.2.Z,AN (01.2)	No templado 0.25-0.55% C	125-225	4324	190-305	12.00-13.99 14.00-16.49 16.50-19.99
4334				155-250	20.00-23.99 24.00-29.99	
4344				120-190	30.00-35.99 36.00-43.99 44.00-52.99 53.00-63.50	
P1.3.Z,AN (01.3)	No templado 0.55-0.80% C	150-250	4324	170-290	12.00-13.99 14.00-16.49 16.50-19.99	
			4334	140-240	20.00-23.99 24.00-29.99	
			4344	105-185	30.00-35.99 36.00-43.99 44.00-52.99 53.00-63.50	
P1.3.Z,AN (01.4)	Acero de alto contenido en carbono y acero de herramientas	180-275	4324	200-290	12.00-13.99 14.00-16.49 16.50-19.99	
			4334	155-240	20.00-23.99 24.00-29.99	
			4344	105-180	30.00-35.99 36.00-43.99 44.00-52.99 53.00-63.50	
P2.1.Z,AN (02.1)	Acero de baja aleación (no endurecido)	150-260	4324	180-305	12.00-13.99 14.00-16.49 16.50-19.99	
			4334	150-250	20.00-23.99 24.00-29.99	
			4344	115-190	30.00-35.99 36.00-43.99 44.00-52.99 53.00-63.50	
P2.5.Z,HT (02.2)	Acero templado	220-450	4324	90-245	12.00-13.99 14.00-16.49 16.50-19.99	
			4334	85-195	20.00-23.99 24.00-29.99	
			4344	75-150	30.00-35.99 36.00-43.99 44.00-52.99 53.00-63.50	

Nota: el texto en negrita corresponde a la geometría recomendada  
La calidad de la plaquita central siempre es 1044.



## Adaptadores

		Lado de la máquina					
		Coromant Capto®	HSK	BIG-PLUS® ISO	BIG-PLUS® MAS-BT	ISO 7388-1	MAS-BT
Lado de la pieza	<b>Coromant Capto®</b>	-Extensión -Extensión con cambio rápido -Reducción  L6-L9  Inductor de refrigerante L102	-Adaptador -Cambio rápido	-Adaptador -Cambio rápido	-Adaptador -Cambio rápido	-Adaptador -Cambio rápido	-Adaptador -Cambio rápido
	<b>Coromant EH</b>	-Adaptador  L10-L11	-Adaptador  L31			-Adaptador  L59	-Adaptador  L70-L71  L72
	<b>En eje</b>	-Adaptador -Con tornillos de transmisión -Fresado lateral y planeado  L12-L15	-Adaptador -Con tornillos de transmisión  L32-L33	-Adaptador  L43	-Adaptador  L52	-Adaptador -Con tornillos de transmisión -Fresado lateral y planeado  L60-L61	-Adaptador -Con tornillos de transmisión -Fresado lateral y planeado  L73-L74
	<b>VL</b>	-Adaptador  L15	-Adaptador  L33	-Adaptador  L44	-Adaptador  L53	-Adaptador  L62	-Adaptador  L75
	<b>Weldon</b>	-Adaptador  L16	-Adaptador  L34			-Adaptador  L63	-Adaptador  L75
	<b>ISO 9766</b>	-Adaptador  L17  Inductor de refrigerante L102	-Adaptador  L35			-Adaptador -Adaptador ajustable  L64-L65	-Adaptador -Adaptador ajustable  L76
	<b>Weldon/ISO 9766</b>	-Adaptador  L18		-Adaptador  L45	-Adaptador  L53		
	<b>CoroMill® 327</b>	-Adaptador  L18					
	<b>CoroChuck™ 930</b>	-Adaptador  L19-L22	-Adaptador  L36-L38	-Adaptador  L46	-Adaptador  L54	-Adaptador  L66	-Adaptador  L77-L78
	<b>Portapinzas de ajuste por contracción</b>	-Adaptador  L23	-Adaptador  L39				
	<b>ER</b>	-Portapinzas -Portabrocas  L24-L25	-Portapinzas  L39	-Portapinzas  L47	-Portapinzas  L55	-Portapinzas  L67	-Portapinzas  L79
	<b>CoroChuck™ 970</b>	-Adaptador  L26	-Adaptador  L40	-Adaptador  L48	-Adaptador  L56	-Adaptador  L68	-Adaptador  L80

