TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

“Diseño y fabricación de moldes mediante procesos de mecanizado para la puesta en marcha de la CNC Spinner U630”

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

INGENIERÍA MECATRÓNICA

PERIODO 23-24 /2

PRESENTA(N)

ANGELES CHÁVEZ DIANA SOFIA

201920945

CORREA MONTOYA ALAIN ADAIR

201921323

DEL RIO COLIN LESLIE

201920217

ASESOR INTERNO: ING. AXEL MARTÍNEZ CHÁVEZ

Coacalco de Berriozábal, Septiembre/2024

Agradecimiento

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron de manera invaluable a la realización de este informe técnico de residencias profesionales sobre el diseño y fabricación de moldes para la CNC Spinner U630.

Primero, deseamos agradecer a nuestro asesor interno, Axel Martínez Chávez, por su orientación experta, apoyo constante y sabios consejos a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus conocimientos y dedicación fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

Agradecemos profundamente al Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco por brindarnos acceso a las instalaciones y recursos necesarios para llevar a cabo la investigación de manera efectiva. La infraestructura y el equipo proporcionados fueron esenciales para los experimentos y la fabricación de moldes.

Por último, pero no menos importante, agradecemos a todas las fuentes de inspiración que nos impulsaron a emprender esta investigación, así como a la comunidad académica y a todas las personas cuyos trabajos previos sientan las bases para este estudio. Este proyecto no habría sido posible sin el esfuerzo y el apoyo de cada una de estas personas e instituciones. Gracias a todos por su contribución.

Atte. Angeles Chávez Diana Sofia, Correa Montoya Alain Adair, Del Río Colin Leslie

Resumen

El informe se centra en el proceso integral de diseño y fabricación de moldes mecanizados para la CNC Spinner U630. La investigación se enfoca al desarrollo eficiente y preciso para la creación de moldes personalizados destinados a la producción de piezas específicas.

El proceso se inicia con la definición de requisitos, donde se identifican las necesidades del proyecto en términos de piezas, materiales y estándares de calidad. Luego, se procede al diseño detallado del molde utilizando software CAD, abordando aspectos como forma, tamaño y funcionalidad.

La selección de materiales es un paso crítico, considerando factores como la durabilidad y conductividad térmica. La fabricación del molde se lleva a cabo mediante la CNC Spinner U630, aplicando operaciones de fresado, torneado y rectificado para dar forma al molde. Abarcando tratamientos térmicos y acabado superficial para garantizar la calidad y durabilidad del molde. Se realizan pruebas exhaustivas y ajustes necesarios antes de la puesta en marcha en la máquina.

Una vez en funcionamiento, el molde permite la producción en serie de piezas con un control de calidad riguroso. La documentación y los protocolos de seguridad son fundamentales en todo el proceso. En resumen, este reporte aporta un enfoque completo y eficiente para el diseño y la fabricación de moldes mecanizados, con aplicaciones valiosas en la producción de piezas personalizadas y precisas en la CNC.

Índice

Agradecimiento 2
Resumen 3
CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO 10
1.1 Introducción. 11
1.2 Descripción de la empresa u organización. 13
1.2.1 Croquis de Ubicación: 13
1.2.2. Sector Productivo de la dependencia. 14
1.2.3. Objetivo general de la dependencia. 14
1.2.4. Estructura organizacional. 15
1.2.5. Misión: 15
1.2.6. Visión: 16
1.2.7. Filosofía y/o valores: 16
1.3 Justificación. 18
1.4. Problemas por resolver priorizándolos. 19
1.5. Objetivos 20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 21
UNIDAD I. 22
2.1. ¿Qué es un molde? 22
2.2. Tipo de moldes. 23
2.2.1. Moldes de inyección. 23
2.2.2 Moldes por soplado 28
2.2.3. Moldes por fundido. 34
2.3. Tipo de materiales para moldes. 38
2.3.1. Clasificación de los materiales para moldes. 38
2.3.2. Propiedades mecánicas. 51
2.3.3. Propiedades térmicas. 54
2.3.4. Propiedades aleaciones. 56
2.4. Fabricación de moldes. 59
2.4.1. Características de los moldes. 63

2.4.2. Procesos de fabricación de moldes: 64
2.4.3. Validaciones de moldes: 64
2.4.4. Pruebas en frío y en caliente: 66
2.5. Simulación. 67
2.5.1. CAD (Diseños Asistido por Computadora). 68
2.5.2. CAM (Manufactura Asistida por Computadora). 69
2.5.3. CAE (Ingeniería Asistida por Computadora). 70
2.6. CNC Spinner U630. 71
2.6.1. Características: 72
2.6.2. Integración de software CAD y SolidWorks©. 73
2.6.3. Simulación en 3D para diseño de moldes. 73
2.6.4. Impresión 3D aplicada a la fabricación de moldes. 74
2.6.5. CNC y control Numérico. 74
CAPÍTULO III. DESARROLLO 75
3.1. Etapa 1 "Diagnóstico técnico". 76
3.1.1. Informe técnico etapa 1. 77
3.2. Etapa 2 "Propuesta, diseño para la creación y fabricación de moldes". 79
3.2.1. Informe técnico etapa 2. 80
3.2.2. Elaborar propuestas a mano alzada. 80
3.2.3. Utilización de software SolidWorks©. 82
3.2.4. Determinar las medidas precisas del molde. 85
3.2.5. Simulación de moldeo en el software. 87
3.3 . Etapa 3 "Modelado y simulación". 89
3.3.1. Informe técnico etapa 3. 91
3.3.2. Evaluación de tecnologías CAE. 91
3.3.3. Análisis y simulación en el ámbito de ingeniería. 92
3.3.3.1. Simulación numérica. 93
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 96
4.1. Optimización de diseño. 97
4.2 Interfaz con CAD y CAM: 98
4.3. Análisis de Fatiga y durabilidad. 99

4.4. Procesos de fabricación eficiente de piezas con diferentes materiales. 100
4.4.1. Impresión 3D. 100
4.4.2. Mecanizado. 101
4.5. Prototipo molde y las pruebas piloto. 102
4.5.1. Pruebas piloto. 103
4.6. Ingeniería de materiales. 110
4.7. Etapa 4 "Trayectorias". 113
4.7.1 Informe técnico etapa 4. 115
4.7.2 Modelado gráfico mediante la malla tridimensional. 115
4.7.3 Herramientas de corte. 116
4.7.4. Desarrollo de algoritmos de trayectoria. 117
4.7.5. Estrategias de enfriamiento. 125
4.8. Etapa 5 "Aplicación de la CNC". 127
4.8.1. Informe técnico etapa 5. 129
4.8.2. Manejo de la máquina. 129
4.8.3. Parámetros que influyen en el mecanizado. 131
CONCLUSIÓN 137
ANEXOS. 140
COMPETENCIAS DESARROLLADAS. 145
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 148
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE FIGURAS. 150

Índice de Tablas

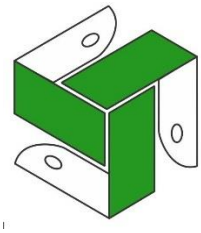
Tabla 1: Propiedades de los materiales para moldes 58
Tabla 2: Ficha de datos de Spinnner U630 72
Tabla 3: Inventario de herramientas del laboratorio de manufactura avanzada. 78

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación de la dependencia. 13
Figura 2: Estructura organizacional de la dependencia. 15
Figura 3 : Molde de metal industrial 23
Figura 4: Parte de molde de inyección. 24
Figura 5: Procesos de moldeado de inyección. 28
Figura 6: Ejemplo de moldes de soplado. 29
Figura 7: Técnica de inyección-soplado. 30
Figura 8: Cabezal del equipo de soplado. 31
Figura 9: Molde 32
Figura 10: Pin de calibración. 33
Figura 11: Cuchillas cortadoras. 33
Figura 12: Ejemplo de molde por fundición 35
Figura 13: Solidificación. 37
Figura 14: Materiales para moldes. 38
Figura 15: Ejemplo de moldes metálicos. 40
Figura 16: Ejemplo de moldes con materiales cerámico. 43
Figura 17: Materiales cerámicos. 44
Figura 18: Ejempló de moldes con materiales compuestos. 45
Figura 19: Ejemplo de moldes de polímeros 48
Figura 20: Materiales más usados en la fabricación de moldes. 51
Figura 21: Propiedades mecánicas. 54
Figura 22: Propiedades térmicas del acero. 56
Figura 23: Ejemplo de aleaciones. 59
Figura 24: Fabricación de moldes. 60
Figura 25: Elaboración de molde. 61
Figura 26: Moldeado de compresión 62
Figura 27: Vitalización de los materiales. 65
Figura 28: Prueba en caliente. 66
Figura 29: Ejemplo simulación de moldes. 68
Figura 30: Ejemplo de CAD(Diseño Asistido por Computado) 69
Figura 31: Simulación CAM (Manufactura Asistida por Computadora) 70
Figura 32: Simulación CAE (Ingeniería Asistida por Computadora). 71
Figura 33: Maquina Spinner U630. 71
Figura 35: Simulación de moldes 3D en SolidWorks©. 73
Figura 36: Impresión de 3D ejemplo de molde. 74
Figura 37: Boceto 1. 81
Figura 38: Boceto 2 81
Figura 39: Boceto 3 82
Figura 40: Diseño en software del prototipo 1. 83

Figura 41: Diseño en software del prototipo 2 83
Figura 42: Diseño en software del prototipo 3. 84
Figura 43: plano prototipo **1** 85
Figura 44: Plano de prototipo 2 86
Figura 45: Plano de prototipo 3 86
Figura 46: Simulación de prototipo 1. 87
Figura 47: Simulación del resultado esperado. 88
Figura 48 :Software UltimarkeCura**.** 91
Figura 49:Simulación MasterCam. 92
Figura 50: Simulación numérica. 93
Figura 51: FEA (Análisis por Elementos Finitos). 94
Figura 52: Calculo de estructura. 95
Figura 53: (CFD) Dinámica de Fluidos Computacional 95
Figura 54: Optimización de diseño de un molde. 97
Figura 55: CAD-CAM. 98
Figura 56: Fatiga y durabilidad. 99
Figura 57: Evaluación de vida útil 99
Figura 58: Mecanizado. 101
Figura 59: Cavidad de molde**.** 102
Figura 60: Lubricación de moldes. 103
Figura 61: Prueba con material cerámico. 104
Figura 62: Método de inyección. 105
Figura 63: Ejemplo de método de inyección (yeso). 105
Figura 64: Prueba con gelatina. 106
Figura 65: Ejemplo de método de inyección (gelatina). 106
Figura 66: Método de compresión**.** 107
Figura 67:Ejemplo método de compresión (fomi moldeable). 108
Figura 68: Ejemplo método de compresión (plastilina). 108
Figura 69: Método de compresión (arena). 109
Figura 70: Método de arena. 110
Figura 71: Dureza. 111
Figura 72: Resistencia al desgaste. 111
Figura 73: Estabilidad térmica**.** 112
Figura 74: Malla tridimensional de un molde de aluminio. 116
Figura 75: Selección de herramientas de corte. 117
Figura 76: Código G. 119
Figura 77:Prosecución de código G**.** 120
Figura 78: Simulación de trayectoria en Mastercam. 122
Figura 79: Trayectoria virtual**.** 123
Figura 80: Simulación virtual. 124
Figura 81: Simulación de trayectoria 125
Figura 82: Estrategia de enfriamiento**.** 126

Figura 83: Inspección de la máquina. 129
Figura 84: Preparación de la máquina. 130
Figura 85: Calibración de la pieza a trabajar. 130
Figura 86: Puesta en marcha de la pieza. 131
Figura 87: Grupos de los materiales 131
Figura 88: Dureza de Brinell. 132
Figura 89: Piezas. 133
Figura 90: Aplicación. 134
Figura 91: Condiciones. 134
Figura 92: Mecanizado sin refrigerante. 135
Figura 93 Resultado final 1. 136
Figura 94: Resultado final 2. 136



CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción.

Con el transcurso de los años y en base a la alta demanda de algunos productos, la industria manufacturera está en búsqueda de nuevas estrategias para él acelere de la producción, por lo que esta investigación se enfocará en el proceso de moldeado, el cual juega un papel importante en la creación de piezas y componentes de alta precisión.

La eficiencia y la calidad dependerán de un factor crítico principalmente en el proceso de moldeado de los distintos tipos de moldes, utilizando diseños de propuesta, así como del análisis de la tecnología CAE. Con el apoyo de (Computer-Aided Engineering) les permitirá evaluar la resistencia, durabilidad y comportamiento de los componentes sometidos a diversas dimensiones de carga, así como el diseño de la trayectoria de una máquina con alta presión, es vital en la inyección de materiales, ya que determina la distribución uniforme del material en el molde, evitando defectos.

Debe comprender los diversos tipos de procesos de moldeado disponibles que pueden ir desde la inyección de plástico y la fundición de metales, las cuales dependerán de las propiedades mecánicas por las que sus peculiaridades y ventajas serán propias de los materiales a trabajar. El diseño de propuesta de molde se erige como un paso crítico para garantizar la replicación precisa de las piezas, optimizando la eficiencia y minimizando los costos.

La fabricación y manufactura de los moldes requiere una precisión excepcional, y las tecnologías avanzadas, como la mecanización de alta precisión y la impresión 3D, han revolucionado este campo. Finalmente, la validación del proyecto mediante tecnología dimensional garantiza que las piezas producidas cumplan con las especificaciones exactas, asegurando la calidad y la consistencia. En esta investigación, examinaremos en detalle estos componentes clave del proceso de moldeado y su importancia en la industria manufacturera contemporánea.

1.2 Descripción de la empresa u organización.

Nombre de la empresa:

Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco.

Dirección:

Av. 16 de septiembre, N.º 54,

Coacalco de Berriozábal, México.

C.P. 55700 San Francisco Coacalco, MEX Tel. (0155) 2159-4324 y 25.

1.2.1 Croquis de Ubicación:

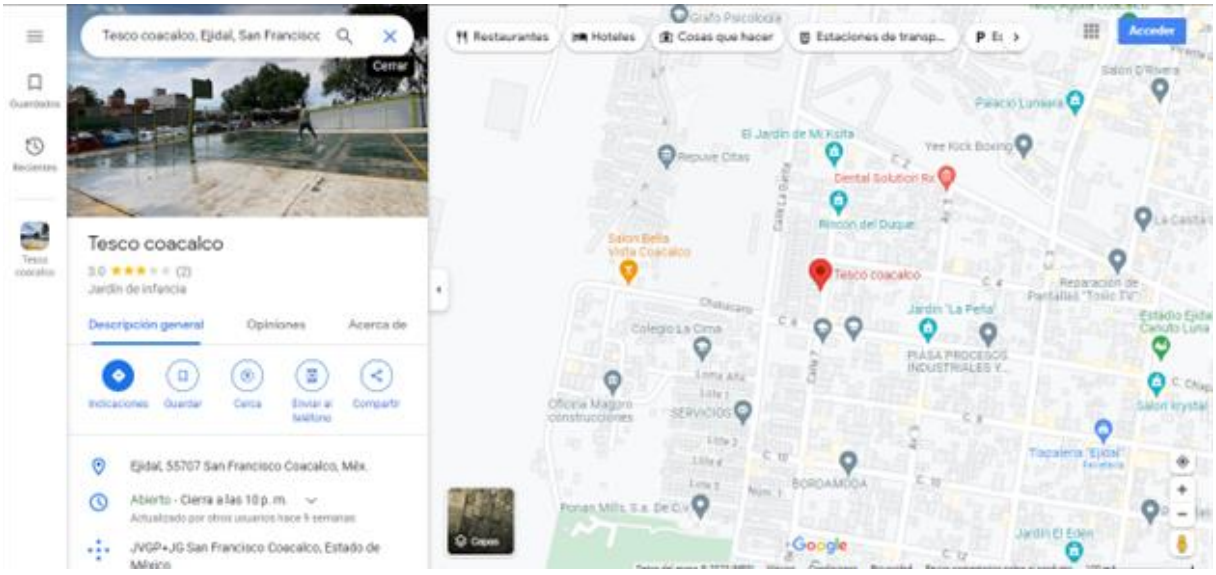


Figura 1: Ubicación de la dependencia.

1.2.2. Sector Productivo de la dependencia.

Educativo.

1.2.3. Objetivo general de la dependencia.

La formación de profesionales e investigadores aptos para la aplicación y generación de conocimientos, con capacidad crítica y analítica en la resolución de problemas, con sentido innovador para incorporar los avances científicos y tecnológicos al ejercicio responsable de la profesión.

Promover y realizar investigación científica y tecnológica que coadyuve al avance del conocimiento y al mejor aprovechamiento de los recursos naturales y materiales que contribuyan a elevar la calidad de vida en la comunidad.

Participar en la consolidación del desarrollo tecnológico y social de la comunidad, colaborar con los sectores público, privado y social.

Realizar el proceso enseñanza – aprendizaje con actividades curriculares debidamente planeadas y ejecutadas.

Promover la cultura nacional y universal.

1.2.4. Estructura organizacional.

Figura 2: Estructura organizacional de la dependencia.

1.2.5. Misión:

Institución pública de Educación Superior Tecnológica que forma de manera integral profesionistas e investigadoras e investigadores, con creatividad e innovación, capaces de resolver problemas de su ámbito laboral y de apoyar el desarrollo tecnológico; a través de la oferta de programas educativos de licenciatura y posgrado reconocidos por su calidad, con un enfoque de responsabilidad social basado en valores y el respeto al medio ambiente.

1.2.6. Visión:

Consolidarse como una institución pública de Educación Superior Tecnológica que fomenta la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico vinculado con las empresas e instituciones nacionales e internacionales a través de su alumnado, egresadas y egresados, profesoras, profesores, investigadoras e investigadores con enfoque en las áreas de automatización y control, manufactura avanzada y desarrollo sustentable.

1.2.7. Filosofía y/o valores:

A fin de guiar y orientar las acciones cotidianas del personal, el TESCo define los siguientes valores institucionales:

- ***El ser humano.***

La existencia de una institución se justifica solo si los resultados de sus trabajos inciden en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

- ***El espíritu de servicio.***

Es la actitud que debe distinguir al personal del TESCo por el profesionalismo en su desempeño.

- ***El liderazgo.***

Es la capacidad que debe caracterizar al personal del Tecnológico para integrarse en la conducción innovadora, visionaria, participativa y comprometida.

- ***El trabajo en equipo.***

Es el proceso que se realiza de manera armónica, en el que las actitudes multiplican los logros en la consecución de objetivos comunes y se propicia el desarrollo de las personas.

- ***La calidad.***

Es la cultura compartida por el personal del TESCo que lo motiva a transformar su forma de ser y hacer las cosas con los más altos estándares de servicio.

1.2.8. Nombre del departamento.

Subdirección de Estudios Profesionales B.

Nombre del asesor externo:

Mtro. Iván Daniel Plasencia González.

Cargo del asesor externo:

Subdirector de Estudios profesional.

1.3 Justificación.

Se analizan los procesos de manufactura desde sus comienzos hasta la actualidad. Forman parte de la rama de la tecnología que evoluciona día con día de manera muy eficiente. Juegan un papel esencial en la creación de piezas y componentes de alta precisión. Se genera un proyecto con el enfoque de conocer y poner en marcha la máquina CNC spinner teniendo en cuenta las necesidades a las que se va a orientar.

El proyecto radica en brindarles a los estudiantes la capacidad de desarrollar procesos de moldeado a través de tecnologías avanzadas, así como técnicas en el diseño de tolerancias geométricas para la fabricación de moldes y conocer sus tipos de material, según su proceso de producción acorde a normas estandarizadas. La máquina CNC Spinner U630 es una elección lógica para muchas instituciones de fabricación debido a su capacidad para ofrecer alta precisión, eficiencia y versatilidad. Su adopción permite mejorar la calidad de los procesos, reducir errores, entre otras habilidades que les permitan a los estudiantes desenvolverse en el sector industrial de manera óptima.

El proyecto finalizado tiene como propósito entregar moldes de inyección por parte de los estudiantes del tecnológico, teniendo en cuenta su diseño, propiedades mecánicas y trayectorias de maquinado con alta precisión, el cual fomentará visión de los sistemas aplicados a la mecatrónica.

1.4. Problemas por resolver priorizándolos.

La adquisición de la máquina CNC Spinner por parte de la Institución se realizó con el objetivo principal de producir eficientemente moldes y troqueles de alta calidad.

Sin embargo, optimizar el proceso de diseño y fabricación de estos moldes utilizando esa máquina supone un reto importante.

El problema se centra en cómo maximizar la eficiencia y la calidad de la producción de moldes utilizando una máquina giratoria CNC, considerando los siguientes aspectos principales:

- Diseño de molde óptimo.
- Selección de materiales y herramientas.
- Optimizar el tiempo del ciclo.
- Control de calidad y tolerancias.
- Mantenimiento y Ciclo de Vida de la Máquina.

Estas cuestiones son fundamentales para aprovechar al máximo la inversión en la máquina CNC Spinner y garantizar una producción de moldes eficientes y de alta calidad. Esta solución requerirá un enfoque integral que incluya diseño de máquinas, materiales, procesos de mecanizado, control de calidad y mantenimiento.

1.5. Objetivos

1.5.1. General.

Manufacturar Moldes para procesos de inyección mediante tecnologías CNC y programación Sinumerk.

1.5.2. Específicos.

- Investigar Procesos de moldeado (inyección y soplado).
- Diseñar propuestas de moldes.
- Analizar mediante tecnología CAE (propiedades mecánicas de los diseños).
- Diseñar trayectoria de maquinado con alta precisión.
- Fabricar y manufacturar moldes de inyección.
- Validar proyecto mediante tecnología dimensional.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

UNIDAD I.

La industria manufactura ha ido creciendo y en la que hoy tendemos a mejorar nuestra capacidad. Por lo que en México se desea crear herramientas propias con un alto nivel de coordinación y vinculación, para fortalecer a la misma, es necesario buscar innovar nuevas tecnologías para la producción de moldes. Solo así los moldes no tendrían que ser importados y la producción local reducir a los costos de partes de su valor agregado.