## Adaptadores amortiguados

		Lado de la máquina	
		Coromant Capto®	HSK
Lado de la pieza	<b>Coromant EH</b>	-Adaptador  L104	
	<b>En eje</b>	-Adaptador -Con tornillos de transmisión  L105	-Adaptador  L106

SPA

DIN 2080	DIN 2079	Mango cilíndrico	Mango Weldon	Bridgeport	Coromant EH	ER
-Adaptador  L82	-Adaptador -Cambio rápido  L84					
		-Adaptador L86-L90				-Adaptador L100
		-Con tornillos de transmisión  L90		-Adaptador  L96		
			-Adaptador L94			-Adaptador L101
		-Portapinzas  L91			-Adaptador  L98	
		-Adaptador L92	-Adaptador L94		-Adaptador L98	

J

K

L

M

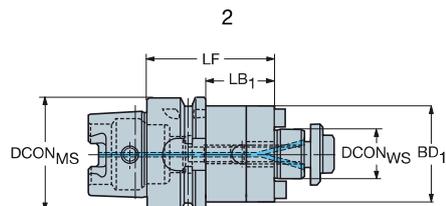
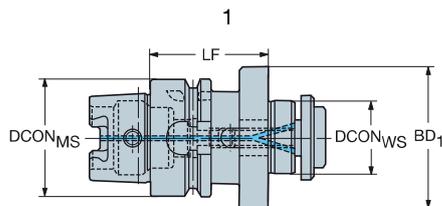
N

# HSK a eje, adaptador

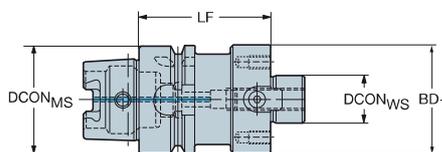
Adaptador del lado de la máquina HSK A/C

Refrigerante a través del eje

DSGN



		Dimensiones, mm														
CZC <sub>MS</sub>	CZC <sub>WS</sub>	CNSC	CXSC	DSGN	Código de pedido	DCON <sub>MS</sub>	DBC	DCON <sub>WS</sub>	LF	LB <sub>1</sub>	LB <sub>2</sub>	BD <sub>1</sub>	BD <sub>2</sub>	(BAR)	(KG)	RPMX
40	16	1	4	2	392.41005C-4016050	40.0		16.0	50.0	30.0	50.0	32.0	40.0	80	0.45	30000
	22	1	4	1	392.41005C-4022050	40.0		22.0	50.0	50.0		48.0		80	0.60	30000
50	16	1	4	2	392.41005C-5016050	50.0		16.0	50.0	24.0	50.0	32.0	50.0	80	0.62	25000
	22	1	4	2	392.41005C-5022060	50.0		22.0	60.0	34.0	60.0	48.0	50.0	80	0.92	25000
63	16	1	4	2	392.41005C6316050	63.0		16.0	50.0	24.0	50.0	32.0	63.0	80	0.87	20500
	22	1	4	2	392.41005C6322050	63.0		22.0	50.0	24.0	50.0	50.0	63.0	80	1.12	20500
	27	1	4	2	392.41005C6327060	63.0		27.0	60.0	24.0	60.0	60.0	63.0	80	1.45	20500
	32	1	4	1	392.41005C6332060	63.0		32.0	60.0	60.0		78.0		80	1.80	20500
40S	1	4	1	392.41005C6340060M	63.0	66.7	40.0	60.0	60.0			87.0		80	2.13	20500
80	22	1	4	2	392.41005C8022050	80.0		22.0	50.0	24.0	50.0	50.0	80.0	80	1.59	14000
	27	1	4	2	392.41005C8027050	80.0		27.0	50.0	24.0	50.0	60.0	80.0	80	1.78	14000
	32	1	4	2	392.41005C8032060	80.0		32.0	60.0	34.0	60.0	78.0	80.0	80	2.42	14000
	40	1	4	1	392.41005C8040060	80.0		40.0	60.0	60.0		87.0		80	2.74	14000
100	22	1	4	2	392.41005C10022100	100.0		22.0	100.0	71.0	100.0	50.0	100.0	80	3.25	12500
	27	1	4	2	392.41005C10027100	100.0		27.0	100.0	71.0	100.0	60.0	100.0	80	3.76	12500
	32	1	4	2	392.41005C10032100	100.0		32.0	100.0	71.0	100.0	78.0	100.0	80	4.90	12500
	40S	1	4	2	392.41005C10040100M	100.0	66.7	40.0	100.0	71.0	100.0	87.0	100.0	80	5.62	12500
125	32	1	4	2	392.41005C12532100	125.0		32.0	100.0	71.0	100.0	78.0	125.0	80	6.19	9500
	40S	1	4	2	392.41005C12540100M	125.0	66.7	40.0	100.0	71.0	100.0	87.0	125.0	80	7.05	9500



		Dimensiones, mm									
CZC <sub>MS</sub>	CZC <sub>WS</sub>	DSGN	Código de pedido	DCON <sub>MS</sub>	DBC	DCON <sub>WS</sub>	LF	BD <sub>1</sub>	(KG)		
100	60	1	392.41005-10060075	100.0	101.6	60.0	75.0	130.0	7.00		
125	60	1	392.41005-12560085	125.0	101.6	60.0	85.0	130.0	9.70		

Para obtener información sobre piezas de repuesto, visite [www.sandvik.coromant.com/es](http://www.sandvik.coromant.com/es)



M2



N22

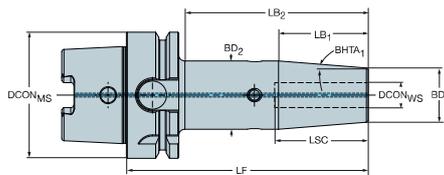


N15

# HSK a adaptador portapinzas de ajuste por contracción térmica

Adaptador del lado de la máquina HSK A/C

Suministro de refrigerante interior



Para mecanizado MQL

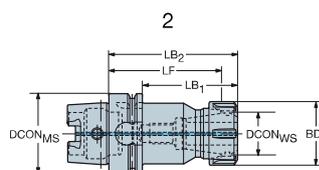
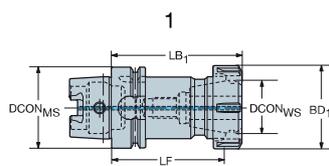
CZC <sub>MS</sub>	CZC <sub>WS</sub>	CNCS	CXSC	Código de pedido	Dimensiones, mm										RPMX	
					DCON <sub>MS</sub>	DCON <sub>WS</sub>	LSC	LF	LB <sub>1</sub>	LB <sub>2</sub>	BD <sub>1</sub>	BD <sub>2</sub>	BHTA <sub>1</sub>	BAR		KG
63	6	1	1	HA06-SH06Q-S-080	63,0	6,0	22	80,0	38,1	54,0	21,0	27,0	4°	10	0,83	25000
	6	1	1	HA06-SH06Q-S-120	63,0	6,0	22	120,0	38,1	94,0	21,0	27,0	4°	10	1,01	25000
	8	1	1	HA06-SH08Q-S-080	63,0	8,0	26	80,0	38,1	54,0	21,0	27,0	4°	10	0,82	25000
	8	1	1	HA06-SH08Q-S-120	63,0	8,0	26	120,0	38,1	94,0	21,0	27,0	4°	10	1,00	25000
	10	1	1	HA06-SH10Q-S-085	63,0	10,0	31	85,0	50,8	59,0	24,0	32,0	4°	10	0,90	25000
	10	1	1	HA06-SH10Q-S-120	63,0	10,0	31	120,0	50,8	94,0	24,0	32,0	4°	10	1,11	25000
	12	1	1	HA06-SH12Q-S-090	63,0	12,0	34	90,0	50,8	64,0	24,0	32,0	4°	10	0,91	25000
	12	1	1	HA06-SH12Q-S-120	63,0	12,0	34	120,0	50,8	94,0	24,0	32,0	4°	10	1,09	25000