La manufactura de moldes es clave para la proveeduría y el desarrollo de industrias como la automotriz, aeroespacial, médica y eléctrica-electrónica. El sector moldero debe capacitarse y crecer para cubrir las necesidades de un gran mercado del que, por ahora, México tiene una pequeña porción. (Tovar, 2018).

2.1. ¿Qué es un molde?

Un molde es un recipiente que presenta una cavidad en la que se introduce un material en estado líquido (punto de fusión) que al solidificarse adopta la forma de dicha cavidad. (S.L, 2014).

Figura 3 : Molde de metal industrial
Nota: Los moldes son una herramienta fundamental para fabricar piezas. Tomado de (Freepik, 2020)

2.2. Tipo de moldes.

Es importante mencionar que existen una variedad de moldes que varían según su material de fabricación. Y, aunque su función es la misma, son creados para diferentes propósitos. A continuación, te explicaremos todos los detalles acerca de su fabricación, materiales y diseño con los que estaremos trabajando a lo largo de esta investigación.

2.2.1. Moldes de inyección.

El moldeo es una de las técnicas que emplea moldes para el desarrollo de cualquier pieza. Este es uno de los métodos más usados para el procesamiento de

plásticos, los cuales se calientan y se funden, y luego se envían al molde, donde se enfrían para formar la forma diseñada.

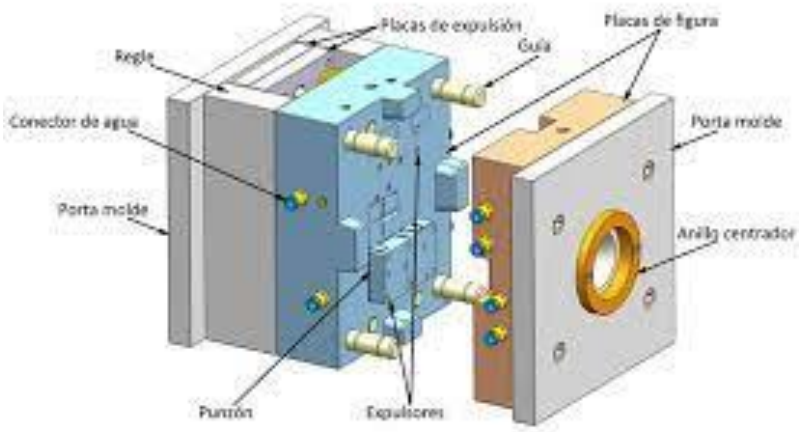


Figura 4: Parte de molde de inyección.

Nota: Un molde de inyección está compuesto por dos partes principales: la cavidad y el núcleo. La cavidad es la forma negativa del producto final, mientras que el núcleo crea el vacío interno o detalles internos. Tomado de (imolde, 2023)

Podemos observar las partes de un molde de inyección las cuales describiremos a continuación, no si mencionar que los moldes de inyección se hacen a medida, por lo que no todos los moldes tienen los mismos comportamientos.

- ***Porta moldes.***

Una porta moldes o también conocido como placa de sujeción de moldes, tiene como función principal sostener el molde en las platinas de máquinas inyectoras.

- ***Placa de explosión.***

La función principal de la placa de explosión es proporcionar una superficie plana uniforme en las cuales se puede montar y mover los expulsores del molde, están equipadas con una serie de agujeros o ranuras que permiten que los expulsores se inserten y se fijen de forma segura en la placa.

- ***Placa de Figura.***

En las placas de figura están la geometría específica de pieza inyectada, se puede hacer de un bloque o hacer la parte de geométrica de un inserto para poder cambiarse en el futuro.

- ***Expulsores.***

Son los componentes móviles que empujan el producto inyectado fuera de molde después del proceso de enfriamiento. Se puede diseñar en Pines u otras formas, por ejemplo, un anillo expulsor.

- ***Regle.***

Se ubica entre la placa de figura del lado fijo y la placa de porta molde, que permite el recorrido de las placas de expulsión.

- ***Punzón.***

Un punzón es una parte saliente en el molde que figura cavidad, agujeros o cortes en el producto inyectado, suele ser de acero templado y se puede fabricar en una variedad de formas y tamaños a adaptarse a las necesidades.

- ***Guías.***

Las guías de moldes de inyección se montan en el molde y se utilizan para alinear y guiar el movimiento del molde durante la apertura y cierre de este. Están diseñadas para soportar cargas pesadas y ayudan a reducir el desgaste y la fricción e los componentes del molde, lo que aumenta la vida útil del molde y mejora la calidad del producto inyectado.

- ***Conectores de agua.***

Lógicamente, el molde tiene conductores de agua para enfriamiento de las piezas, los conectores de agua son para rápidas conexiones de agua.

- ***Anillo centrador.***

Para alinear el bebedero del molde con la boquilla de maquina inyectora, el diámetro extremo del anillo se coinciden con el agujero de platina de maquina inyectora.

2.2.1.2. Proceso de los moldes de inyección.

El moldeo por inyección comienza con los pellets (gránulos) de resina que se vierten en la tolva, el punto de entrada para el material. Luego, los pellets se calientan y se funden dentro del cilindro en preparación para la inyección. Después, el material es forzado a través de la boquilla de la unidad de inyección, antes de entregarse a través de un canal en el molde llamado bebedero, y luego a través de corredores ramificados en la cavidad del molde. Una vez que el material se enfría y se endurece, el molde se abre y la pieza moldeada se expulsa del mismo. Para terminar la pieza moldeada, el bebedero y el corredor se recortan de la pieza. (CORPORATION, 2023).

Es importante que el material fundido se distribuya de manera uniforme en todo el molde, ya que muchas veces hay más de una cavidad dentro del molde, que permite la producción de más de una pieza a la vez. Por lo tanto, la forma del molde debe diseñarse de manera que garantice esto, por ejemplo, teniendo corredores de las mismas dimensiones.

a. Corredor
b. Bebedero
c. Molde

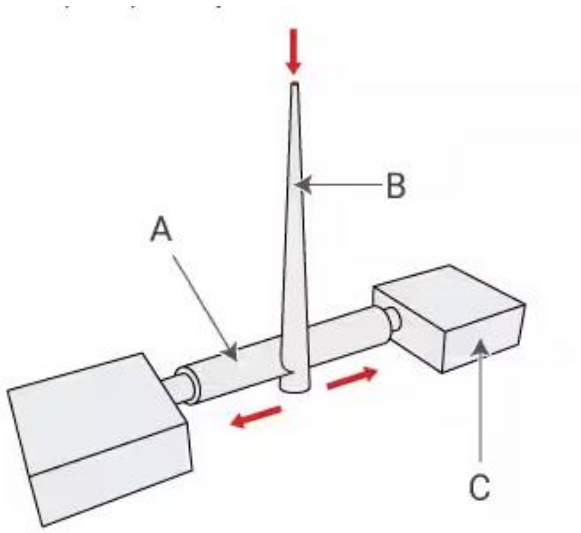


Figura 5: Procesos de moldeado de inyección.
Nota: El proceso de moldeo por inyección consiste en fundir un material plástico y luego inyectarlo a alta presión en un molde cerrado. Tomado de (keyence, 2022)

2.2.2 Moldes por soplado.

El moldeo por soplado es un proceso en el que se utiliza la presión del aire para expandir el plástico en la cavidad de un molde. Este proceso se utiliza en la fabricación de piezas plásticas huecas con paredes delgadas y de una sola pieza, tales como botellas y recipientes.

El proceso se lleva a cabo en dos pasos: primero, se fabrica un tubo a partir de plástico fundido, denominado preforma, y segundo, se inyecta aire a presión en el tubo para conseguir la forma deseada.

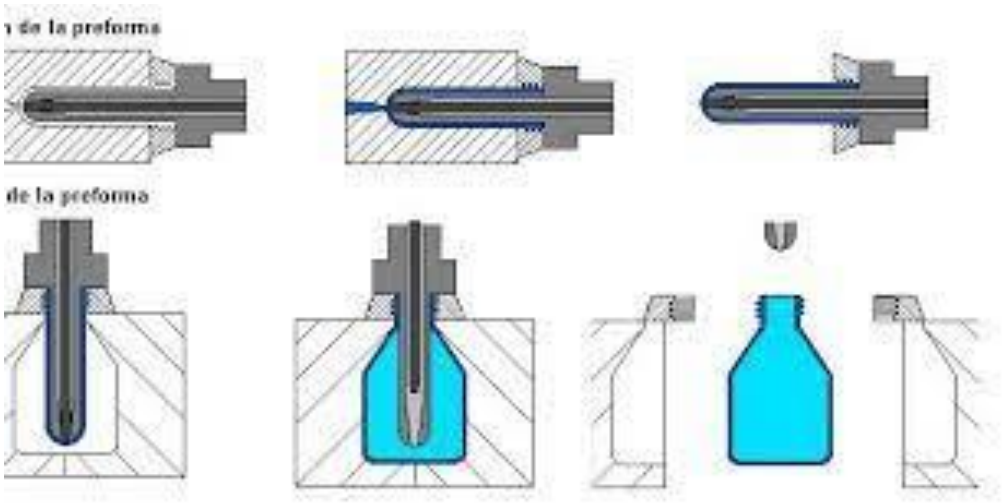


*Figura 6: Ejemplo de moldes de soplado***.**

Nota: Los moldes de soplado se utilizan para fabricar envases plásticos como botellas de agua, frascos de productos de limpieza y recipientes de alimentos. Tomado de (H, 2012)

Para realizar este tipo de molde existe distintas formas para la elaboración, las cuales son las siguientes:

1. ***Extrusión-Soplado.***

El plástico se funde y se extrude en un tubo (preforma) el cual se cierra por la parte inferior de forma hermética por el molde. El aire se inyecta a la preforma y adquiere la forma deseada, se deja enfriar y se expulsa la pieza.

2. ***Inyección-Soplado.***

Se combina el moldeo por inyección y moldeo por soplado. El plástico fundido es moldeado por inyección alrededor de un núcleo consiguiendo una preforma y se

introduce en el molde, después se inyecta aire para expandir el material y conseguir la forma final de la pieza, se enfría y se expulsa.

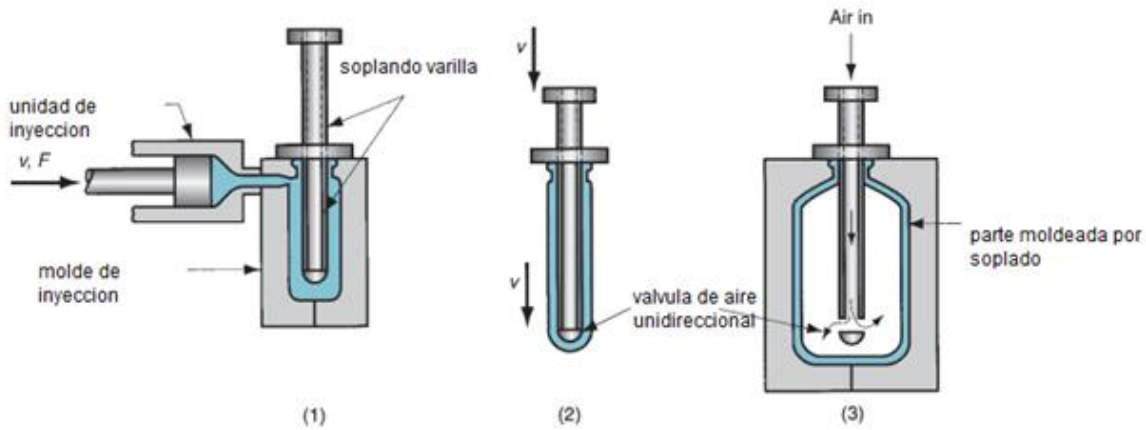


Figura 7: Técnica de inyección-soplado.

Nota: Esta técnica permite el uso de PE y da un perfecto acabado de la boca roscada, por lo que ha sido adoptada para los frascos de perfumería y farmacia. Tomado de (Proceso de transformación "Moldeo por Soplado", 2015)

3. ***Coextrusión-Soplado.***

Es indicado para la producción de piezas multicapa. Es un proceso de dos etapas parecido al moldeo por Inyección-Soplado. El proceso comienza con la inyección (o proceso similar) de una preforma. La preforma se calienta con calentadores infrarrojos y se inyecta aire a alta presión mientras que la preforma se estira usando una varilla. La preforma se expande adoptando la forma de la pieza deseada. (Sourcing, 2022).

Partes del equipo de soplado.

Cabezal: Esta es la herramienta que se monta y desmonta para hacer limpieza y obtener un óptimo material extruido para el diseño del producto. El tipo de material sale plastificado.

Figura 8: Cabezal del equipo de soplado.
Nota: Esta es la herramienta que se monta y desmonta para hacer limpieza y obtener un óptimo material extruido para el diseño del producto Tomado de (Proceso de transformación "Moldeo por Soplado", 2015)

Molde; esta sección se utiliza para que el material obtenga la forma que se desea, en la maquina sopladora un envase y en otras máquinas otro tipo de producto. El molde funciona por un sistema hidráulico.

Figura 9: Molde

Nota: Se utiliza para que el material obtenga la forma que se desea, en la maquina sopladora un envase y en otras máquinas otro tipo de producto. El molde funciona por un sistema hidráulico Tomado de (Proceso de transformación "Moldeo por Soplado", 2015)

Pin de calibración; esta parte del equipo se puede mover para que coincida con la entrada al molde, esta sirve pare soplar el material que se encuentra dentro del molde y este a su vez de la forma que tiene el molde.

Figura 10: Pin de calibración.

Nota: Se utiliza para que el material obtenga la forma que se desea, en la maquina sopladora un envase y en otras máquinas otro tipo de producto. El molde funciona por un sistema hidráulico Tomado de (Proceso de transformación "Moldeo por Soplado", 2015)

Cuchillas cortadoras: la función de esta herramienta es cortar el material que agarra el molde para que de esta manera el pin pueda entrar al molde y hacer su función.

Figura 11: Cuchillas cortadoras.

Nota: El propósito de esta herramienta es cortar el material que agarra el molde, permitiendo que el pin pueda ingresar al molde y cumplir con su función. Tomado de (Proceso de transformación "Moldeo por Soplado", 2015)

Proceso de los moldes de soplado.

El moldeo por soplado se realiza en una máquina de moldeo por soplado, que se compone de tres partes principales: la extrusora, el molde y la unidad de soplado. (Ricardo, 2023)

En primer lugar, el material plástico se funde en la extrusora, donde se transforma en un tubo fundido. Luego, el tubo fundido se transfiere al molde, donde se forma en la forma deseada. Por último, el aire comprimido se utiliza para inflar el tubo fundido, dando la forma final al producto.

2.2.3. Moldes por fundido.

Existen diferentes tipos de moldes para fundición, como lo son los moldes desechables y removibles, los moldes temporales y los moldes permanentes. Dicho esto, algunas de las características más resaltantes de los moldes de fundición son:

Moldes removibles y desechables.

Por lo general, pueden ser fabricados de plástico, madera, arena, yeso, poliuretano o metal. Los moldes que se destruyen al terminar la pieza son llamados

desechables, mientras que los empleados para múltiples fundiciones se les conoce como removibles.

Los moldes desechables ofrecen algunas ventajas como, por ejemplo, que no se requieren tolerancias especiales, brindan un buen acabado y que no se requieren piezas sueltas o complejas. Por su parte, los moldes removibles también brindan importantes ventajas. Estos disminuyen los costos de producción, son versátiles y ofrecen una alta precisión, lo que aumenta la calidad final de la pieza. Por ese motivo, se puede fabricar una gran cantidad de piezas de distintas formas, tamaños y nivel de complejidad.

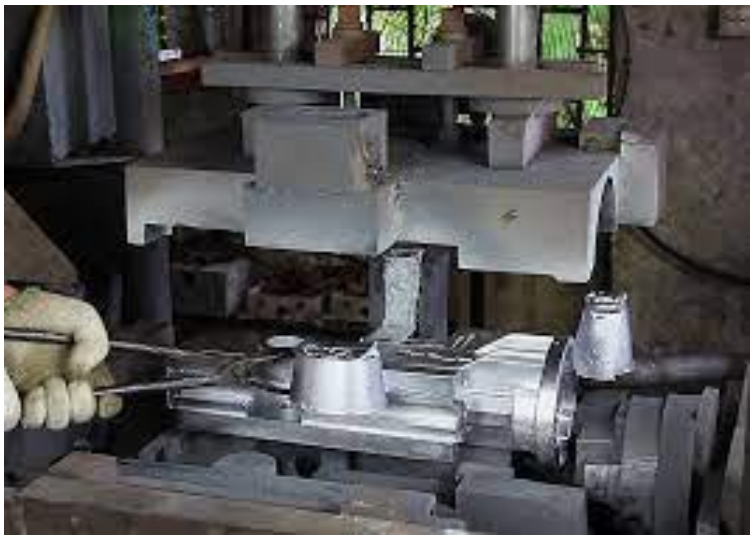


Figura 12: Ejemplo de molde por fundición

Nota: Este procedimiento produce un molde de arena o metal con la forma de un bloque. El molde contiene metal fundido, como aluminio o hierro fundido; después, se deja enfriar y solidificar. Tomado (The engineer, 2022)

Procedimiento para moldes de fundición.

La fundición consiste en llenar un molde de metal fundido u otros materiales licuados. El material fundido se enfría o se endurece en el interior del molde para formar el producto deseado. La fundición se utiliza con frecuencia para fabricar productos metálicos, así como piezas de silicona y de plástico. (Formlabs, 2023)

- Compactación de la arena alrededor del modelo en la caja de moldeo. Para ello primeramente se coloca cada semi modelo en una tabla, dando lugar a las llamadas tablas modelo, que garantizan que posteriormente ambas partes del molde encajarán perfectamente.

Actualmente, se realiza el llamado moldeo mecánico, consistente en la compactación de la arena por medios automáticos, generalmente mediante pistones (uno o varios) hidráulicos o neumáticos.

-Enfriamiento y solidificación. Esta etapa es crítica de todo el proceso, ya que un enfriamiento excesivamente rápido puede provocar tensiones mecánicas en la pieza, e incluso la aparición de grietas, mientras que si es demasiado lento disminuye la productividad. Además, un enfriamiento desigual provoca diferencias de dureza en la pieza. Para controlar la solidificación de la estructura metálica, es posible localizar placas metálicas enfriadas en el molde. También se puede utilizar estas placas metálicas para promover una solidificación direccional. Además, para aumentar la dureza de la pieza que se va a fabricar se pueden aplicar tratamientos térmicos o tratamientos de compresión

*Figura 13: Solidificación***.**

Nota: El proceso de solidificación implica el enfriamiento de un material fundido, generalmente metal o plástico, y su transformación de estado líquido a sólido. Tomado de (Betrieb, 2022)

-Desmolde. Rotura del molde y extracción de la pieza. En él desmolde también debe retirarse la arena del macho. Toda esta arena se recicla para la construcción de nuevos moldes.

-Desbarbado. Consiste en la eliminación de los conductos de alimentación, mazarota y rebabas procedentes de la junta de ambas caras del molde.

Acabado y limpieza de los restos de arena adheridos. Posteriormente, la pieza puede requerir mecanizado, tratamiento térmico, etc.

2.3. Tipo de materiales para moldes.

La elección de los materiales para los moldes es muy importante en la fabricación de productos moldeados, porque esto afecta la calidad del producto y la eficiencia de los procesos. En la fabricación de moldes, se utilizan diversos materiales en función de las aplicaciones específicas madera y los procesos de moldeo.

Figura 14: Materiales para moldes.
Nota: Acero, aluminio, cobre, silicona y plásticos son materiales para moldes. El aluminio es más ligero y adecuado para producciones rápidas, mientras que el acero es ideal para moldes duraderos en procesos de alta precisión como la inyección. Tomado de (/formlabs, s.f.)

2.3.1. Clasificación de los materiales para moldes.

Los moldes (y modelos) para procesos de fundición se construyen, dependiendo del propio proceso, en arena, yeso, cerámica, metal, etc., aunque sabe también que son los de fundición en moldes de arena los que más se emplean, especialmente en su comarca. (Mkel, 2015).

Existen muchas formas de clasificar los materiales:

Por su naturaleza u origen: Los materiales se pueden clasificar en materiales naturales, artificiales y sintéticos, dependiendo de si se encuentran directamente en el medio natural (el algodón, el petróleo, la madera, etc.), si se obtienen a partir de varios materiales naturales (el hormigón, el acero, etc.), o de si son creados por el hombre a partir de materiales artificiales y de reacciones químicas (los plásticos, etc.).

Aplicación: Van destinados a aplicaciones sanitarias, en energía, en microelectrónica, en aplicaciones de aeronáutica, etc.

Composición: Los materiales se pueden clasificar en homogéneos y heterogéneos, metálicos y no metálicos, inorgánicos y orgánicos, etc.

Propiedades físico-químicas: Se diferencian así materiales rígidos y flexibles, tenaces y frágiles, conductores y aislantes, reciclables y no reciclables, etc.

2.3.1.1. Metálicos.

El uso de materiales metálicos en la fabricación de moldes desempeña un papel crucial en una amplia gama de procesos de fabricación, incluyendo la inyección de plásticos, la fundición de mentales, el soplado de vidrio y plástico, entre otros. Estos tipos de materiales en moldes permiten la creación de piezas y productos con una forma

precisas y detalles finos. Los materiales metálicos son los más preferidos para la elaboración de moldes debido a sus propiedades mecánicas, térmicas y durabilidades excepcionales.

Hay que tener en cuenta que los materiales metálicos de los que se construyen estos moldes no son porosos, por lo que hay que prever salidas para los gases.

Figura 15: Ejemplo de moldes metálicos.

Nota: Un ejemplo común es el molde de inyección de plástico, que se utiliza para producir piezas plásticas en masa. Tomado de (grupodelfra, 2023)

. Los materiales metálicos también se utilizan en la fabricación de moldes, y existen varias razones para esta elección:

1. **Durabilidad:** Los metales, como el acero, son conocidos por su durabilidad y resistencia, lo que los hace ideales para moldes que deben soportar desgaste repetido y ciclos de fundición a alta temperatura.