	16	1	1	HA06-SH16Q-S-095	63,0	16,0	39	95,0	44,4	69,0	27,0	34,0	4°	10	0,97	25000
	16	1	1	HA06-SH16Q-S-120	63,0	16,0	39	120,0	44,4	94,0	27,0	34,0	4°	10	1,14	25000
	20	1	1	HA06-SH20Q-S-100	63,0	20,0	41	100,0	57,2	74,0	33,0	42,0	4°	10	1,17	25000
	20	1	1	HA06-SH20Q-S-120	63,0	20,0	41	120,0	57,2	94,0	33,0	42,0	4°	10	1,38	25000
	25	1	1	HA06-SH25Q-S-115	63,0	25,0	47	115,0	57,2	89,0	44,0	53,0	4°	10	1,75	25000
	32	1	1	HA06-SH32Q-S-120	63,0	32,0	51	120,0	57,2	94,0	44,0	53,0	4°	10	1,64	25000
100	6	1	1	HA10-SH06Q-S-085	100,0	6,0	22	85,0	38,1	56,0	21,0	27,0	4°	10	2,19	12500
	6	1	1	HA10-SH06Q-S-120	100,0	6,0	22	120,0	38,1	91,0	21,0	27,0	4°	10	2,34	12500
	8	1	1	HA10-SH08Q-S-085	100,0	8,0	26	85,0	38,1	56,0	21,0	27,0	4°	10	2,18	12500
	8	1	1	HA10-SH08Q-S-120	100,0	8,0	26	120,0	38,1	91,0	21,0	27,0	4°	10	2,33	12500
	10	1	1	HA10-SH10Q-S-090	100,0	10,0	31	90,0	50,8	61,0	24,0	32,0	4°	10	2,26	12500
	10	1	1	HA10-SH10Q-S-120	100,0	10,0	31	120,0	50,8	91,0	24,0	32,0	4°	10	2,44	12500
	12	1	1	HA10-SH12Q-S-095	100,0	12,0	34	95,0	50,8	66,0	24,0	32,0	4°	10	2,28	12500
	12	1	1	HA10-SH12Q-S-120	100,0	12,0	34	120,0	50,8	91,0	24,0	32,0	4°	10	2,42	12500
	16	1	1	HA10-SH16Q-S-100	100,0	16,0	39	100,0	44,4	71,0	27,0	34,0	4°	10	2,34	12500
	16	1	1	HA10-SH16Q-S-130	100,0	16,0	39	130,0	44,4	101,0	27,0	34,0	4°	10	2,54	12500
	20	1	1	HA10-SH20Q-S-105	100,0	20,0	41	105,0	57,2	76,0	33,0	42,0	4°	10	2,54	12500
	20	1	1	HA10-SH20Q-S-130	100,0	20,0	41	130,0	57,2	101,0	33,0	42,0	4°	10	2,80	12500
	25	1	1	HA10-SH25Q-S-115	100,0	25,0	47	115,0	57,2	86,0	44,0	53,0	4°	10	3,06	12500
	32	1	1	HA10-SH32Q-S-120	100,0	32,0	51	120,0	57,2	91,0	44,0	53,0	4°	10	2,95	12500

Equilibrio: Posibilidad de ajuste fino

## HSK a portapinzas ER

Adaptador del lado de la pieza DIN 6499-B

DSGN



CZC <sub>MS</sub>	CZC <sub>WS</sub>	CNCS	CXSC	DSGN	Código de pedido	Dimensiones, mm										RPMX
						DCON <sub>MS</sub>	DCON <sub>WS</sub>	LF	LB <sub>1</sub>	LB <sub>2</sub>	BD <sub>1</sub>	BD <sub>2</sub>	BAR	KG		
40	ER25	1	1	1	392.41014-4025062	40,0	26,0	50,0	62,0		42,0		80	0,42	30000	
50	ER32	1	1	1	392.41014-5032072	50,0	33,0	59,0	72,0		50,0		80	0,70	25000	
63	ER16	1	1	2	392.41014-63 16 100	63,0	17,0	89,4	71,0	100,0	28,0	63,0	80	0,96	20500	
	ER25	1	1	2	392.41014-63 25 100	63,0	26,0	88,0	74,0	100,0	42,0	63,0	80	1,24	20500	
	ER32	1	1	2	392.41014-63 32 100B	63,0	33,0	87,0	74,0	100,0	50,0	63,0	80	1,37	20500	
	ER40	1	1	1	392.41014-63 40 120B	63,0	41,0	105,0	120,0		63,0		80	1,88	20500	
100	ER32	1	1	2	392.41014-100 32 100A	100,0	33,0	87,0	71,0	100,0	50,0	100,0	80	2,75	12500	
	ER40	1	1	2	392.41014-100 40 120A	100,0	41,0	105,0	91,0	120,0	63,0	100,0	80	3,48	12500	
	ER50	1	1	2	392.41014-100 50 130A	100,0	52,0	109,0	101,0	130,0	78,0	100,0	80	4,45	12500	

Para obtener información sobre piezas de repuesto, visite [www.sandvik.coromant.com/es](http://www.sandvik.coromant.com/es)



M2



N22

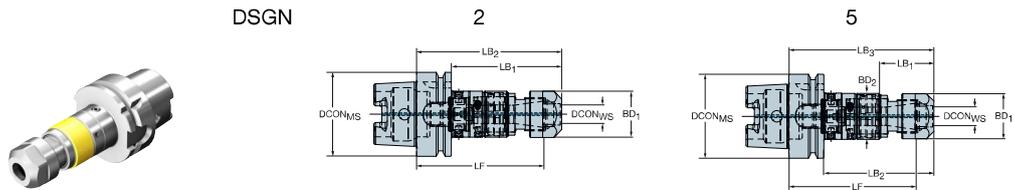


N15

# HSK a CoroChuck™ 970

Adaptador del lado de la máquina HSK A/C

Adaptador del lado de la pieza DIN 6499-B



							Dimensiones, mm											
CZC <sub>MS</sub>	CZC <sub>WS</sub>	TRMAX	CNSC	CXSC	DSGN	Código de pedido	DCON <sub>MS</sub>	DCON <sub>WS</sub>	LF	LB <sub>1</sub>	LB <sub>2</sub>	LB <sub>3</sub>	BD <sub>1</sub>	BD <sub>2</sub>	BD <sub>3</sub>	BAR	KG	RPMX
63	ER20	M12	1	1	5	970-HA06-20-108	63.0	20.8	95.1	40.3	82.2	108.1	33.7	35.0	63.0	80	1.09	8000
	ER25	M20	1	1	5	970-HA06-25-128	63.0	25.8	114.0	42.1	101.5	127.5	42.0	44.0	63.0	80	1.45	8000
	ER40	M30	1	1	2	970-HA06-40-160	63.0	41.0	143.1	133.9	159.9		62.7	63.0		80	2.91	8000
100	ER20	M12	1	1	5	970-HA10-20-115	100.0	20.8	101.6	40.3	85.7	114.6	33.7	35.0	100.0	80	2.58	8000
	ER25	M20	1	1	5	970-HA10-25-134	100.0	25.8	120.5	42.1	105.0	134.0	42.0	44.0	100.0	80	2.92	8000
	ER40	M30	1	1	2	970-HA10-40-164	100.0	40.8	146.6	134.4	163.4		62.7	100.0		80	4.35	8000