2. cerámicos **Alta conductividad térmica:** Los metales tienen una alta conductividad térmica, lo que significa que pueden disipar el calor de manera eficiente. Esto ayuda a enfriar las piezas fundidas más rápidamente, lo que puede ser beneficioso en ciertas aplicaciones.

3. **Resistencia al impacto:** Los metales son menos frágiles que los materiales cerámicos, por lo que son menos propensos a romperse en el manejo y durante los procesos de fundición.

4. **Amplia disponibilidad**: Los metales, como el acero, están ampliamente disponibles y son más asequibles que algunos materiales cerámicos avanzados, lo que hace que los moldes metálicos sean económicamente viables.

5. **Facilidad de mecanizado:** Los metales son más fáciles de mecanizar y dar forma en comparación con los materiales cerámicos, lo que facilita la fabricación de moldes personalizados.

6. **Adaptabilidad a diversas aplicaciones:** Los moldes metálicos son versátiles y se utilizan en una variedad de procesos de fundición, desde la fundición a presión de metales no ferrosos hasta la fundición de precisión de acero inoxidable.

7. **Facilidad de mantenimiento:** Los moldes metálicos son relativamente fáciles de mantener y reparar en caso de desgaste o daño.

8. **Capacidad de retención de detalles:** Los moldes metálicos pueden mantener detalles precisos en las piezas fundidas, lo que es esencial en aplicaciones que requieren alta calidad y precisión.

2.3.1.2. Cerámicos.

Los materiales cerámicos son valiosos en la fabricación de moldes debido a sus propiedades únicas y su capacitad de resistir condiciones extremas de calor.

La utilización de moldes en cerámica abre un mundo de posibilidades que van desde la reproducción en serie, su uso más común, a la creación de formas complejas compuestas. En este sentido, es útil para la construcción de piezas escultóricas, partiendo de elementos previamente reproducidos con molde. El área de aplicación de los moldes es enorme, solamente hay que abrir la mente a esta disciplina como recurso creativo. (Marphil, 2022).

Figura 16: Ejemplo de moldes con materiales cerámico.

Nota: Los procesos de fundición de metales, que requieren una estabilidad dimensional precisa y una alta resistencia al calor, son los que utilizan los moldes de materiales de cerámicos. Tomado de (.marphil., 2021)

Los materiales cerámicos se utilizan en la fabricación de moldes por varias razones importantes:

1. **Alta resistencia a temperaturas extrema**: Los materiales cerámicos pueden soportar temperaturas muy altas sin deformarse ni deteriorarse, lo que los hace ideales para moldes utilizados en procesos de fundición, donde se vierten metales calientes.
2. **Baja conductividad térmica:** Los moldes cerámicos tienen una baja conductividad térmica, lo que significa que retienen el calor y ayudan a mantener una temperatura uniforme en la pieza fundida. Esto es crucial para evitar defectos en las piezas moldeadas.

3. **Buena estabilidad dimensional:** Los materiales cerámicos mantienen su forma y dimensionalidad incluso a altas temperaturas, lo que garantiza que las piezas fundidas tengan las dimensiones deseadas.

4. **Resistencia al desgaste y la corrosión:** Los materiales cerámicos son resistentes al desgaste y la corrosión, lo que los hace adecuados para la producción de piezas metálicas y cerámicas.

5. **Durabilidad:** Aunque pueden ser frágiles, los moldes cerámicos son duraderos y pueden utilizarse en múltiples ciclos de fundición antes de requerir reemplazo

6. **Precisión y acabado de superficie:** Los moldes cerámicos permiten lograr altos niveles de precisión en las piezas fundidas y proporcionan un acabado de superficie suave.

7. **Especialización:** Los materiales cerámicos se pueden adaptar a aplicaciones específicas, como la fundición de precisión, donde se requiere una alta calidad y detalle en las piezas moldeadas.

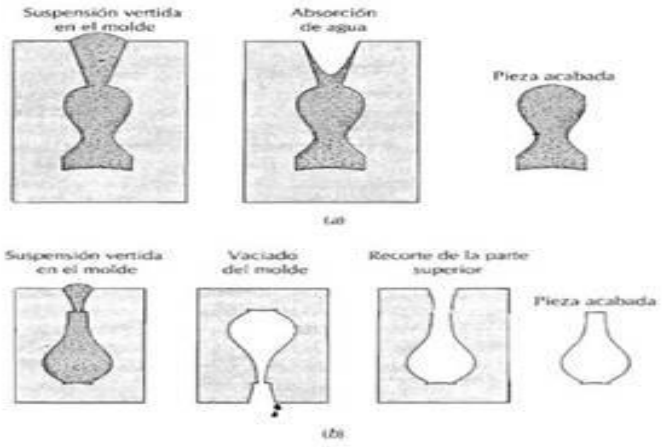


*Figura 17: Materiales cerámicos***.**

Nota: Los materiales cerámicos son compuestos inorgánicos, no metálicos, que se caracterizan por su alta resistencia al calor, dureza, y baja conductividad eléctrica. Tomado de (Cabrera, 2011)

2.3.1.3. Compuestos.

En la fabricación de moldes, los materiales compuesta son elegidos para la fabricación de moldes debido a su combinación de propiedades superiores, que incluyan resistencia, durabilidad, bajo peso y resistencia de altas temperaturas, lo que resulta en los moldes eficientes y rentables para la producción de piezas fundidas de alta calidad.

Figura 18: Ejempló de moldes con materiales compuestos.

Nota: Estos moldes posibilitan la creación de componentes complejos con durabilidad y precisión dimensional gracias a su combinación de ligereza y resistencia. Tomando de (Sicnova3d, 2019)

Cuando trabajamos con materiales compuestos, la etapa del diseño del molde adquiere una relevancia especial debido a que la eficiencia de reproducción depende de los costes de fabricación, por lo tanto, de un acertado diseño del molde dependerá en gran medida el éxito o fracaso del producto. (A-Besednjak, 2011).

Los materiales compuestos se utilizan en la fabricación de moldes por varias razones importantes:

1. **Alta resistencia y durabilidad:** Los materiales compuestos pueden ser diseñados para ser excepcionalmente resistentes y duraderos, lo que los hace ideales para moldes que deben soportar desgaste repetido y ciclos de fundición continuos.

2. **Peso ligero:** Los moldes compuestos suelen ser más ligeros que sus contrapartes de metal, lo que facilita su manejo y reducción de costos de transporte.

3. **Resistencia a la corrosión:** Los materiales compuestos son inherentemente resistentes a la corrosión, lo que es beneficioso en entornos donde se utilizan materiales corrosivos en la fundición.

4. **Alta resistencia a temperaturas**: Los materiales compuestos pueden ser diseñados para resistir temperaturas elevadas, lo que es esencial en aplicaciones de fundición de metales y otros materiales que requieren altas temperaturas.

5. **Buena estabilidad dimensional:** Los moldes compuestos pueden mantener su forma y dimensiones con precisión, lo que garantiza la reproducción precisa de las piezas fundidas.

6. **Personalización y complejidad en el diseño**: La fabricación de moldes compuestos permite la creación de moldes altamente personalizados con geometrías complejas para piezas fundidas específicas.

7. **Reducción de costos a largo plazo**: Aunque la inversión inicial en moldes compuestos puede ser mayor, su durabilidad a largo plazo, la menor necesidad de mantenimiento y la producción de piezas de alta calidad pueden resultar en ahorros significativos.

8. **Aislamiento eléctrico y térmico:** Los materiales compuestos pueden proporcionar aislamiento eléctrico y térmico, lo que es beneficioso en aplicaciones donde se necesita control de temperatura.

9. **Resistencia a impactos y vibraciones:** Los moldes compuestos pueden ser resistentes a impactos y vibraciones, lo que es importante en procesos de fundición que involucran movimientos y golpes.

2.3.1.4. Polímeros.

Los polímeros son macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas (conocidas como monómeros) que se repiten a lo largo de toda la cadena. (zschimmer-schwarz, 2019).

Los moldes de polímeros son herramientas utilizadas en la fabricación de piezas de plástico u otros materiales poliméricos. Estos moldes son diseñados para dar forma a los polímeros fundidos o calentados en una forma específica. Los moldes pueden ser de diferentes tipos, como moldes de inyección, moldes de soplado, moldes de compresión, etc., dependiendo del proceso de fabricación y el tipo de producto que se desea crear. Estos moldes son esenciales en la industria manufacturera para producción

una amplia variedad de productos, desde piezas de automóviles hasta envases de plástico.

.

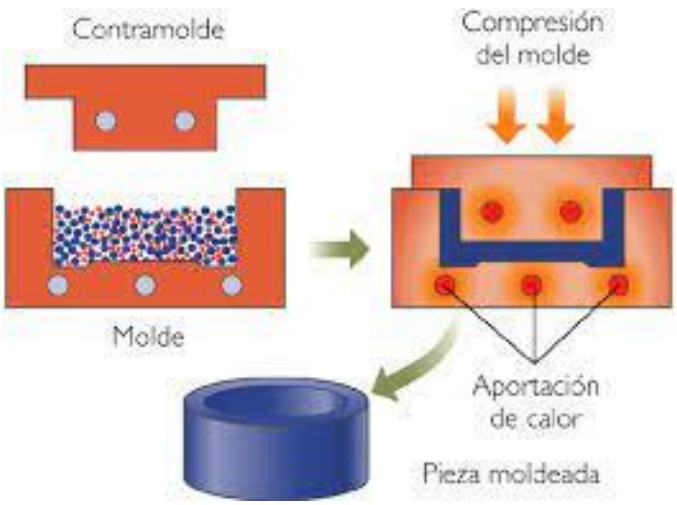


Figura 19: Ejemplo de moldes de polímeros

Nota: La fundición a la espuma perdida es un proceso en el que el polietileno expandido se moldea en la forma deseada, se cubre con un material refractario y luego se reemplaza con metal fundido. Tomado de (Tecnología de los Plásticos, 2011)

1. **Versatilidad**: Los polímeros pueden adaptarse para cumplir una amplia gama de propiedades y aplicaciones, desde plásticos rígidos hasta elastómeros flexibles y termoplásticos de ingeniería.

2. **Bajo costo de producción:** La fabricación de polímeros es generalmente más económica en comparación con otros materiales como metales o cerámicos, lo que los hace asequibles para muchas aplicaciones.

3. **Facilidad de procesamiento**: Los polímeros se pueden moldear fácilmente en una variedad de formas y tamaños mediante procesos como el moldeo por inyección, extrusión.

4. **Ligereza**: Los polímeros son generalmente más ligeros que los metales, lo que es ventajoso en aplicaciones donde el peso es crítico, como en la industria aeroespacial y automotriz.

5. **Resistencia a la corrosión:** La mayoría de los polímeros son inherentemente resistentes a la corrosión, lo que los hace ideales para aplicaciones en entornos húmedos o químicos.

6. **Aislamiento eléctrico:** Los polímeros son buenos aislantes eléctricos, lo que es esencial en aplicaciones electrónicas y eléctricas.

7. **Amortiguación de vibraciones y ruido**: Los polímeros pueden absorber vibraciones y reducir el ruido, lo que los hace útiles en aplicaciones de aislamiento acústico y vibratorio.

8. **Resistencia química**: Algunos polímeros son resistentes a una amplia variedad de productos químicos, lo que es beneficioso en aplicaciones industriales.

A continuación, se presentan algunos de los materiales comunes utilizados para la fabricación de moldes

- **Acero para Herramientas:** Los aceros para herramientas son ampliamente utilizados en la fabricación de moldes debido a su alta dureza, resistencia al desgaste y capacidad para mantener bordes afilados. Los tipos comunes incluyen P20, H13 y S7.

- **Hierro Fundido Nodular**: El hierro fundido nodular es conocido por su alta resistencia a la tracción y su capacidad de amortiguación, lo que lo hace adecuado para moldes de inyección y soplado que enfrentan cargas de impacto.
- **Aluminio y Aleaciones de Magnesio**: Estos materiales son preferidos en aplicaciones de moldes para metales ligeros, como la fundición de aluminio. Ofrecen ventajas en términos de peso y conductividad térmica.
- **Bronce y Cobre**: El bronce y el cobre son utilizados en aplicaciones especiales, como moldes para fundición a la cera perdida y fundición de joyas debido a su buena conductividad térmica
- **Poliuretano y Silicona**: Estos materiales son comunes en la fabricación de moldes de caucho o elastómeros. Son flexibles y adecuados para la creación de moldes para productos con formas y detalles complejos.
- **Plástico Reforzado con fibra de Vidrio**: En algunos casos, los plásticos reforzados con fibra de vidrio pueden ser utilizados para moldes de bajo volumen, especialmente en aplicaciones de termo-conformado.

- **Teflón**: El politetrafluoroetileno, más conocido como teflón, es un polímero similar al polietileno, en el que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de flúor.

Figura 20: Materiales más usados en la fabricación de moldes.

Nota: Los materiales más utilizados en la fabricación de moldes incluyen acero por su durabilidad, aluminio por su ligereza, y cobre por su excelente conductividad térmica Tomado de (herreriayforjaartistica, 2023)

La selección del material para un molde dependerá de varios factores como la temperatura de proceso, tipo de material moldeado, el ciclo de producción y el nivel de detalle requerido. Es importante mencionar que cada material cuenta con sus propiedades mecánicas, térmicas y aleaciones las cuales veremos a continuación, por lo que por lo que selección debe de ser cuidadosa según las necesidades de la aplicación. Además de la durabilidad, la resistencia al desgaste y la conductividad térmica son consideraciones clave en la elección del material del molde.

2.3.2. Propiedades mecánicas.

Las propiedades mecánicas nos describen el comportamiento de los materiales cuando son sometidos a las acciones de fuerzas exteriores. Una propiedad muy

general de este tipo es la resistencia mecánica, que es la resistencia que presenta un material ante fuerzas externas. (Herramental, 2021)

Los materiales utilizados en la fabricación de moldes se basan en varios conceptos clave que influyen en el rendimiento y la durabilidad de los moldes

1. **Dureza:** La dureza es la resistencia de un material a la penetración, y es crucial para los moldes, ya que deben resistir la abrasión y el desgaste causados por el material fundido. La dureza se mide en escalas como Brinell, Rockwell y Vickers.
2. **Resistencia a la tracción**: La resistencia a la tracción indica la capacidad de un material para resistir fuerzas de tracción. Los moldes deben ser lo suficientemente resistentes para soportar tensiones mecánicas y térmicas.

3. **Tenacidad:** La tenacidad se refiere a la capacidad de un material para absorber energía antes de romperse. Un molde tenaz es menos propenso a fracturarse debido a las tensiones térmicas y mecánicas.

4. **Módulo de elasticidad:** El módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young, describe la rigidez del material y su capacidad para recuperar su forma original después de aplicar una carga. Los moldes deben mantener su forma dimensional.

5. **Resistencia al desgaste:** La resistencia al desgaste es crucial para los moldes, ya que deben mantener su precisión y forma a pesar del contacto continuo con el material fundido.

6. **Resistencia a la fatiga:** La resistencia a la fatiga es importante si el molde está sujeto a cargas cíclicas. Debe resistir múltiples ciclos de carga y descarga sin fallar.

7. **Resistencia a la corrosión:** Algunos procesos de fundición pueden involucrar materiales corrosivos, por lo que la resistencia a la corrosión es esencial para la longevidad del molde.

8. **Conductividad térmica:** La conductividad térmica es relevante para garantizar una distribución uniforme del calor en el molde, evitando defectos en las piezas fundidas.

9. **Dilatación térmica:** La dilatación térmica se refiere a la expansión y contracción del material con cambios de temperatura. Debe considerarse para evitar deformaciones en el molde.

10. **Maquinabilidad:** La facilidad de mecanizado es importante en la fabricación de moldes, ya que deben tener detalles y formas precisas

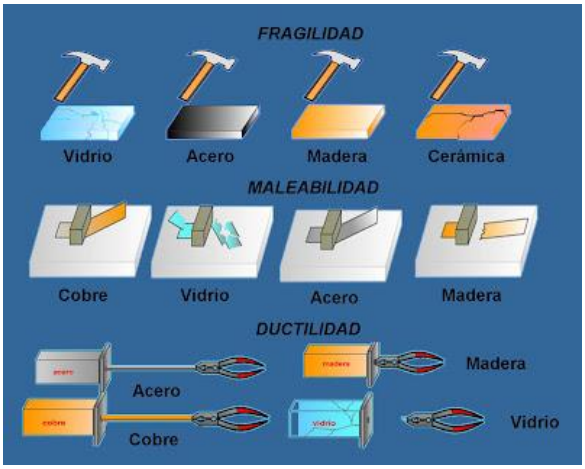


Figura 21: Propiedades mecánicas.

Nota: Las propiedades mecánicas son características que describen cómo un material responde a fuerzas externas. Tomada de (cristalizando, 2022)

2.3.3. Propiedades térmicas.

Las propiedades térmicas están presentes en todo desarrollo de producto, ya que las piezas más diversas tendrán que enfrentarse a requisitos como ser sometidas a un calor intenso durante un corto periodo de tiempo o, por el contrario, resistir durante un largo lapso temporal cambios de temperaturas a la intemperie. (Infinitia, 2023)

Aquí hay algunas propiedades térmicas clave que se buscan en estos materiales:

1. **Capacidad de conducción térmica:** La capacidad de un material para conducir el calor es crítica. Los materiales para moldes deben ser buenos conductores térmicos para garantizar que el calor se distribuya uniformemente por todo el molde, evitando así defectos en las piezas fundidas.

2. **Coeficiente de expansión térmica:** Los materiales se expanden cuando se calientan y se contraen cuando se enfrían. El coeficiente de expansión térmica es importante para prevenir deformaciones en el molde debido a las fluctuaciones de temperatura.

3. **Resistencia a la temperatura**: Los moldes deben ser capaces de resistir las altas temperaturas asociadas con el material fundido sin deformarse, ablandarse o dañarse. Esto implica que los materiales deben tener puntos de fusión y temperaturas de servicio adecuadas.

4. **Capacidad de retención de temperatura:** Algunas aplicaciones requieren que el molde mantenga una temperatura específica durante un período prolongado. La capacidad de retención de temperatura del material es relevante en tales casos.

5. **Capacidad de disipación de calor:** La capacidad de un material para disipar el calor también es importante, ya que puede ayudar a evitar el sobrecalentamiento del molde y garantizar un enfriamiento eficiente.

6. **Resistencia al choque térmico:** Los moldes pueden experimentar cambios bruscos de temperatura, como cuando se enfrían rápidamente después de la fundición. La resistencia al choque térmico es esencial para evitar fisuras o fracturas en el molde.

7. **Estabilidad dimensional a alta temperatura:** Los materiales del molde deben mantener su forma y precisión dimensional incluso a altas temperaturas, lo que implica una buena estabilidad dimensional a temperaturas elevadas.

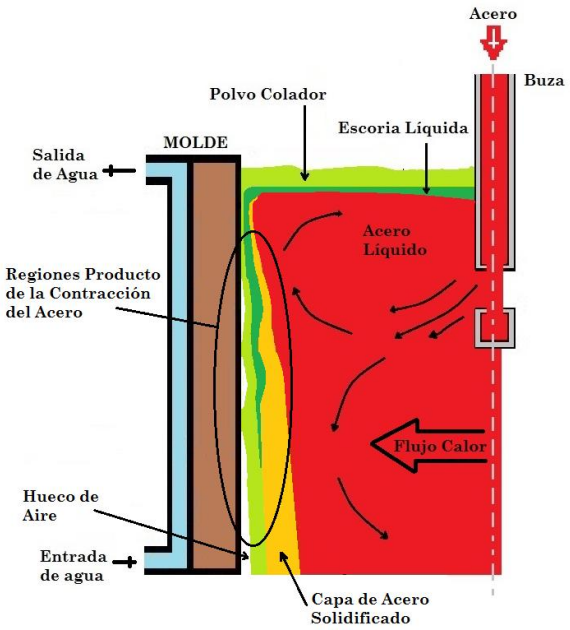


Figura 22: Propiedades térmicas del acero.

Nota: Su conductividad térmica moderada, que posibilita una transferencia de calor efectiva, es una de las propiedades térmicas del acero. Tomado de (researchgate, 2021)

2.3.4. Propiedades aleaciones.

La aleación se trata de una técnica que se utiliza en la industria del acero para mejorar algunas propiedades de los metales puros, así como su dureza, la resistencia mecánica y la resistencia a la corrosión.

De esta forma, se obtiene un nuevo metal de mayor calidad y que comúnmente llamamos “acero”, mismo que tiene su origen en una aleación de hierro con una pequeña cantidad de carbono. (Aceromafe, 2021)

Algunas aleaciones comunes utilizadas en la fabricación de moldes incluyen:

- **Acero para herramientas:** Aleaciones de acero con alta dureza, resistencia al desgaste y resistencia a la temperatura. Ejemplos incluyen el acero H13 y el P20.
- **Aleaciones de aluminio**: El aluminio es ligero y tiene una buena conductividad térmica. Se utiliza en moldes de fundición a presión y moldes de inyección de plástico.
- **Bronce y cobre berilio:** Estas aleaciones son resistentes al desgaste y tienen buenas propiedades térmicas. A menudo se utilizan en aplicaciones de fundición a presión de metales no ferrosos.
- **Aceros inoxidables:** Los aceros inoxidables pueden ser adecuados para aplicaciones que requieren resistencia a la corrosión y estabilidad dimensional a alta temperatura.

En la siguiente **tabla 1** se muestran las propiedades mecánicas, propiedades térmicas y ejemplos de aleación o de los materiales más utilizados para la fabricación de moldes.

MATERIAL PARA MOLDES	PROPIEDADES MECÁNICAS	PROPIEDADES TÉRMICAS	ALEACIONES REPRESENTATIVAS
Acero	Alta dureza, resistencia al desgaste	Buena conductividad térmica	H13, P20, D2
Hierro fundido	Buena resistencia al desgaste	Buena conductividad térmica	Grafito nodular, hierro gris
Aluminio	Ligero, bajo costo	Buena conductividad térmica	Aluminio-silicio (A413), A6061
Magnesio	Ligero, buena resistencia	Buena conductividad térmica	Aleaciones de magnesio
Silicona	Baja densidad, aislante eléctrico	Baja conductividad térmica	
Plástico reforzado con fibra de vidrio	Buena resistencia y rigidez	Baja conductividad térmica	
Teflón (PTFE)	Baja flexión, no se adhiere a la materia	Baja conductividad térmica	
Cerámica	Alta resistencia a altas temperaturas	Baja conductividad térmica	Alúmina, carburo de silicio
Bronce	Buena resistencia al desgaste	Buena conductividad térmica	Aluminio. bronce al fósforo
Cobre	Buena conductividad eléctrica y térmica	Buena conductividad térmica	Aleaciones de cobre

Tabla 1: Propiedades de los materiales para moldes

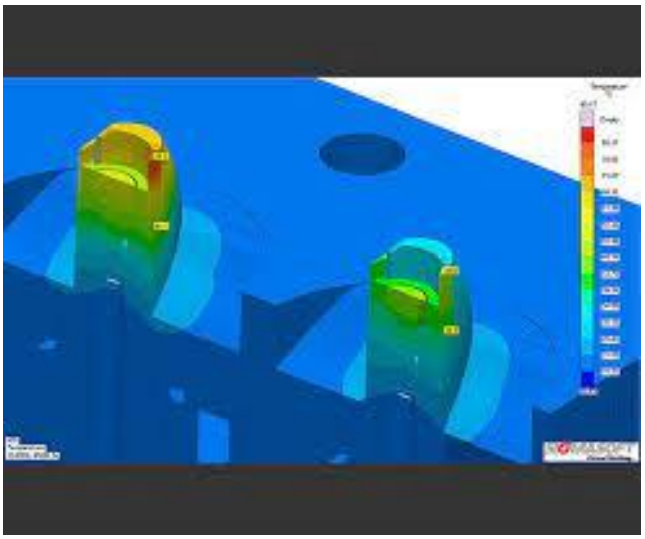


Figura 23: Ejemplo de aleaciones.

Nota: En la creación de moldes, una aleación es una combinación de dos o más metales, o de un metal con otros elementos, con el propósito de mejorar las características del material base y satisfacer necesidades particulares de fabricación. Tomada de (plastech, 2017)

2.4. Fabricación de moldes.

Un molde es un recipiente que presenta una cavidad en la que se introduce un material en estado de fusión que, al solidificarse, adopta la forma de la cavidad. r. (Bonato, 2019)

La fabricación de moldes se realiza vertiendo el material que se va a utilizar de forma líquida, dentro de un molde hueco, que tendrá la forma de la pieza a fabricar. (Ibilon , 2019) La fabricación de moldes se puede clasificar de la siguiente forma:

Figura 24: Fabricación de moldes.

Nota: La fabricación de moldes es un proceso industrial utilizado para crear moldes que darán forma a materiales en productos finales. Tomando de (.construex, 2023)

Molde de frío: Son los que se fabrican con las mezclas de material líquido o semilíquido, que luego una vez vertido, se van a ir endureciendo, quedando totalmente sólido. Como pueden ser los morteros, el yeso, las resinas.

Molde de caliente. Son los que se fabrican con materiales líquidos que se han fundido, como pueden ser los metales, caramelos, las ceras.

¿Cómo se fabrican los moldes?

El moldeo se aplica principalmente a materiales como metales, aleaciones metálicas y plásticos. Pero también puede aplicarse a vidrios y hormigón.

Y estos materiales experimentarán un proceso de fusión, donde un material sólido pasa a estado líquido con la temperatura determinada, alterando así el estado del elemento a moldear. (Bonato, 2019)

Figura 25: Elaboración de molde.
Nota: La fabricación de moldes es un proceso industrial esencial para la fabricación de productos en serie. Tomada de (Envases, 2019)

Para fabricar moldes se toma en consideración la naturaleza del molde a utilizar. Porque hay procesos que precisarán de hormas de usar y tirar, al paso que en otros métodos se podrá emplear determinados moldes varias veces.

Para fabricar un molde hay que atender a las dos partes de este. Estas son la cara frontal de la pieza y la cara posterior, que crearán la pieza completa una vez que se unan.

Existen moldes flexibles o bien más fuertes que otros, unas características que dependerán de la forma de la pieza y del material. Pero lo principal es que los acabados

sean los más limpios y profesionales, ya que, de lo contrario, el molde fabricado podría catalogarse como no válido para la fabricación de piezas metálicas.

Se pueden fabricar moldes de dos tipos diferentes: moldes fríos y moldes calientes. Los moldes fríos están hechos con material líquido que se endurece poco a poco hasta quedar sólidos, como resinas y yesos. Y los moldes calientes hechos con líquidos recién derretidos como ceras o bien metales.

Por otro lado, puede ser un modelado de compresión, donde se cierran las hormas bajo presión o bien por inyección. Este es un procedimiento más práctico y de mayor empleo en la industria del modelado. Aquí se utiliza un material termoplástico que, al enfriar el vertido, adopta la forma del molde empleado.

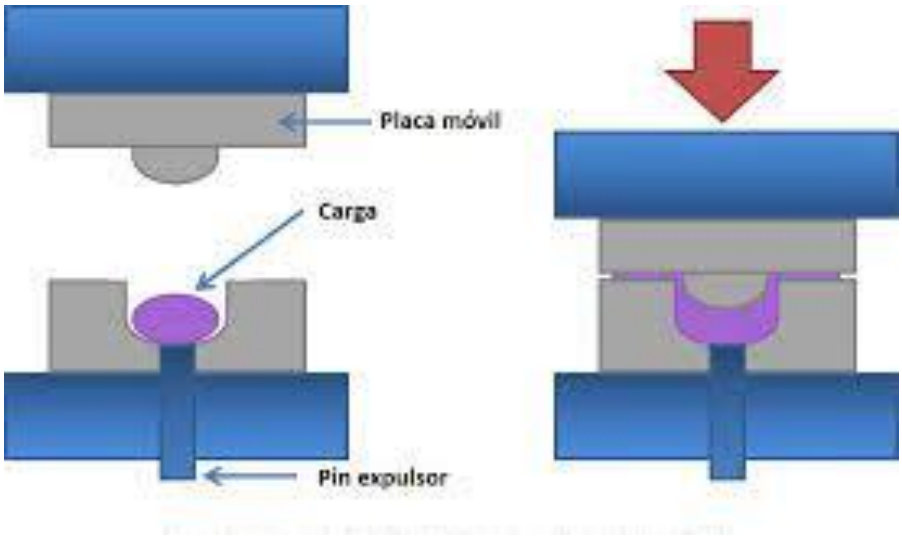


Figura 26: Moldeado de compresión.

Nota: El moldeado por compresión es un método de fabricación que se emplea para fabricar componentes hechos de cauchos y plásticos. Tomado de (todoenpolimeros, 2022)

Un molde es un recipiente con cavidad donde un material líquido es introducido para efectuar el moldeo. ¿Sabrías decir qué es el moldeo? Se trata del procedimiento de fabricación donde una masa o bien materiales en estado líquido pasan a estado sólido adoptando la forma de la cavidad donde fueron vertidos. Esta es una manera sencilla de definir el proceso de fabricación de moldes, pero hay mucho más.

2.4.1. Características de los moldes.

Los moldes utilizados en la fabricación de piezas deben presentar características clave:

1. Precisión Geométrica: Los moldes deben reproducir de manera precisa y fiel la geometría de la pieza a fabricar. Esto implica la necesidad de diseñar cavidades y núcleos con tolerancias ajustadas.

2. Resistencia Mecánica: Los moldes deben ser capaces de soportar las presiones y tensiones generadas durante el proceso de fundición sin deformaciones ni daños. La elección de materiales adecuados es esencial.

3. Durabilidad: La vida útil de un molde es crucial para la eficiencia de la producción. Factores como la selección de materiales, el tratamiento térmico y el mantenimiento adecuado influyen en su durabilidad.

2.4.2. Procesos de fabricación de moldes:

Los moldes se fabrican mediante varios procesos, incluyendo:

1. Mecanizado: Se utilizan máquinas CNC, fresadoras y tornos para dar forma a los componentes del molde, garantizando precisión y acabado superficial.

2. Electroerosión: Los procesos de erosión por hilo o penetración permiten eliminar material de manera controlada para crear detalles finos en los moldes.

3. Soldadura: La soldadura se utiliza para reparar o modificar moldes sin comprometer sus características originales.

4. Tratamiento Térmico: Los moldes pueden someterse a tratamientos térmicos, como el temple, para mejorar su resistencia y durabilidad.

2.4.3. Validaciones de moldes:

La validación de moldes es un paso crítico para garantizar su funcionalidad y calidad. Esto puede incluir:

Figura 27: Vitalización de los materiales.

Nota: Se refieres a un proceso relacionado con la mejora o modificación de las propiedades de los materiales. Tomado de (linke, 2023)

1. Validación de Diseño: Se verifica que el diseño del molde cumple con las especificaciones de la pieza y se realiza un análisis de flujo de material fundido para asegurar la distribución adecuada del material en el molde.
2. Validación de Proceso: Se realiza un proceso de prueba inicial para verificar que el molde funciona según lo previsto y produce piezas sin defectos.
3. Validación de Calidad: Se realizan pruebas en las piezas fundidas para garantizar que cumplen con las especificaciones de calidad requeridas.

2.4.4. Pruebas en frío y en caliente:

La evaluación de los moldes implica pruebas tanto en condiciones en frío como en caliente:

1. Pruebas en Frío: Antes de su uso en producción, se realizan inspecciones visuales, mediciones y pruebas de montaje para verificar la precisión geométrica y la calidad del acabado superficial del molde.

2. Pruebas en Caliente: Durante la producción, los moldes son sometidos a altas temperaturas y presiones. Se supervisa su rendimiento para detectar posibles problemas, como deformaciones, desgaste o defectos en las piezas fundidas.

Figura 28: Prueba en caliente.

Nota: Se refiere a un proceso en el cual se evalúa la calidad y el rendimiento de un molde bajo condiciones de operación que simulan su uso real. (herreriayforjaartistica, 2023)

2.5. Simulación.

El uso de la simulación es, en definitiva, una herramienta a tener en cuenta en una industria que demanda mayor tecnología. Sobre todo, si se tiene en cuenta que va más allá del diseño del molde y que es útil para determinar las condiciones de procesamiento en la inyección de plásticos. (CASTANEDA, 2019)

Actualmente, muchas empresas ya cuentan con capacidad y experiencia importante en el uso de herramientas CAD y CAM; sin embargo, aún es posible potenciar más su uso sumándole las ventajas que puede ofrecer el software de simulación (CAE). Permitiendo la fabricación de moldes optimizados para su uso.

Para que este método asociado al CAE tenga el impacto deseado se hace necesario validar la metodología utilizada por medio de experimentación. Este proceso requiere la instrumentación de un molde para la caracterización de las variables de interés que demuestren que en general la simulación está brindando resultados apropiados.

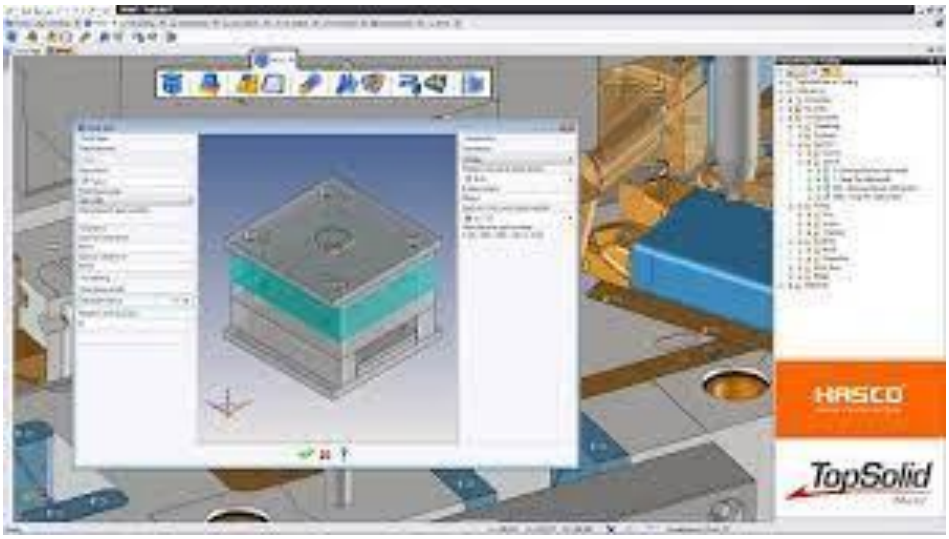


Figura 29: Ejemplo simulación de moldes.

Nota: El proceso de simulación de moldes consiste en modelar y evaluar el comportamiento de un molde durante su funcionamiento antes de que se fabrique físicamente. (interempresas, 2019)

2.5.1. CAD (Diseños Asistido por Computadora).

Se entiende como el software que permite generar modelos computarizados de productos. Este tipo de software no solo sirve para generar dibujos, sino modelos que incluyen características del producto, como materiales. Pueden encontrarse definiciones que limitan este tipo de software al ámbito de la generación de planos; no obstante, en muchos programas disponibles esta es solo una de la gran variedad de funcionalidades con las que cuenta.

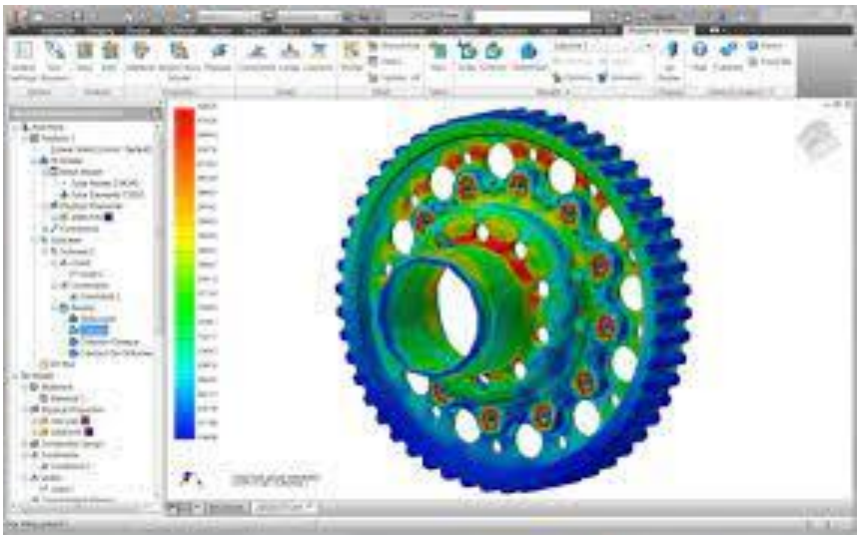


Figura 30: Ejemplo de CAD(Diseño Asistido por Computado)

Nota: Para diseñar y optimizar los moldes que se emplean en procesos de fabricación como el termo formado, la fundición de metales y la inyección de plásticos, la tecnología CAD (Diseño Asistido por Computadora) es fundamental. Tomada de (Antonio, 2019)

2.5.2. CAM (Manufactura Asistida por Computadora).

Uso de computadores en el control de procesos de manufactura. Es habitual relacionar el concepto específicamente al software que permite programar las operaciones de mecanizado en un equipo automatizado a partir de un modelo CAD. En este trabajo, este último es el sentido en el que se entiende el concepto.

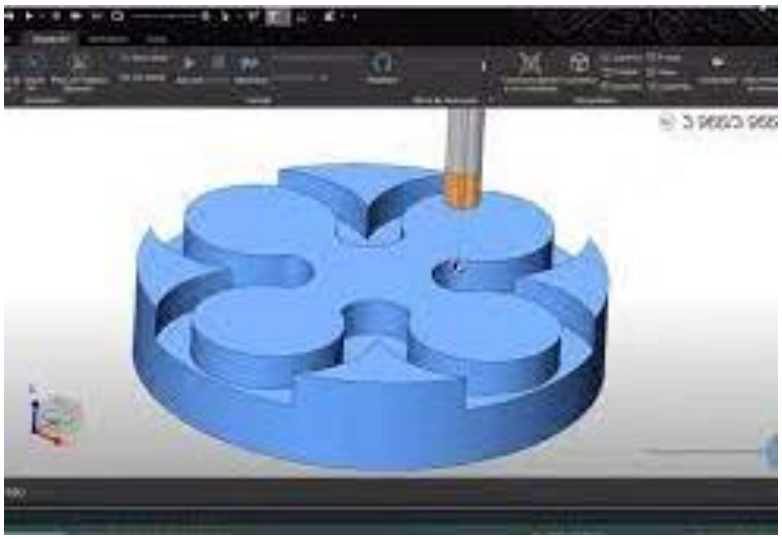


Figura 31: Simulación CAM (Manufactura Asistida por Computadora) .

Nota: Para planificar, optimizar y simular las operaciones de mecanizado necesarias para fabricar moldes de alta precisión, se utiliza software especializado en la simulación CAM (Manufactura Asistida por Computadora) en la fabricación de moldes. Tomada de (Blog de Programación CAD-CAM[fotografia], 2021)

2.5.3. CAE (Ingeniería Asistida por Computadora).

Según es el conjunto de métodos que son usados para desarrollar una amplia variedad de tareas de diseño. En este caso particular, cuando se hace referencia a la simulación del proceso de inyección, se entiende que esta es uno de esos métodos a los que hace alusión el concepto.

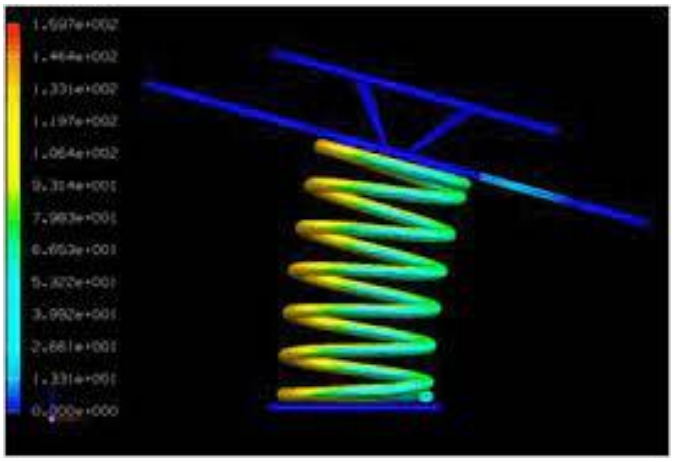


Figura 32: Simulación CAE (Ingeniería Asistida por Computadora).

Nota: La simulación CAE (Ingeniería Asistida por Computadora) es una herramienta sofisticada para evaluar y optimizar el comportamiento de los moldes en una variedad de condiciones operativas. Tomado de (interempresa, 2009)

2.6. CNC Spinner U630.

Suministra sobre todo a empresas que se inician en la mecanización de 5 ejes o para mecanizados universales rentables de 5 lados. (SPINNER, 2019)

Figura 33: Maquina Spinner U630.

Nota: Es una máquina herramienta de alta precisión, fabricada por la empresa alemana Spinner, especializada en la producción de centros de mecanizado CNC. Tomada de (SPINNER, 2019)

2.6.1. Características:

- Gran mesa circular/de pivoteo integrada en el cuerpo de la máquina.
- Mecanizado universal de 5 lados o 5 ejes.
- Husillo móvil.
- Piezas pesadas.
- Altos números de revoluciones del husillo de hasta 15.000 rpm.
- Los más modernos sistemas de control y accionamiento.

Dimensiones útiles aprox. de la pieza de trabajo	
Medidas	600x500x400 mm
Peso máximo	500 kg
Área de trabajo	
Eje X	630 mm
Eje Y	530 mm
Eje Z	465 mm
Ejes	
Sistema de guía	Guías lineales dinámicas
Avance / velocidad de marcha rápida	30 m/min
Mesa	
Diámetro de la mesa de 5 ejes integrada	D = 650 mm
Husillo	
Husillo tipo 1 - Estándar	12.000 1/min / Mmax=97 Nm / Pmáx=15,2KW / SK40-BT40
Husillo tipo 2 - S Speed	15.000 1/min / Mmax=97Nm / Pmáx=15,2KW / SK40-BT40
Almacén de herramientas	
Número de estaciones de herramientas	24, 32, 54
Sistemas de control CNC	
Versión 1	Siemens 840D SolutionLine
Versión 2	Heidenhain TNC620

Tabla 2: Ficha de datos de Spinnner U630

2.6.2. Integración de software CAD y SolidWorks©.

Según (Speicher, 2020) La integración de software CAD, con SolidWorks como un ejemplo destacado, ha transformado la manera en que se aborda el diseño de moldes. Estas herramientas proporcionan capacidades avanzadas de modelado 3D, facilitando la creación, visualización y modificación eficiente de diseños complejos.

2.6.3. Simulación en 3D para diseño de moldes.

La simulación en 3D, a través de plataformas como SolidWorks Simulation, ha emergido como una herramienta esencial. Permite analizar virtualmente el comportamiento del molde, anticipar problemas potenciales durante la producción y optimizar factores como la distribución del material, la evacuación de aire y la eficiencia del enfriamiento.

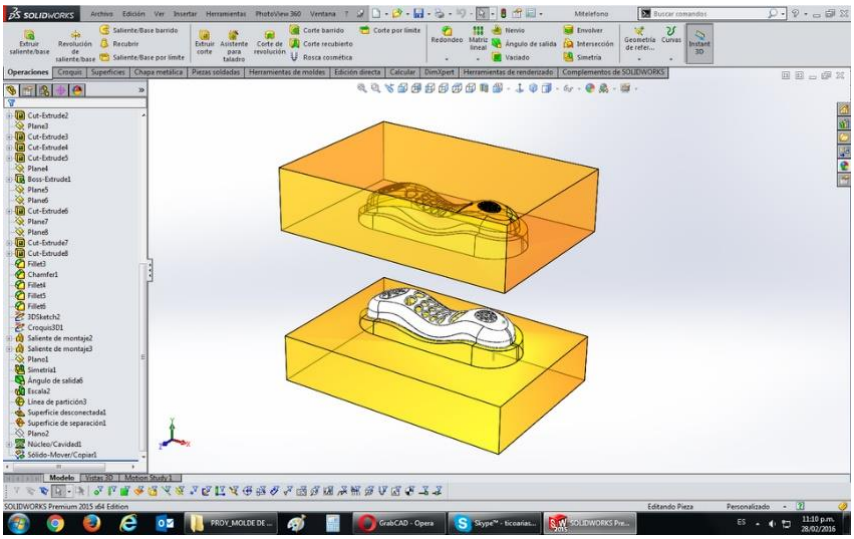


Figura 34: Simulación de moldes 3D en SolidWorks©.