## Para mecanizado MQL

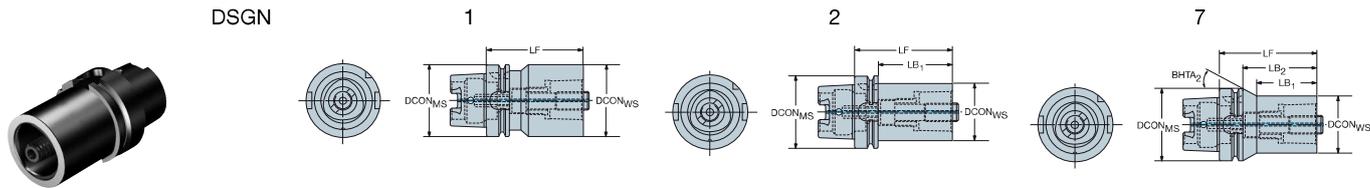
							Dimensiones, mm										
CZC <sub>MS</sub>	CZC <sub>WS</sub>	TRMAX	CNSC	CXSC	DSGN	Código de pedido	DCON <sub>MS</sub>	DCON <sub>WS</sub>	LF	LB <sub>1</sub>	LB <sub>2</sub>	LB <sub>3</sub>	BD <sub>1</sub>	BD <sub>2</sub>	BAR	KG	RPMX
63	ER20	M12	1	1	5	970-HA06Q-20-108	63.0	20.8	95.1	40.3	82.1	108.1	33.7	34.6	80	1.10	8000
	ER25	M20	1	1	5	970-HA06Q-25-128	63.0	25.8	114.0	43.2	101.5	127.5	41.7	44.0	80	1.05	8000
100	ER20	M12	1	1	5	970-HA10Q-20-115	100.0	20.8	101.6	40.7	85.6	114.6	33.7	34.6	80	2.53	8000
	ER25	M20	1	1	5	970-HA10Q-25-134	100.0	25.8	120.5	42.1	105.0	134.0	41.7	44.0	80	2.89	8000

Para obtener información sobre piezas de repuesto, visite [www.sandvik.coromant.com/es](http://www.sandvik.coromant.com/es)