Nota: Una herramienta poderosa para diseñar, analizar y optimizar moldes de inyección de plástico y otros tipos antes de que sean fabricados es la simulación de moldes 3D en SolidWorks. Tomada de (/grabcad., 2022)

2.6.4. Impresión 3D aplicada a la fabricación de moldes.

La tecnología de impresión 3D ha revolucionado el diseño y la fabricación de moldes. Exploramos cómo esta tecnología permite la creación rápida de prototipos, facilita la incorporación de diseños complejos y ofrece flexibilidad en la elección de materiales, aunque evaluaremos las limitaciones en términos de durabilidad y resistencia en comparación con métodos tradicionales.

*Figura 35: Impresión de 3D ejemplo de molde***.**
Nota: Un modelo tridimensional del molde se crea a partir de un archivo digital mediante una impresora 3D. Tomada de (Objective3d, 2022)

2.6.5. CNC y control Numérico.

En la fase de fabricación, los códigos G son esenciales para las máquinas de Control Numérico por Computadora (CNC). Exploramos cómo estos códigos automatizan procesos de fresado, torneado y perforación, contribuyendo a la precisión y consistencia en la producción de moldes. Se examinará la programación CNC y su importancia en la replicabilidad de diseños.

CAPÍTULO III. DESARROLLO

Con el propósito de estructurar el desarrollo de la investigación sobre el diseño y fabricación de moldes mediante proceso mecanizado, fue necesario establecer relaciones de recopilación de información con el tecnológico. En ese sentido, el acercamiento desarrollado con dicha entidad consistió en las siguientes fases:

3.1. Etapa 1 “Diagnóstico técnico”.

En esta etapa se recopila toda la información requerida para las etapas posteriores del proyecto. Esto incluye pláticas con el asesor técnico y la realización de pruebas de laboratorio, así como otras actividades de monitorización.

Etapa 1: Diagnóstico técnico.	
Objetivo específico de la etapa 1: Investigar procesos de moldeado (inyección y soplado).	**Duración:** 2 semanas.

Propósitos:

- Analizar y comparar los parámetros de temperatura utilizados en el proceso de moldeado por inyección para diferentes tipos de materiales plásticos.
- Investigar los diferentes tipos de materiales utilizados en el proceso de moldeo por inyección y sus propiedades.
- Evaluar la calidad y propiedades mecánicas de las piezas moldeadas.
- Examinar los diferentes procesos de moldeo, centrándose en sus variantes.
- Investigar las aplicaciones y ventajas de los productos fabricados mediante el proceso de moldeo.

• Investigar las tendencias actuales en la automatización de procesos de moldeado para mejorar la precisión y eficiencia en la producción.
Actividades
1. Revisión bibliográfica. 2. Estudio de casos. 3. Análisis de materiales. 4. Experimentos de laboratorio. 5. Simulación por ordenador. 6. Evaluación de Efectos.

3.1.1. Informe técnico etapa 1.

El informe tendrá lo siguiente:

- Elaboración de los preliminares.
- Descripción de los objetivos del proyecto.
- Consulta e recaudación de información de distintas fuentes de información.
- Realizar un inventario para conocer los materiales.
- Visualizar tutoriales propuestos por el asesor técnico.
- Leer y conocer el manual de la maquina CNC Sppiner U630.
- Elaboración de marco teórico.

Inventario De Herramientas		
Cortadores	**Brocas de corte de Centro**	**Bronca**
Milimétricos		
• 12 mm	• 1 mm • 3 mm • 4 mm	• 1 mm • 0.5 mm
Estándares		
• 3/16 pulg • 1/12 pulg • 1/4 pulg • 3/8 pulg		

Tabla 3: Inventario de herramientas del laboratorio de manufactura avanzada.

3.2. Etapa 2 “Propuesta, diseño para la creación y fabricación de moldes”.

Se hace mención del plan detallado que define cómo se crearán los moldes utilizados en los procesos de moldeado, como la inyección y el soplado. Esta propuesta describe los pasos clave para diseñar y fabricar moldes eficientes y funcionales, teniendo en cuenta aspectos como la geometría del producto final, los materiales a utilizar, las técnicas de fabricación, la optimización de costos y la durabilidad del molde. Un diseño sólido para la fabricación de moldes es esencial para garantizar la calidad y la eficiencia de la producción en la industria del moldeado.

Etapa 2: Propuesta, diseño para la creación y fabricación de moldes.	
Objetivo específico de la etapa 2: Diseñar propuestas de moldes.	**Duración:** 3 semanas.

Propósitos:

- Realizar un análisis detallado de las especificaciones del producto para comprender completamente los requisitos del molde.
- Seleccionar materiales de molde adecuados, considerando factores como la temperatura de procesamiento, la resistencia al desgaste y la durabilidad.
- Diseñar una geometría de molde que garantice la precisión y calidad de las piezas moldeadas.
- Integrar canales de expulsión y mecanismos de liberación para facilitar la extracción de piezas moldeadas.

• Utilizar tecnologías avanzadas, como la impresión 3D de moldes, para agilizar el proceso de prototipado y diseño. • Realizar pruebas de prototipos y validar la funcionalidad del molde antes de la fabricación a gran escala.
Actividades
1. Prototipado. 2. Análisis de especificaciones. 3. Selección de materiales. 4. Usos de tecnologías avanzadas. 5. Simulación por ordenador. 6. Entrega oportuna.

3.2.1. Informe técnico etapa 2.

3.2.2. Elaborar propuestas a mano alzada.

Las ideas principales para desarrollar un método efectivo para comunicar visualmente diseños de moldes se muestran, destacando detalles clave como dimensiones, formas y características específicas. Se explorará la eficacia de estos bocetos en la fase inicial del proceso de diseño de moldes, evaluando su impacto en la comprensión y aceptación de propuestas por parte de los involucrados. Tanto la calidad estética como la utilidad práctica de los bocetos serán abordadas, con el propósito de mejorar la eficiencia y la efectividad en la elaboración de moldes industriales.

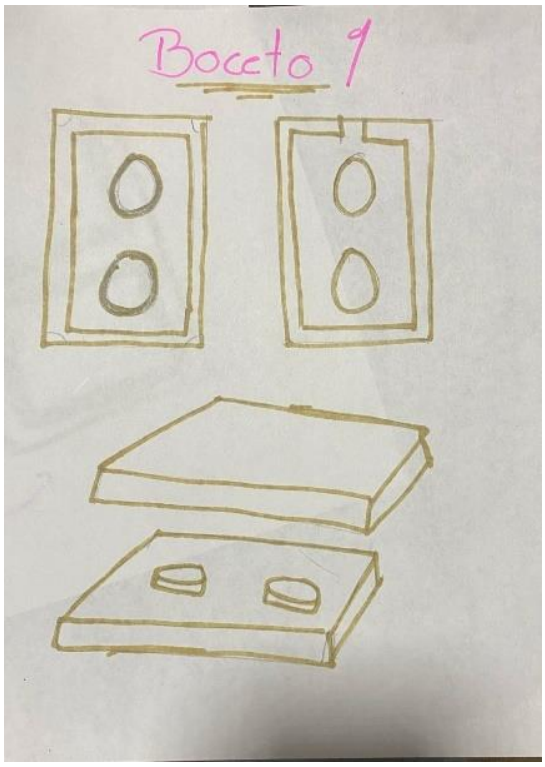


Figura 36: Boceto 1.

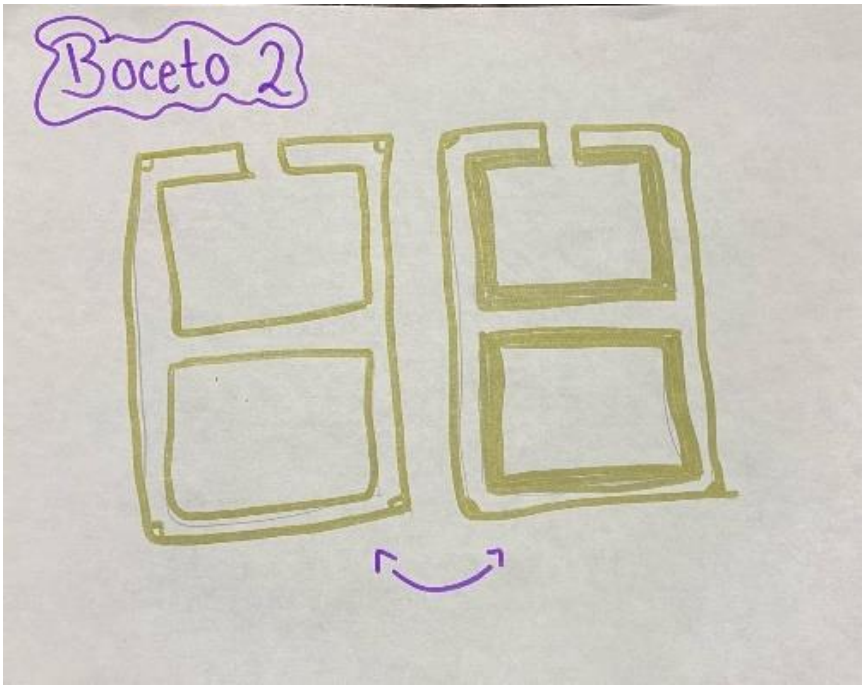


Figura 37: Boceto 2.

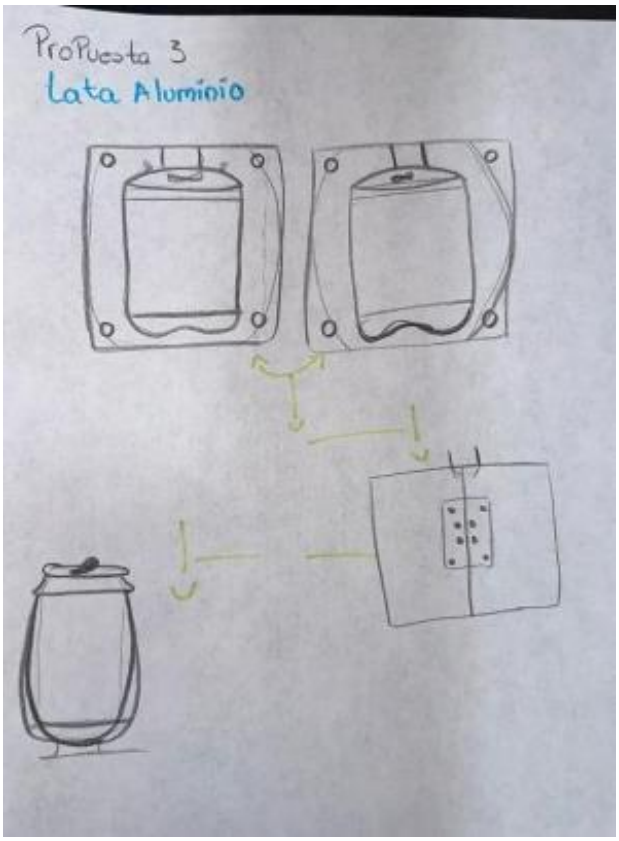


Figura 38: Boceto 3.

3.2.3. Utilización de software SolidWorks©.

Se centra en la aplicación específica de SolidWorks© para el diseño detallado de las piezas a manufacturar, explorando exhaustivamente las capacidades de SolidWorks© en la generación precisa y eficiente de modelos tridimensionales para piezas moldadas. Se abordaron aspectos como la optimización de la geometría de la pieza, la consideración de tolerancias y la evaluación de factores clave para la fabricación del molde. Además, se examinó la eficacia de él software en la presentación de propuestas, buscando mejorar la precisión y la viabilidad práctica en el diseño de piezas.

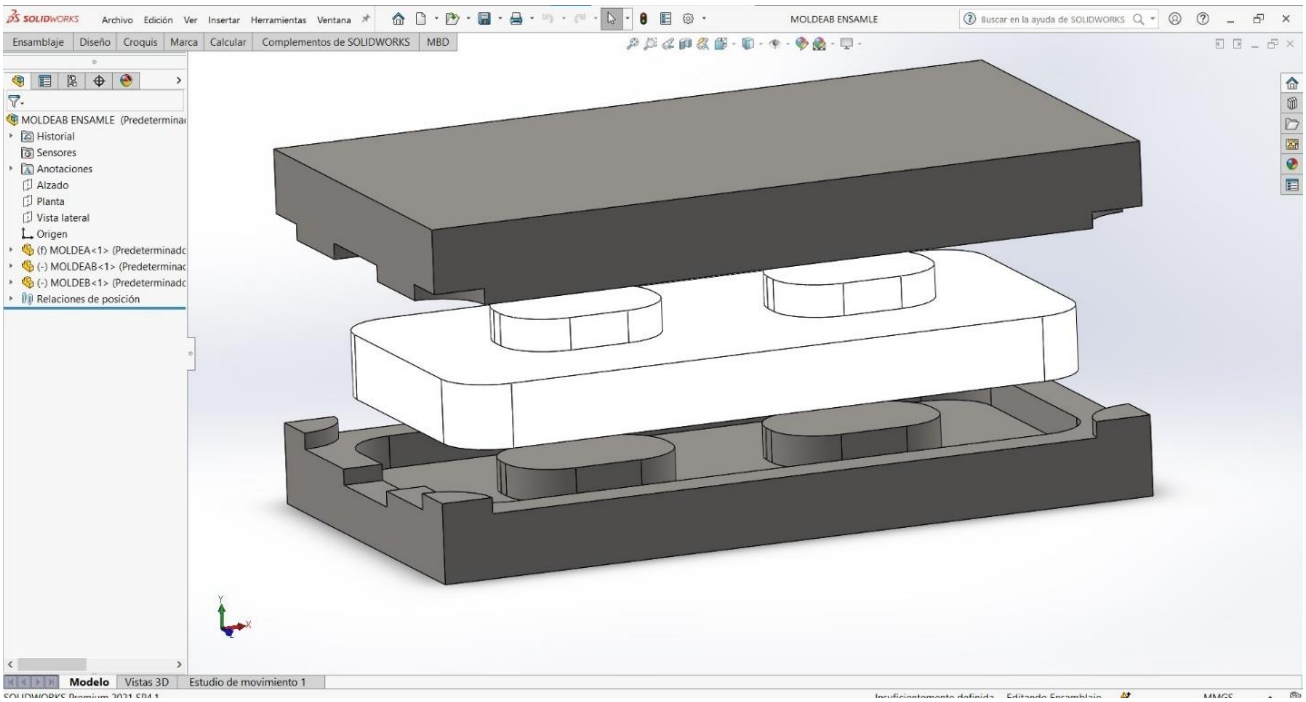


Figura 39: Diseño en software del prototipo 1.

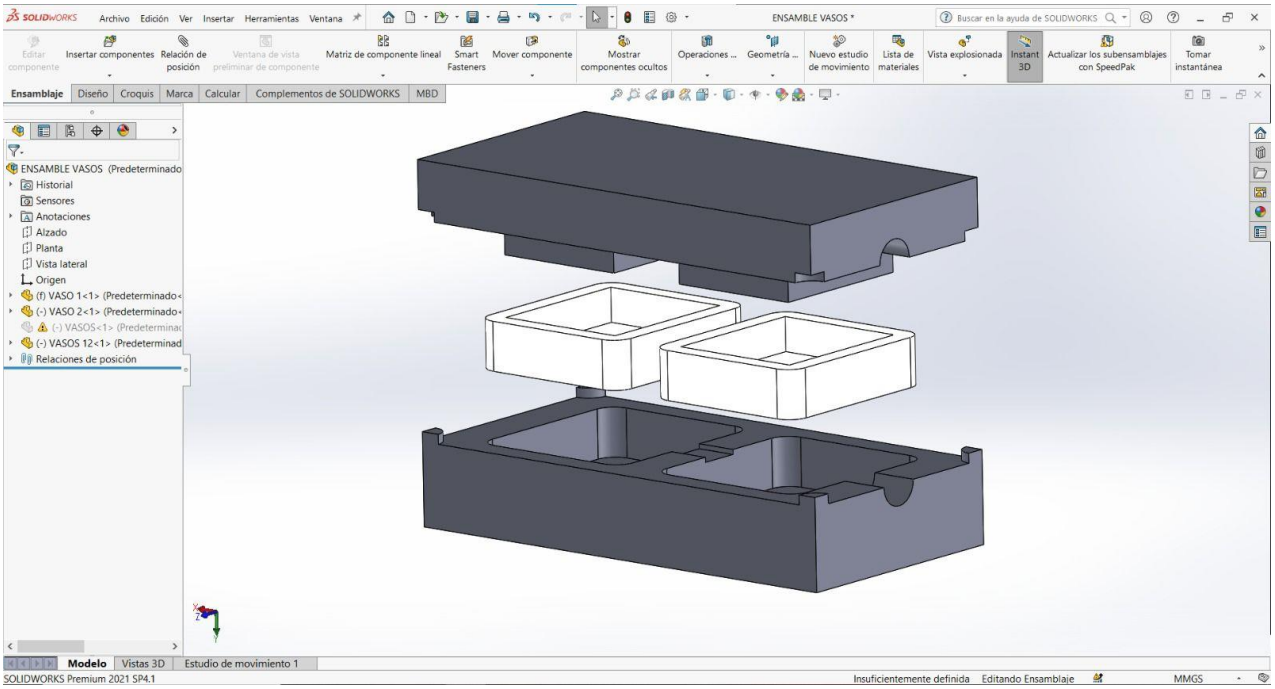


Figura 40: Diseño en software del prototipo 2

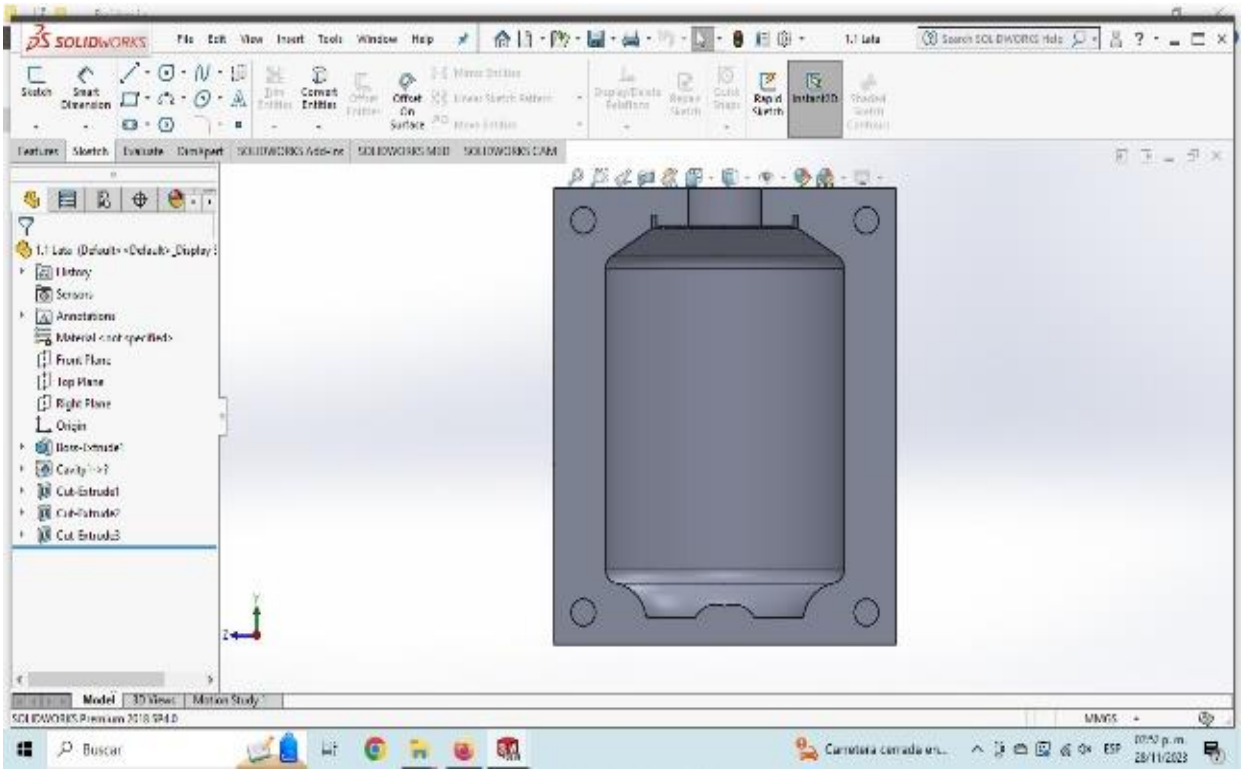


Figura 41: Diseño en software del prototipo 3.

3.2.4. Determinar las medidas precisas del molde.

La realización de los planos en SolidWorks© ofrecen una descripción detallada y precisa de cada componente del diseño. Cada plano proporciona vistas ortogonales que muestran dimensiones en altura, ancho y profundidad, permitiendo una comprensión completa de la geometría.

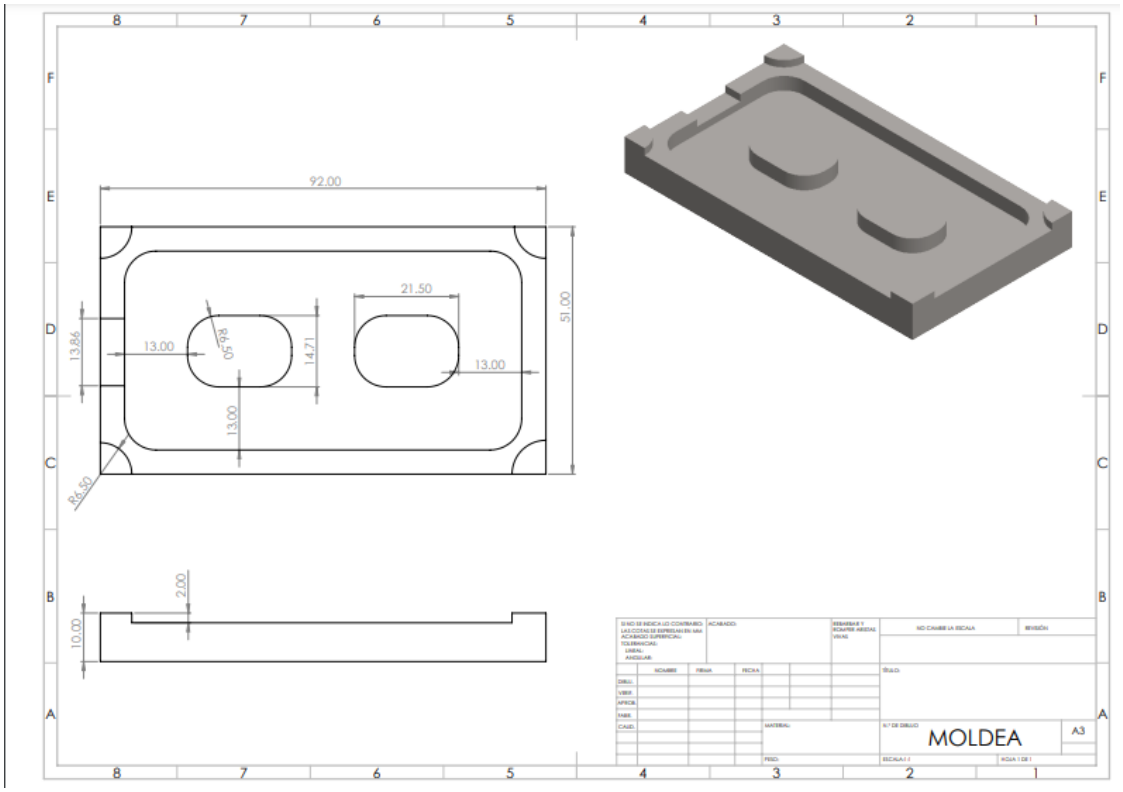


Figura 42: plano prototipo **1**

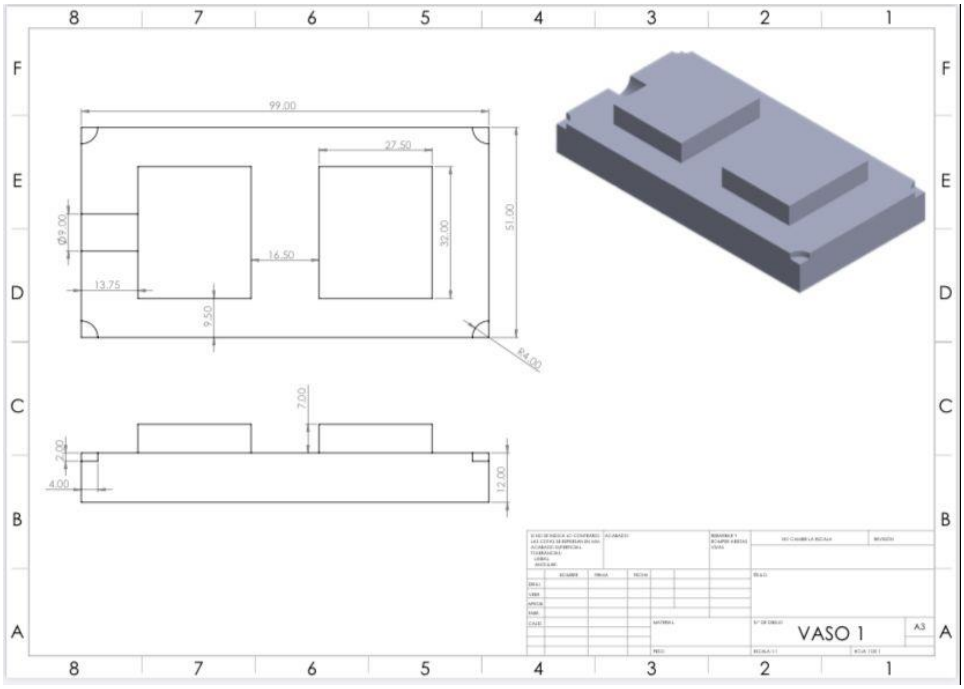


Figura 43: Plano de prototipo 2.

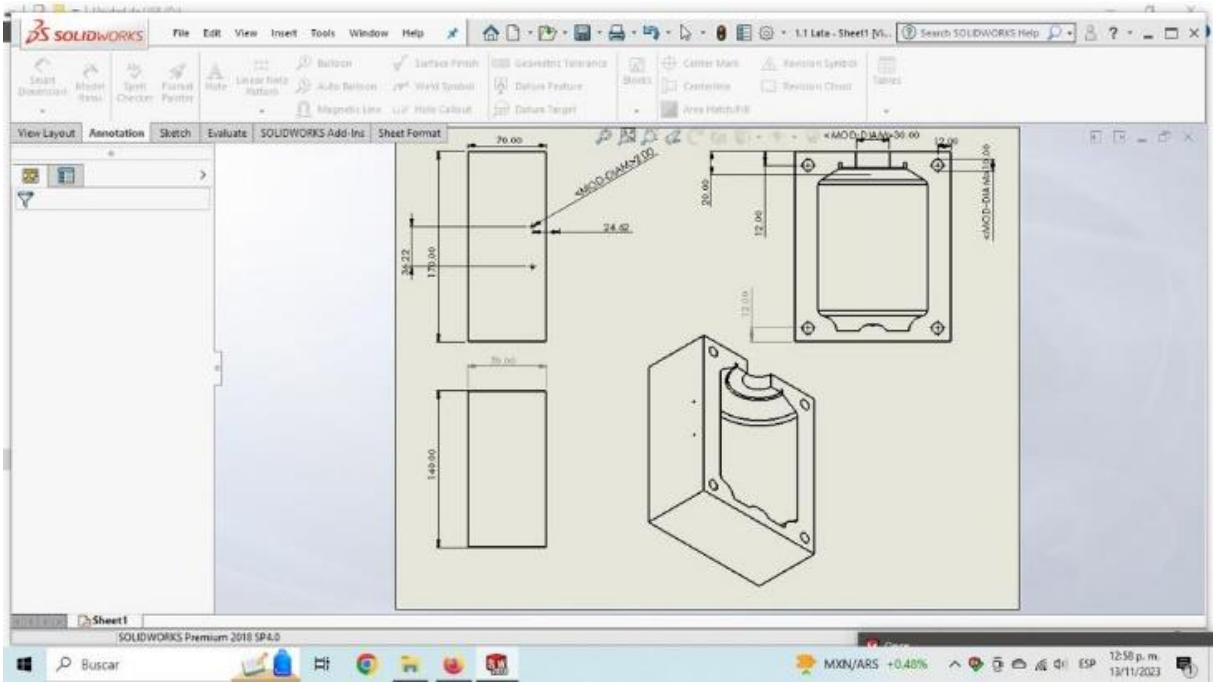


Figura 44: Plano de prototipo 3.

3.2.5. Simulación de moldeo en el software.

La herramienta de simulación de SolidWorks©, puede evaluar la integridad del molde, además, que facilita la generación de trayectorias de herramientas para la fabricación CNC, asegurando una precisión milimétrica en la construcción del molde.

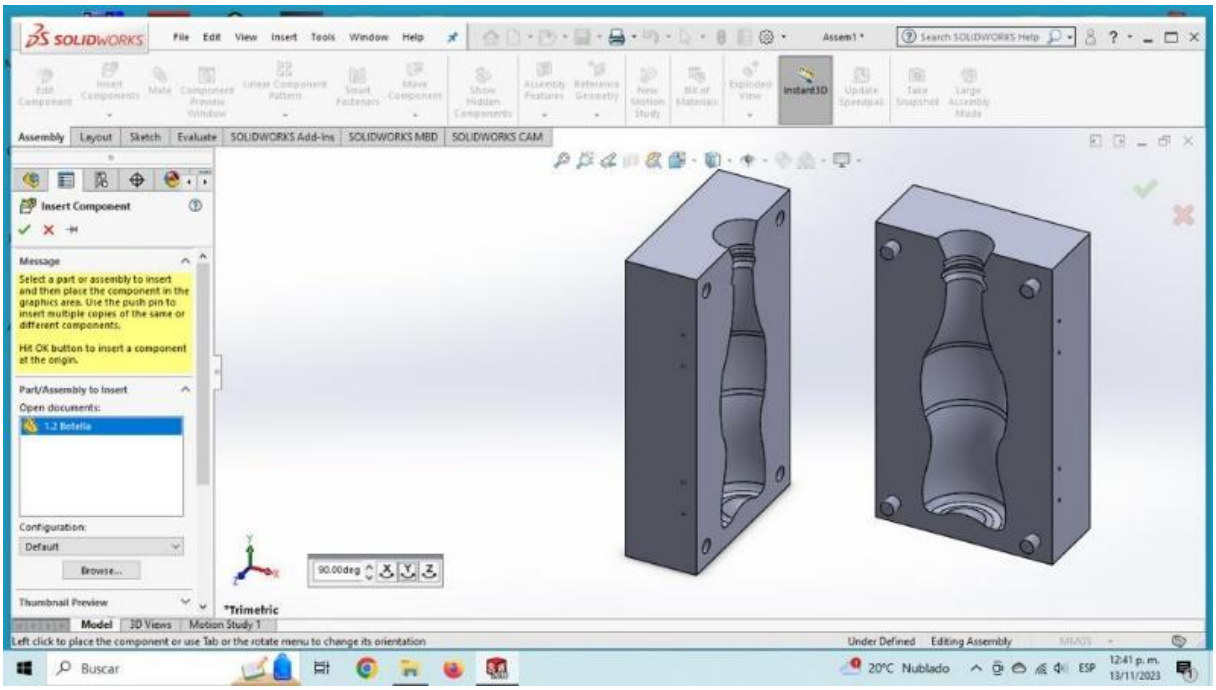


Figura 45: Simulación de prototipo 1.

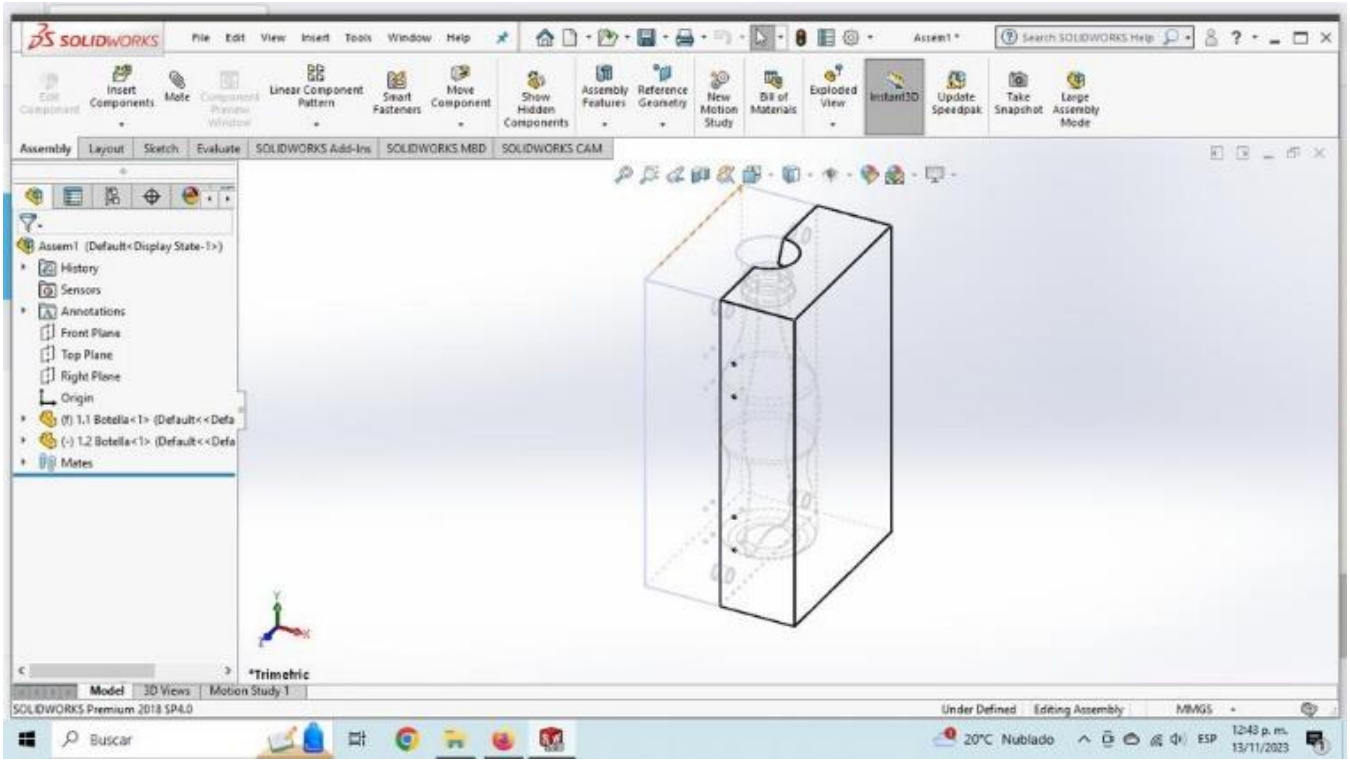


Figura 46: Simulación del resultado esperado.

3.3. Etapa 3 “Modelado y simulación”.

Partiendo de los resultados del diagnóstico se continuará con un proceso que puede denominarse de Ingeniería Inversa. El modelo correspondiente al molde real obtenido se simulará bajo las condiciones adecuadas para verificar que el comportamiento descrito por el software corresponde con la realidad.

Etapa 3: Modelado y simulación.	
Objetivo específico de la etapa 2: Analizar mediante tecnología CAE (propiedades mecánicas de los diseños).	**Duración:** 3 semanas.

Propósitos:

- Comprender los principios fundamentales de la tecnología CAE (Ingeniería Asistida por Computadora) en el contexto de análisis de propiedades mecánicas de diseños.
- Adquirir habilidades avanzadas en el uso de software CAE especializado para modelar y analizar el comportamiento mecánico de estructuras y componentes.
- Aplicar técnicas de simulación para evaluar de manera precisa y detallada las propiedades mecánicas, como resistencia, deformación y fatiga, en diferentes condiciones de carga y entornos operativos.
- Adquirir conocimientos teóricos sólidos sobre los principios y conceptos fundamentales del moldeado y simulación en sistemas dinámicos.

- Desarrollar habilidades prácticas en el uso de herramientas de software especializado para llevar a cabo simulaciones precisas y eficientes.
- Analizar y evaluar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos mediante simulaciones, identificando posibles fuentes de error y mejorando la precisión del modelo.
- Diseñar y optimizar procesos industriales mediante la implementación de simulaciones, con el objetivo de mejorar la eficiencia, reducir costos y minimizar riesgos operativos.

Actividades

1. Manejo de tecnología CAE.
2. Optimización y eficiencia.
3. Procesos de fabricación.
4. Prueba de prototipos.
5. Propiedades mecánicas.

3.3.1. Informe técnico etapa 3.

3.3.2. Evaluación de tecnologías CAE.

Se muestra la utilización de software en la entonación de moldes, así como la aplicación avanzada en diseño para la fabricación dentro de la industria manufacturera, se optimizó el proceso de creación de moldes a través de herramientas CAE, permitiendo una simulación detallada de los aspectos relacionados con la ingeniería, eficiencia y precisión mejoradas en la producción de moldes, contribuyendo significativamente al campo de la manufactura de moldes de manera innovadora.

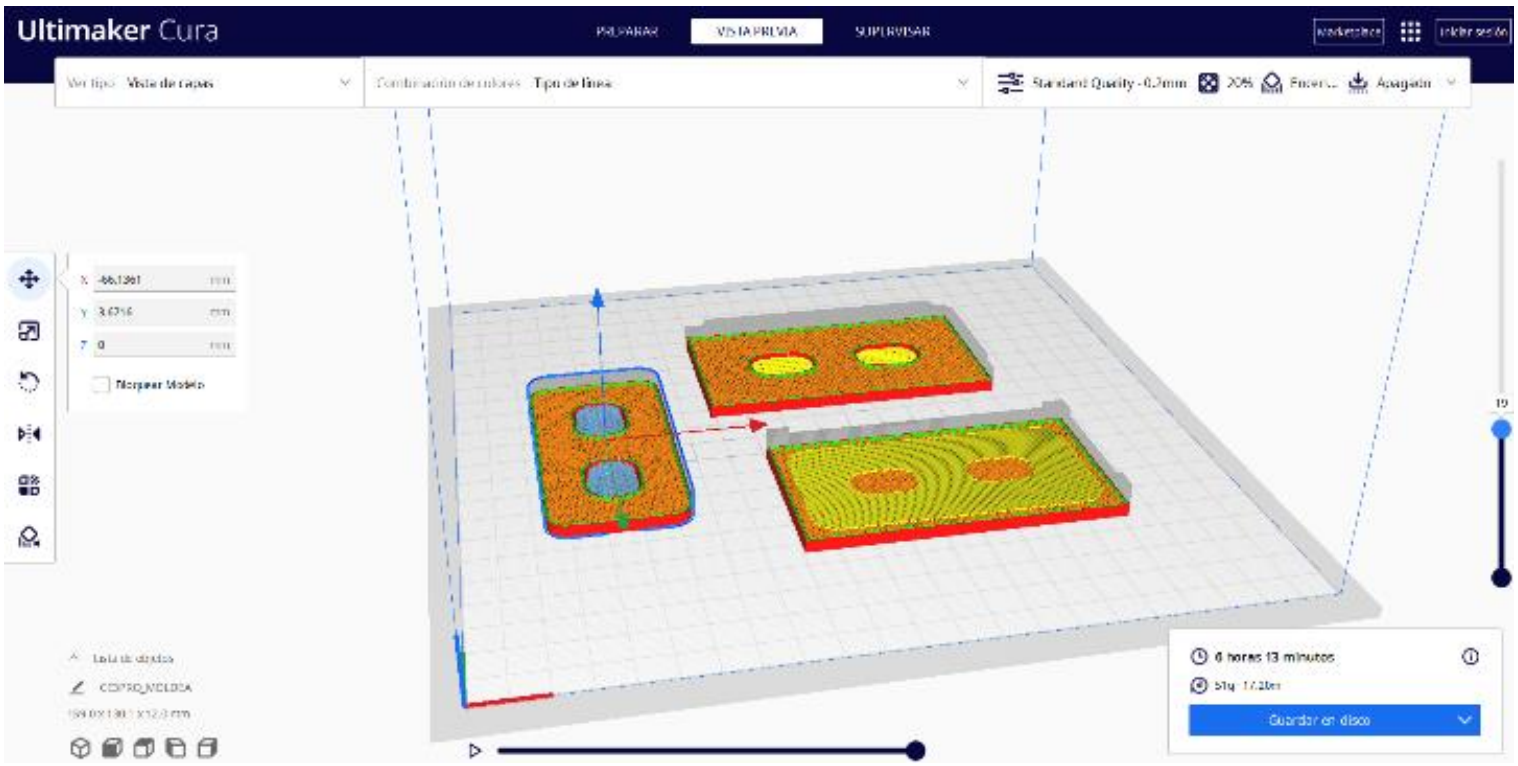


Figura 47 :Software UltimarkeCura.

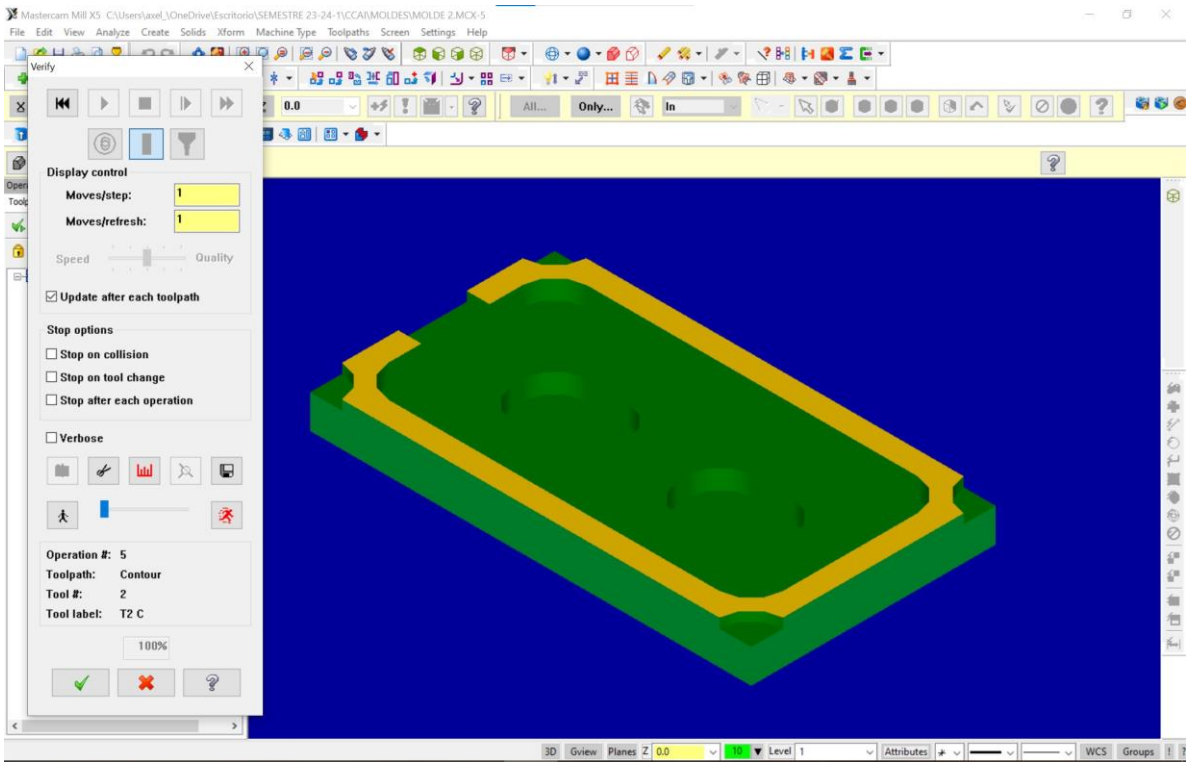


Figura 48:Simulación MasterCam.