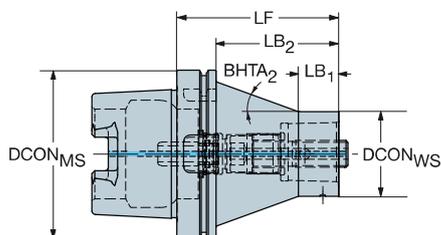


# HSK a Coromant Capto®, adaptador

Adaptador del lado de la máquina HSK A/C



		Dimensiones, mm											(BAR)	(KG)		
CZC <sub>MS</sub>	CZC <sub>WS</sub>	CNSC	CXSC	DSGN	Código de pedido	DCON <sub>MS</sub>	DCON <sub>WS</sub>	LF	LB <sub>1</sub>	LB <sub>2</sub>	LB <sub>3</sub>	BD <sub>2</sub>	BD <sub>3</sub>	BHTA <sub>2</sub>		
50	C3	1	1	2	C3-390.410-50 075A	50.0	32.0	75.0	49.0	75.0		50.0		0°	100	0.67
	C4	1	1	2	C4-390.410-50 080A	50.0	40.0	80.0	54.0	80.0		50.0		0°	100	0.85
63	C3	1	1	2	C3-390.410-63 075C	63.0	32.0	75.0	49.0	75.0		63.0		0°	100	0.98
	C4	1	1	2	C4-390.410-63 080C	63.0	40.0	80.0	54.0	80.0		63.0		0°	100	1.14
	C5	1	1	2	C5-390.410-63 090C	63.0	50.0	90.0	64.0	90.0		63.0		0°	100	1.47
80	C4	1	1	2	C4-390.410-80 090	80.0	40.0	90.0	64.0	90.0		80.0		0°	100	1.69
	C5	1	1	2	C5-390.410-80 095	80.0	50.0	95.0	69.0	95.0		80.0		0°	100	2.02
	C6	1	1	2	C6-390.410-80 110	80.0	63.0	110.0	84.0	110.0		80.0		0°	100	2.79
100	C3	1	1	7	C3-390.410-100 080A	100.0	32.0	80.0	43.0	51.0	80.0	32.0	100.0	45°	100	2.42
	C4	1	1	2	C4-390.410-100 090A	100.0	40.0	90.0	61.0	90.0		100.0		0°	100	2.63
	C5	1	1	2	C5-390.410-100 100A	100.0	50.0	100.0	71.0	100.0		100.0		0°	100	3.02
	C6	1	1	2	C6-390.410-100 110A	100.0	63.0	110.0	81.0	110.0		100.0		0°	100	3.70
	C8	1	1	2	C8-390.410-100 120A	100.0	80.0	120.0	91.0	120.0		100.0		0°	100	4.87
	C10	1	1	1	C10-390.410-100 155	100.0	100.0	155.0	155.0						100	7.64
125	C4	1	1	7	C4-390.410-125 095	125.0	40.0	95.0	46.0	66.0	95.0	40.0	125.0	45°	100	4.15
	C5	1	1	7	C5-390.410-125 105	125.0	50.0	105.0	66.0	76.0	105.0	50.0	125.0	45°	100	4.46
	C6	1	1	2	C6-390.410-125 120	125.0	63.0	120.0	91.0	120.0		125.0		0°	100	5.35
	C8	1	1	2	C8-390.410-125 130	125.0	80.0	130.0	101.0	130.0		125.0		0°	100	6.70
	C10	1	1	2	C10-390.410-125 160	125.0	100.0	160.0	131.0	160.0		125.0		0°	100	9.66
160	C6	1	1	2	C6-390.410-160 125	160.0	63.0	125.0	94.0	125.0		160.0		0°	100	8.55
	C8	1	1	2	C8-390.410-160 135	160.0	80.0	135.0	104.0	135.0		160.0		0°	100	10.16
	C10	1	1	2	C10-390.410-160 160	160.0	100.0	160.0	129.0	160.0		160.0		0°	100	12.94



## Diseño de mecanizado pesado

		Dimensiones, mm											(BAR)	(KG)
CZC <sub>MS</sub>	CZC <sub>WS</sub>	CNSC	CXSC	Código de pedido	DCON <sub>MS</sub>	DCON <sub>WS</sub>	LF	LB <sub>1</sub>	LB <sub>2</sub>	BHTA <sub>2</sub>				
100	C3	1	1	C3-390.410-100080HD	100.0	32.0	80.0	20.0	51.0	41°	100	2.93		
	C4	1	1	C4-390.410-100090HD	100.0	40.0	90.0	20.0	61.0	29°	100	3.27		
	C5	1	1	C5-390.410-100100HD	100.0	50.0	100.0	30.0	71.0	23°	100	3.58		
	C6	1	1	C6-390.410-100110HD	100.0	63.0	110.0	30.0	81.0	12°	100	4.22		
125	C4	1	1	C4-390.410-125095HD	125.0	40.0	95.0	20.0	66.0	36°	100	5.25		
	C5	1	1	C5-390.410-125105HD	125.0	50.0	105.0	20.0	76.0	27°	100	5.82		
	C6	1	1	C6-390.410-125120HD	125.0	63.0	120.0	30.0	91.0	20°	100	6.57		
	C8	1	1	C8-390.410-125130HD	125.0	80.0	130.0	30.0	101.0	11°	100	7.76		

Junto con los mangos básicos HSK se suministra un tubo de refrigerante especial.

Para obtener información sobre piezas de repuesto, visite [www.sandvik.coromant.com/es](http://www.sandvik.coromant.com/es)



M2



N22



N15