3.3.3. Análisis y simulación en el ámbito de ingeniería.

El análisis y la simulación en ingeniería son técnicas computacionales utilizadas para evaluar y predecir el comportamiento de sistemas, componentes o procesos. Estas simulaciones se utilizan para comprender mejor el rendimiento, identificar problemas potenciales, optimizar diseños y tomar decisiones antes de ejecutar físicamente un proyecto.

3.3.3.1. Simulación numérica.

- Análisis Estructural: Evaluación de la resistencia y comportamiento estructural de componentes.

- Análisis de Flujo: Simulación de flujos de fluidos para entender la aerodinámica o el comportamiento de líquidos.

- Transferencia de Calor: Estudio de la distribución y transferencia de calor en sistemas.

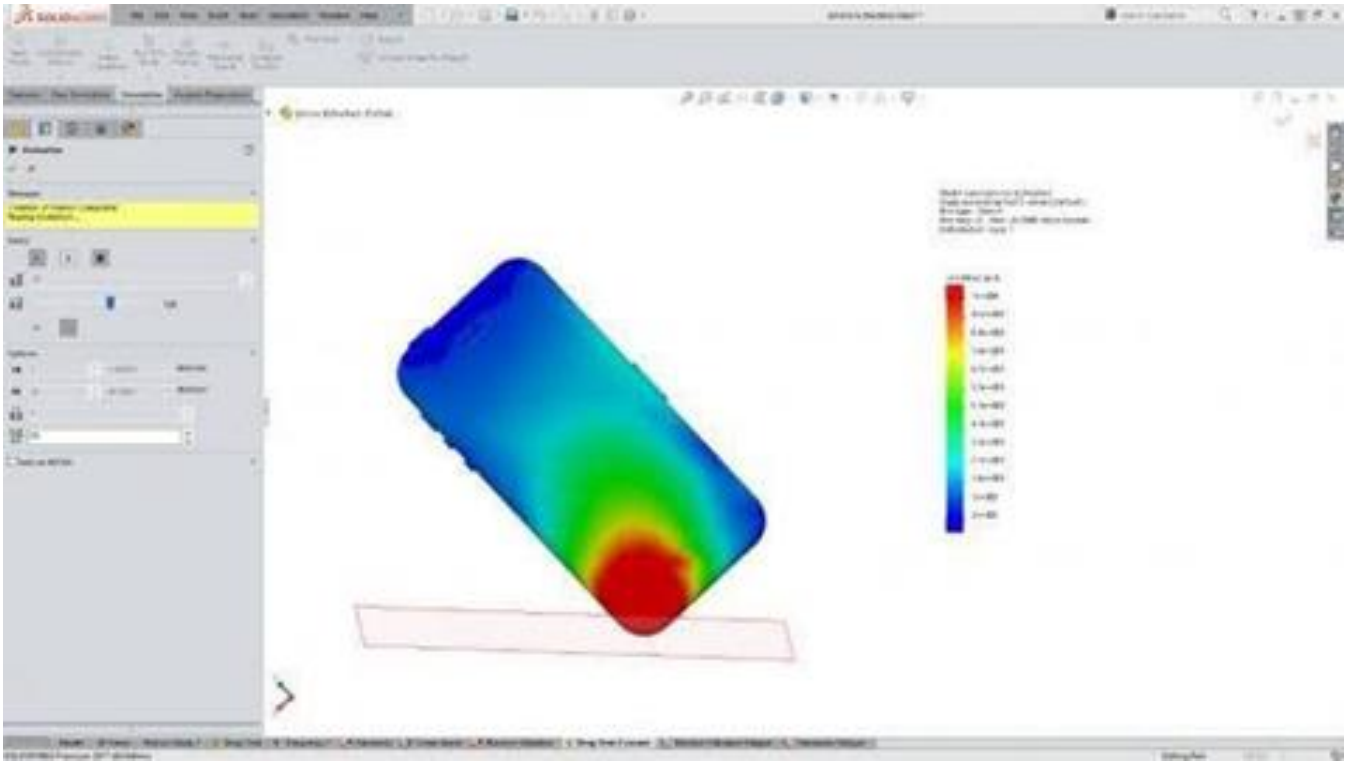


Figura 49: Simulación numérica.

3.3.3.2. Diseño Asistido por Computadora (CAD).

- Modelado 3D: Creación de modelos tridimensionales de componentes o productos.
- Diseño Paramétrico: Ajuste de parámetros para explorar diferentes diseños y optimizarlos.

3.3.3.3. Análisis de elementos finitos.

- Evaluación de Esfuerzos y Deformaciones: Análisis detallado de cómo una estructura responde a cargas y fuerzas externas.

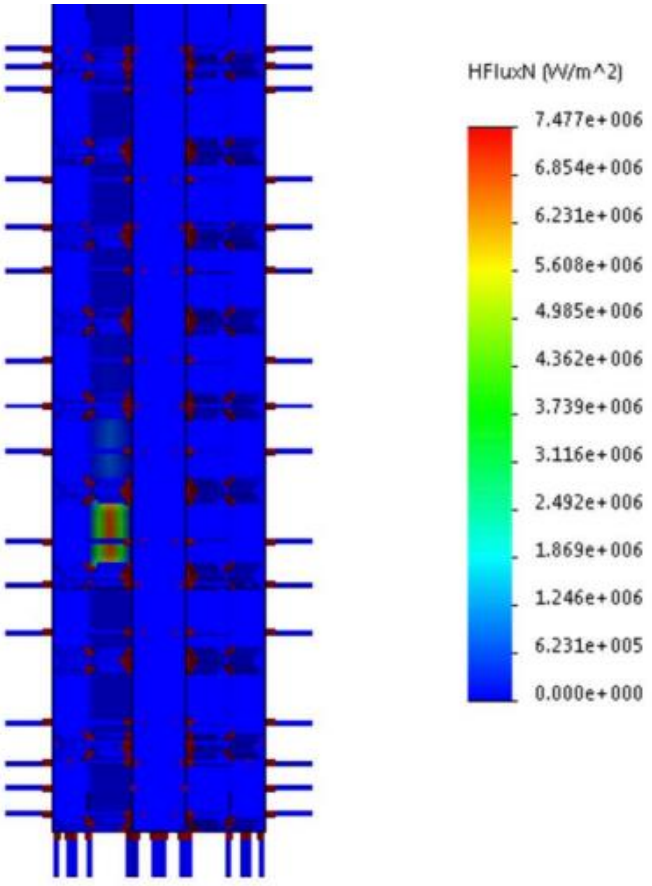


Figura 50: FEA (Análisis por Elementos Finitos).

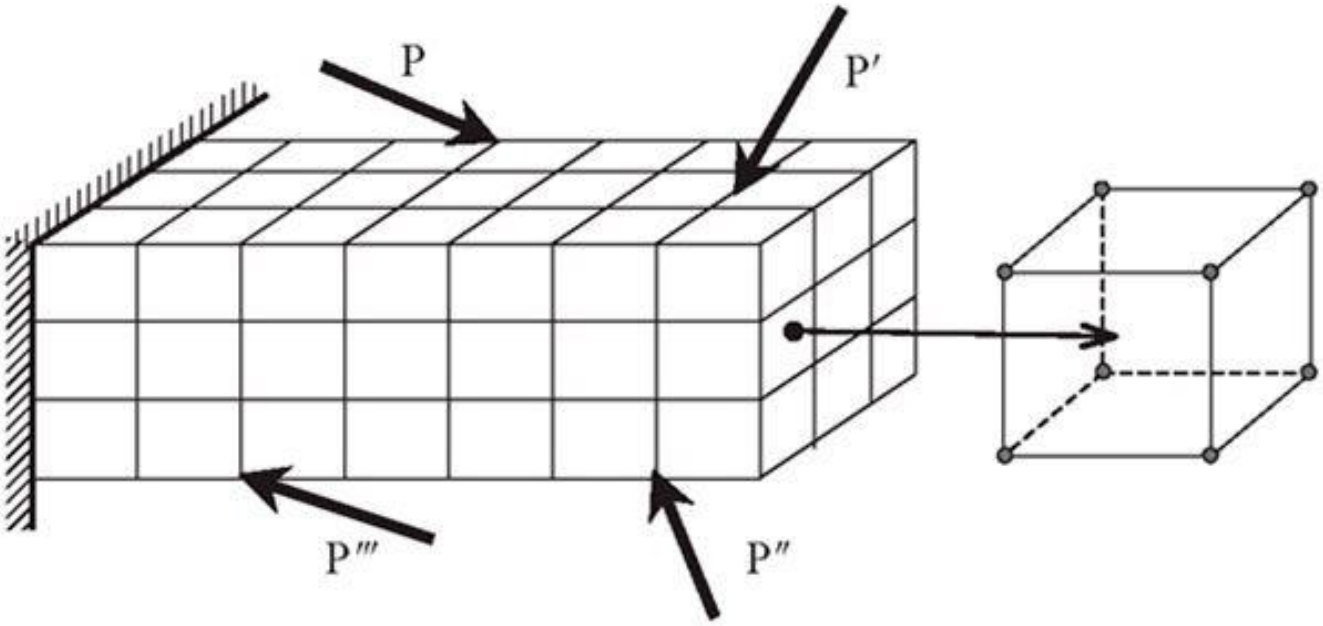


Figura 51: Calculo de estructura.

3.3.3.4. Dinámica de fluidos computacional.

Simulación de Flujo de Fluidos: Estudio del comportamiento de los fluidos, como aire o líquidos, alrededor de objetos.

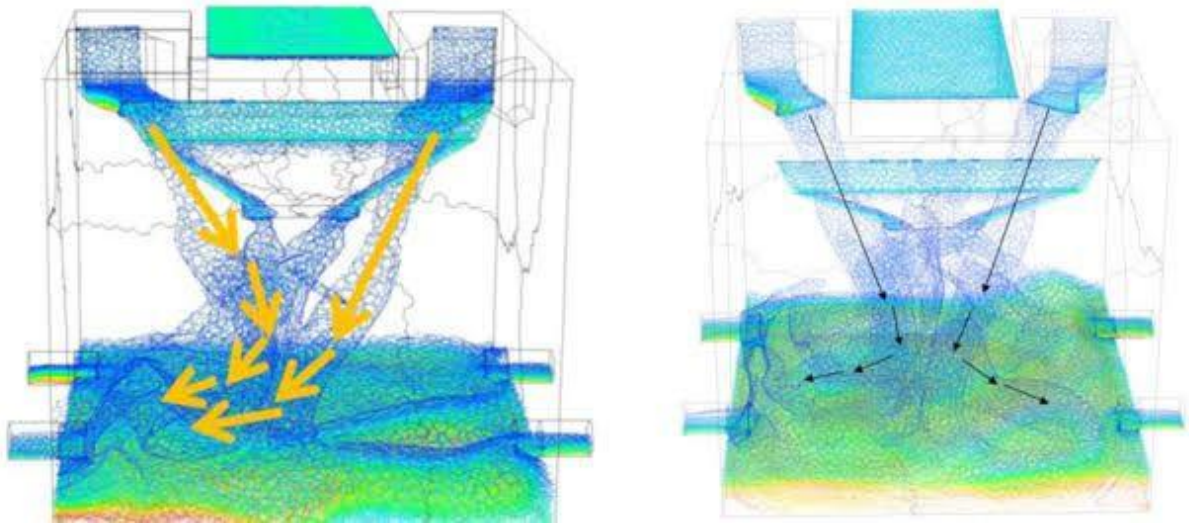


Figura 52: (CFD) Dinámica de Fluidos Computacional .

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Optimización de diseño.

•Optimización Topológica: Uso de algoritmos para encontrar la mejor distribución de material para un rendimiento óptimo.

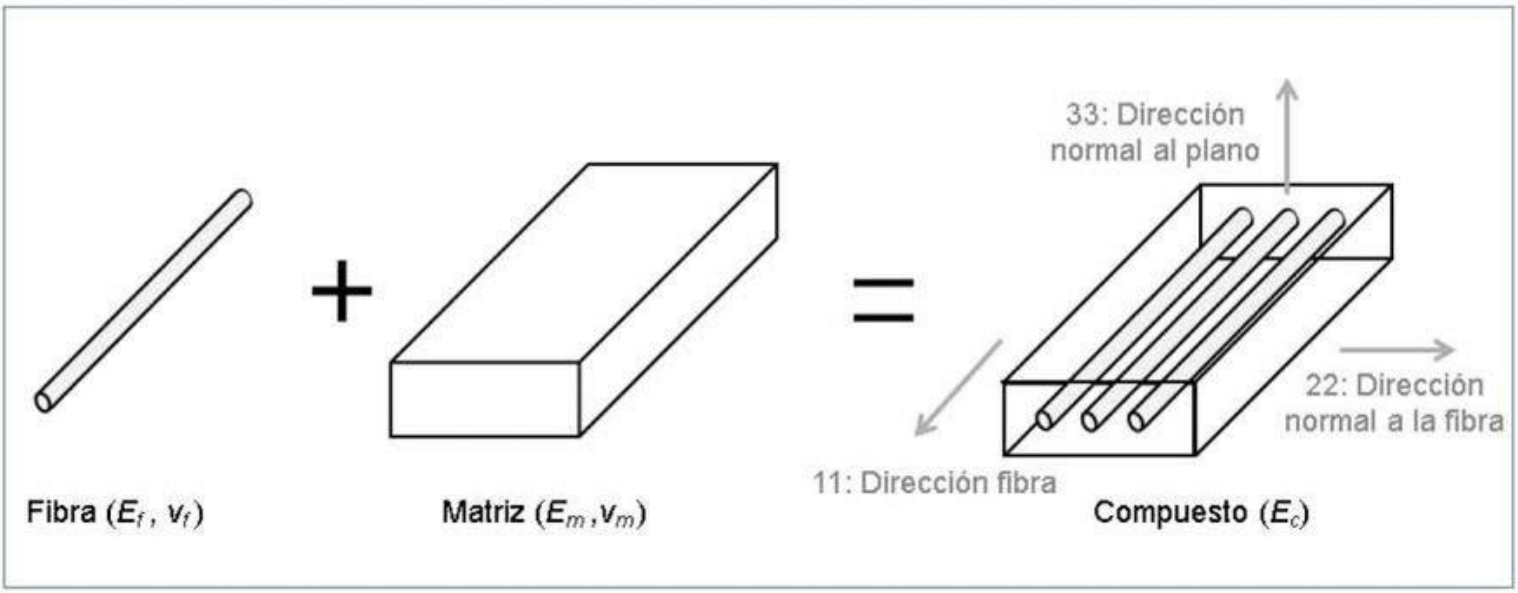


Figura 53: Optimización de diseño de un molde.

4.2 Interfaz con CAD y CAM:

•Conexión con Fabricación Asistida por Computadora (CAM) Integración de procesos desde el diseño hasta la producción.

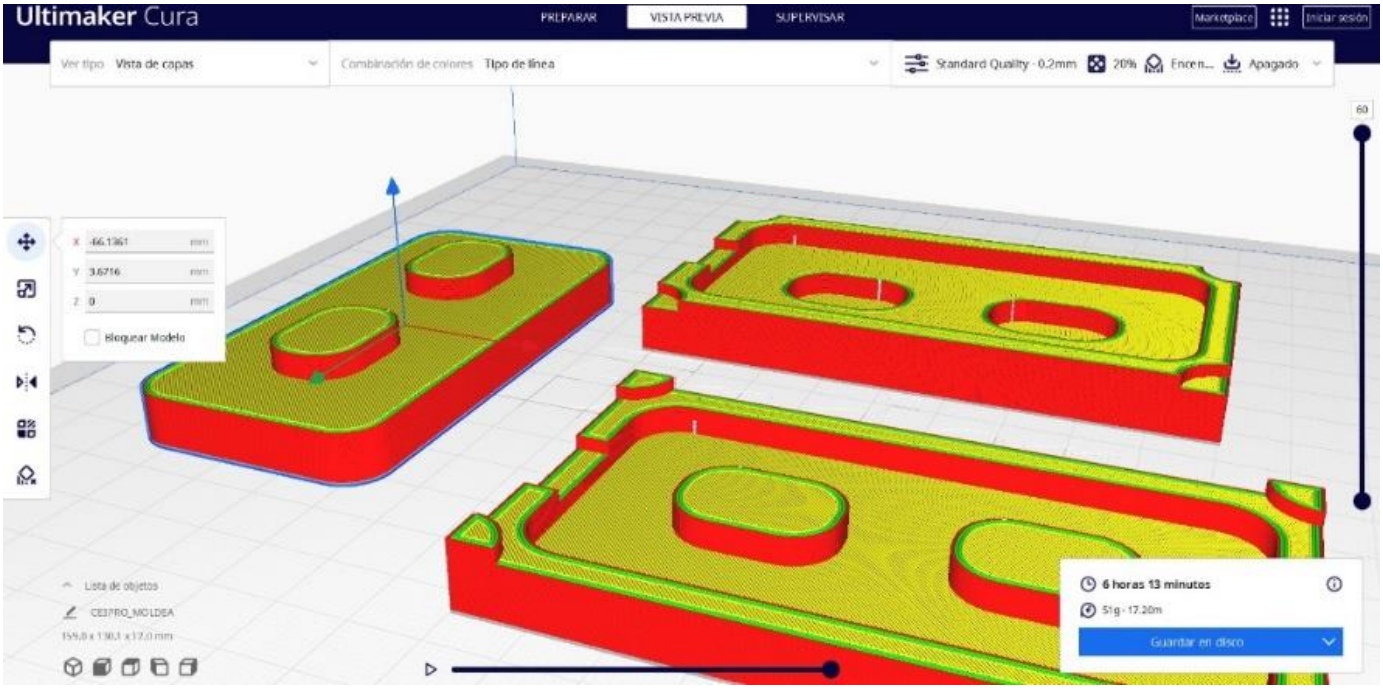


Figura 54: CAD-CAM.

4.3. Análisis de Fatiga y durabilidad.

- Estudio de cómo los materiales y componentes se desgastan y fallan bajo condiciones específicas.

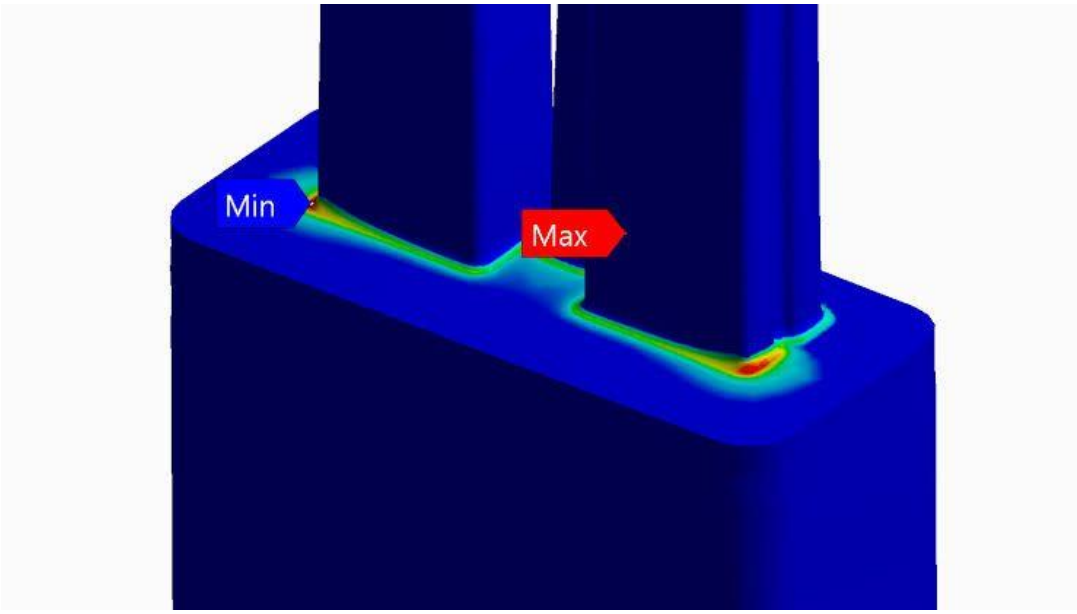


Figura 55: Fatiga y durabilidad.

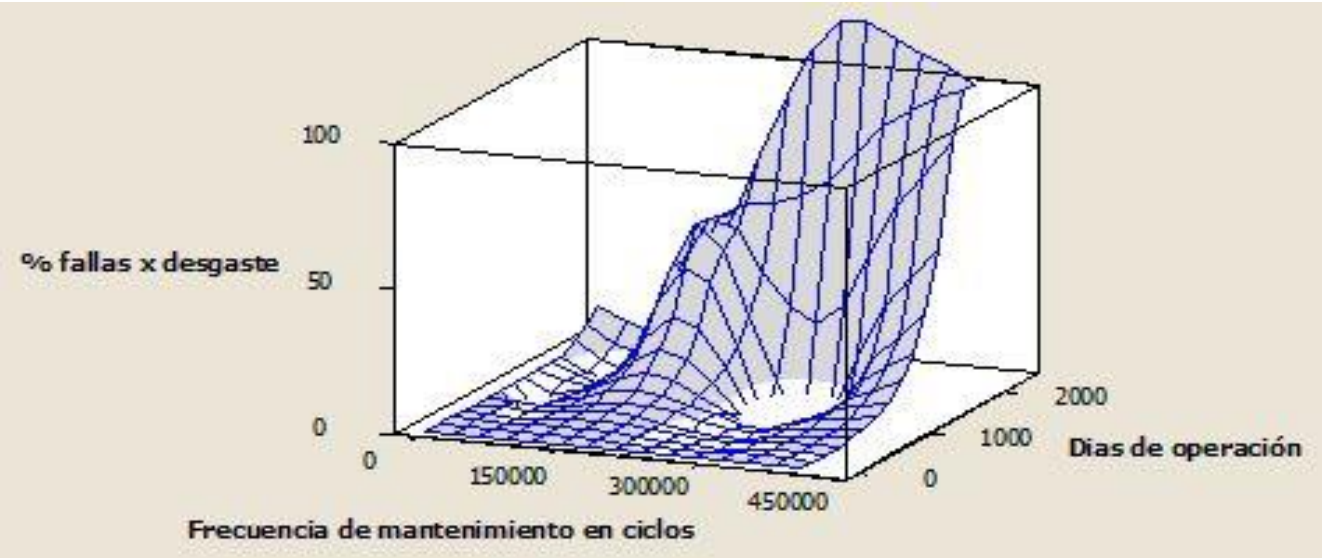


Figura 56: Evaluación de vida útil

4.4. Procesos de fabricación eficiente de piezas con diferentes materiales.

Mediante un conjunto de pasos y técnicas utilizadas se convierte la materia prima en productos acabados. Estos procesos varían según el tipo de producto, material y requisitos específicos. La elección del proceso dependió de factores como la complejidad del diseño, el tipo de material, el volumen de producción y las características deseadas del producto.

Los moldes pueden pasar por varios procesos para fabricar piezas mediante::

4.4.1. Impresión 3D.

- Diseño en 3D: Elaboración de un modelo tridimensional utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD).
- Fabricación en 3D: Capas sucesivas de material, como plástico o metal, se depositan para crear el objeto.
- Postprocesamiento: Se llevan a cabo tratamientos adicionales, como pulido, según sea necesario.

4.4.2. Mecanizado.

- **Diseño y Programación CNC:** Creación de un modelo digital y programación para llevar a cabo el mecanizado mediante control numérico computarizado (CNC).
- **Mecanizado CNC:** El molde se talla o corta a partir de un bloque sólido de material, como metal o plástico.
- **Acabado**: Se llevan a cabo operaciones de acabado para perfeccionar la superficie del molde.

Estos procesos fueron seleccionados en función del tipo de pieza, el material utilizado y los requisitos específicos de diseño. Cada tecnología ofrece ventajas en términos de precisión, eficiencia y capacidad para producir piezas con características particulares. La combinación de estos procesos puede posibilitar una fabricación eficiente y versátil en la producción de piezas**.**

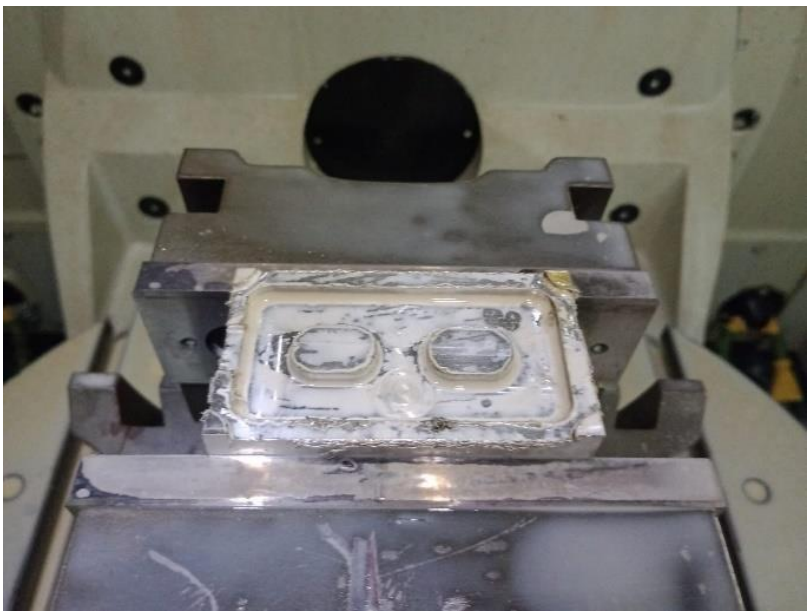


Figura 57: Mecanizado.

4.5. Prototipo molde y las pruebas piloto.

La cavidad del molde es la sección que establece la forma interna de la pieza en fabricación. Entra en contacto con el material fundido o moldeado, ya sea plástico, metal o cualquier otro material, para darle la forma deseada.

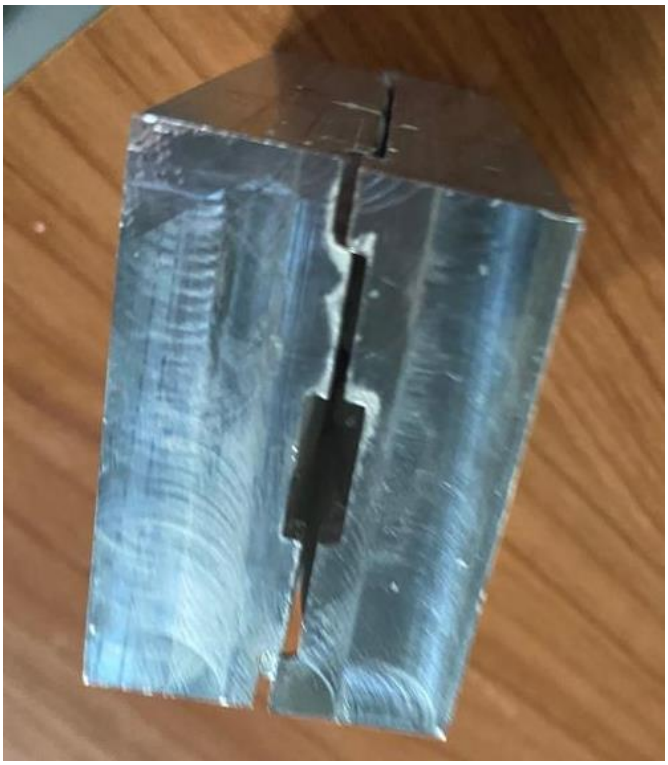


Figura 58: Cavidad de molde.

4.5.1. Pruebas piloto.

La lubricación del molde es vital en los procesos de fabricación para facilitar la liberación del producto final y extender la vida útil del molde. La lubricación con aceite es un método común. Se emplean aceites lubricantes especialmente diseñados para resistir altas temperaturas y formar una capa delgada pero efectiva.

Figura 59: Lubricación de moldes.

La cerámica se selecciona por su resistencia a temperaturas elevadas y su durabilidad. Los moldes de cerámica pueden soportar condiciones extremas durante los procesos de fundición o moldeo.

Figura 60: Prueba con material cerámico.

El procedimiento de inyección de moldes es un método habitual en la manufactura de piezas. Implica la introducción a alta presión de materiales lo suficientemente líquidos en un molde con la forma deseada del producto final, el cual luego se enfría para adoptar dicha forma. Este método es ampliamente empleado en la industria para la eficiente producción en grandes volúmenes de piezas.

Figura 61: Método de inyección.

Figura 62: Ejemplo de método de inyección (yeso).

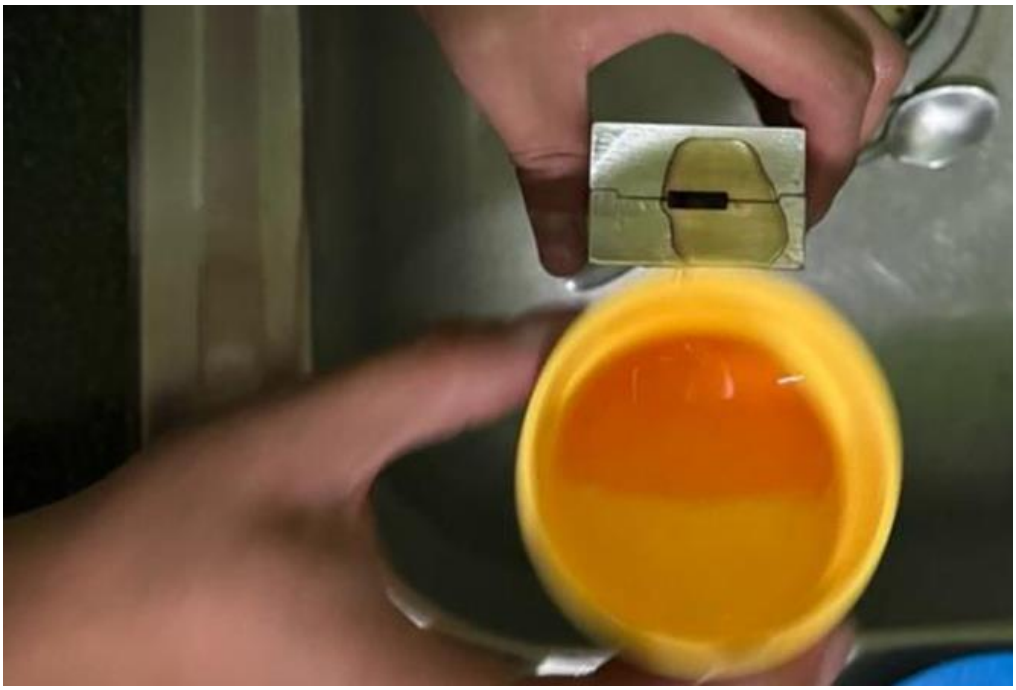


Figura 63: Prueba con gelatina.

Figura 64: Ejemplo de método de inyección (gelatina).

Este procedimiento es efectivo para ciertos tipos de materiales que no son aptos para la inyección de plástico. Durante este proceso, el material moldeable se coloca en el molde, luego se aplica presión para comprimirlo y darle la forma geométrica deseada. Después de un tiempo de curado, la pieza se retira del molde.

Figura 65: Método de compresión.

Figura 66:Ejemplo método de compresión (fomi moldeable).

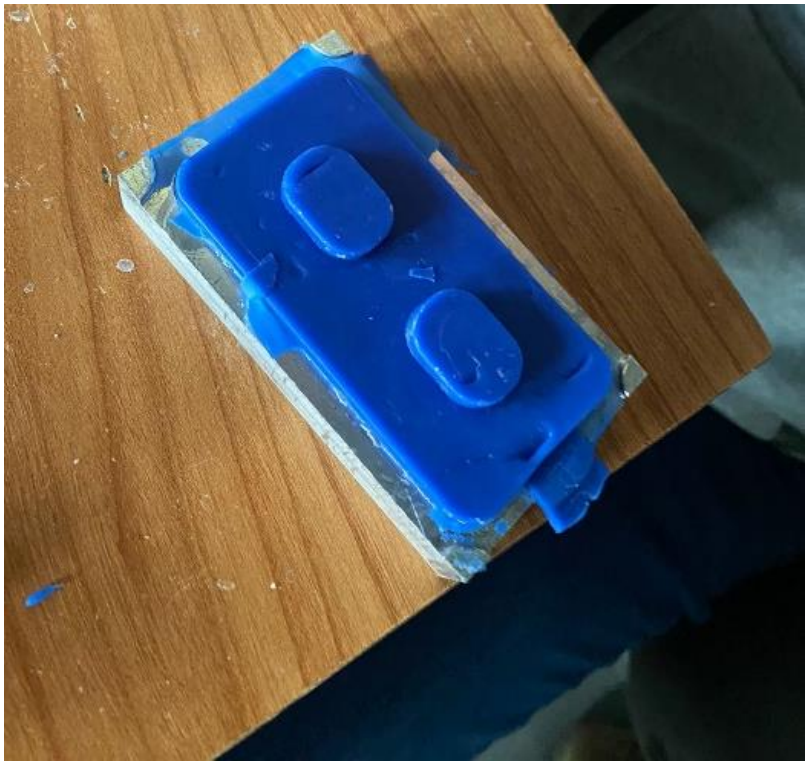


Figura 67: Ejemplo método de compresión (plastilina).

Figura 68: Método de compresión (arena).

Un molde de arena en el proceso de fundición es una cavidad formada en la arena que tiene la forma y dimensiones deseadas de la pieza que se va a fundir. Consiste en compactar arena especial, llamada arena de moldeo, alrededor de un patrón que es una réplica exacta de la pieza final. Después de que la arena se endurece, se retira el patrón, dejando una cavidad que se llenará con metal fundido para formar la pieza deseada. El molde de arena puede ser de una sola pieza o dividido en dos o más partes, dependiendo de la complejidad de la pieza y del proceso de fundición.

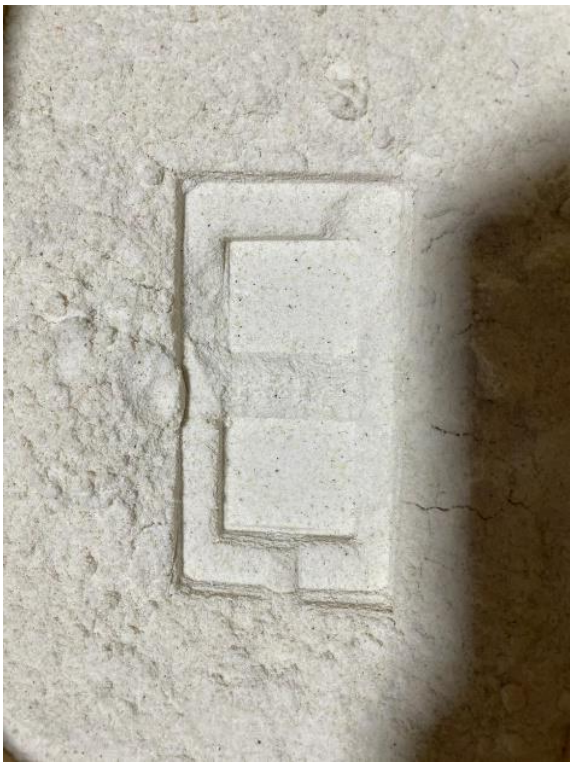


Figura 69: Método de arena.

4.6. Ingeniería de materiales.

Las características mecánicas de los moldes son fundamentales para garantizar la durabilidad y precisión en los procesos de fabricación.

- El material del molde debe tener la dureza necesaria para resistir el desgaste y la abrasión causados por los materiales fundidos o inyectados durante el proceso

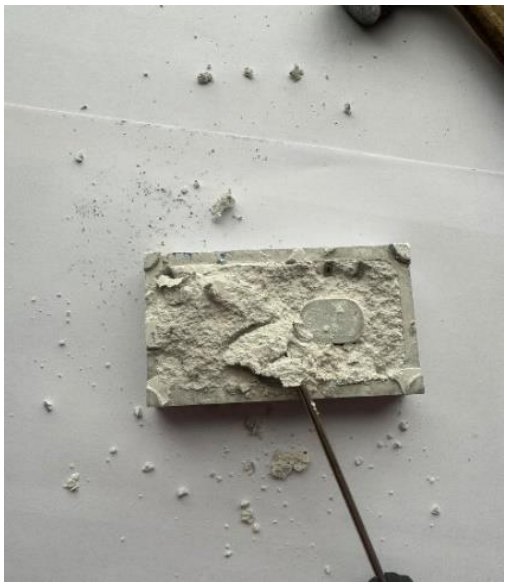


Figura 70: Dureza.

- La resistencia al desgaste es esencial para garantizar la longevidad del molde, especialmente cuando está expuesto a ciclos repetitivos de colado, inyección o soplado.

Figura 71: Resistencia al desgaste.

- La tenacidad es importante para resistir impactos y cargas repentinas, especialmente en procesos donde el molde puede estar sujeto a fuerzas significativas.

- Un módulo de elasticidad adecuado permite que el molde mantenga su forma original después de someterse a cargas, evitando deformaciones permanentes.

- La estabilidad térmica es fundamental, ya que los moldes deben soportar temperaturas elevadas durante el proceso de colado o inyección y luego enfriarse repetidamente.

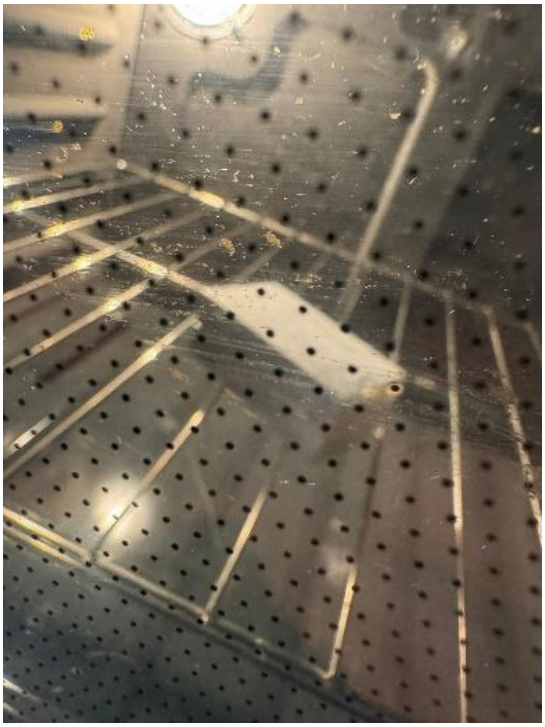


Figura 72: Estabilidad térmica.

4.7. Etapa 4 “Trayectorias”.

La experiencia adquirida en él moldeó y simulación de un producto y los procesos de formación de las etapas anteriores les permitieron que se tengan las bases para comprender sus capacidades y limitaciones para maximizar su rendimiento. Esto implica conocer sus especificaciones técnicas, capacidades de velocidad y carga, así como su sistema de herramientas. La combinación de una fase de trayectoria bien diseñada y herramientas adecuadas potenciará el rendimiento global de la máquina y la calidad de la producción.

Etapa 4: Diseño de trayectoria.	
Objetivo específico de la etapa 4: Diseñar trayectoria de maquinado con alta precisión.	**Duración:** 3 semanas.

Propósitos:

- Investigar y aplicar técnicas de diseño de trayectorias que minimicen las vibraciones durante el mecanizado, garantizando una mayor precisión dimensional y superficial.
- Diseñar trayectorias que sean adaptables a una variedad de materiales y herramientas de corte, considerando las propiedades específicas de cada combinación para lograr resultados precisos de mecanizado.

- Desarrollar estrategias de trayectoria que minimicen el desgaste de las herramientas de corte, prolongando su vida útil y manteniendo la precisión del mecanizado a lo largo del tiempo.
- Integrar algoritmos para controlar las fuerzas de corte durante el mecanizado, asegurando una distribución uniforme y evitando fluctuaciones que puedan afectar la precisión.
- Incluir en el diseño de la trayectoria, consideraciones para la dinámica de la máquina, evitando aceleraciones y desaceleraciones bruscas que puedan afectar la estabilidad y la precisión del mecanizado.
- Establecer objetivos específicos para cumplir con tolerancias dimensionales y superficiales, asegurando que la trayectoria diseñada sea capaz de mantener la precisión requerida en el producto final.
- Integrar estrategias de diseño que busquen la eficiencia energética durante el mecanizado, minimizando el consumo de recursos sin comprometer la precisión.
- Implementar herramientas de simulación para verificar la trayectoria diseñada antes de la producción, asegurando que cumpla con los requisitos de precisión establecidos.
- Buscar estrategias para diseñar trayectorias que reduzcan los tiempos de ciclo de mecanizado, manteniendo al mismo tiempo la alta precisión en la producción.

• Investigar y aplicar tecnologías avanzadas, como el mecanizado de alta velocidad (HSM) o el fresado de cinco ejes, para mejorar la precisión y eficiencia en el diseño de trayectorias.
Actividades
1. Modelado geométrico. 2. Selección de herramientas de corte. 3. Desarrollo de algoritmos de trayectoria. 4. Simulación Virtual. 5. Control de fuerzas de corte. 6. Integración de estrategias de enfriamiento. 7. Validación Experimental.

4.7.1 Informe técnico etapa 4.

4.7.2 Modelado gráfico mediante la malla tridimensional.

La estructura tridimensional que define la forma y los detalles de la pieza que se va a fabricar se visualiza. Los contornos de la pieza y pueden incluir detalles finos, como texturas, grabados o cualquier característica específica de diseño, son determinados por esta malla. La precisión y calidad de la malla del molde son críticas para garantizar que las piezas producidas cumplan con los estándares deseados.

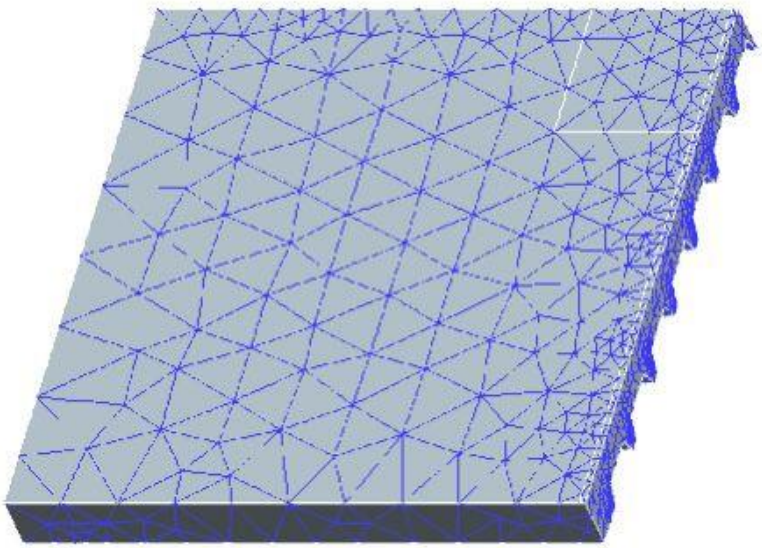


Figura 73: Malla tridimensional de un molde de aluminio.

4.7.3 Herramientas de corte.

La selección de la herramienta de corte adecuada dependió del material que se estaba trabajando, la operación específica y las condiciones de mecanizado. Para la máquina CNC Spinner U630, que suele usarse en el mecanizado de metales, carburos o plásticos, algunas herramientas comunes fueron fresas de metal duro, brocas y machuelos.

Se consideraron factores como el tipo de corte (ranurado, desbaste, acabado), la velocidad de corte, la profundidad de corte y la dureza del material. Herramientas como fresas de extremo, fresas de bola o brocas centrales fueron opciones.

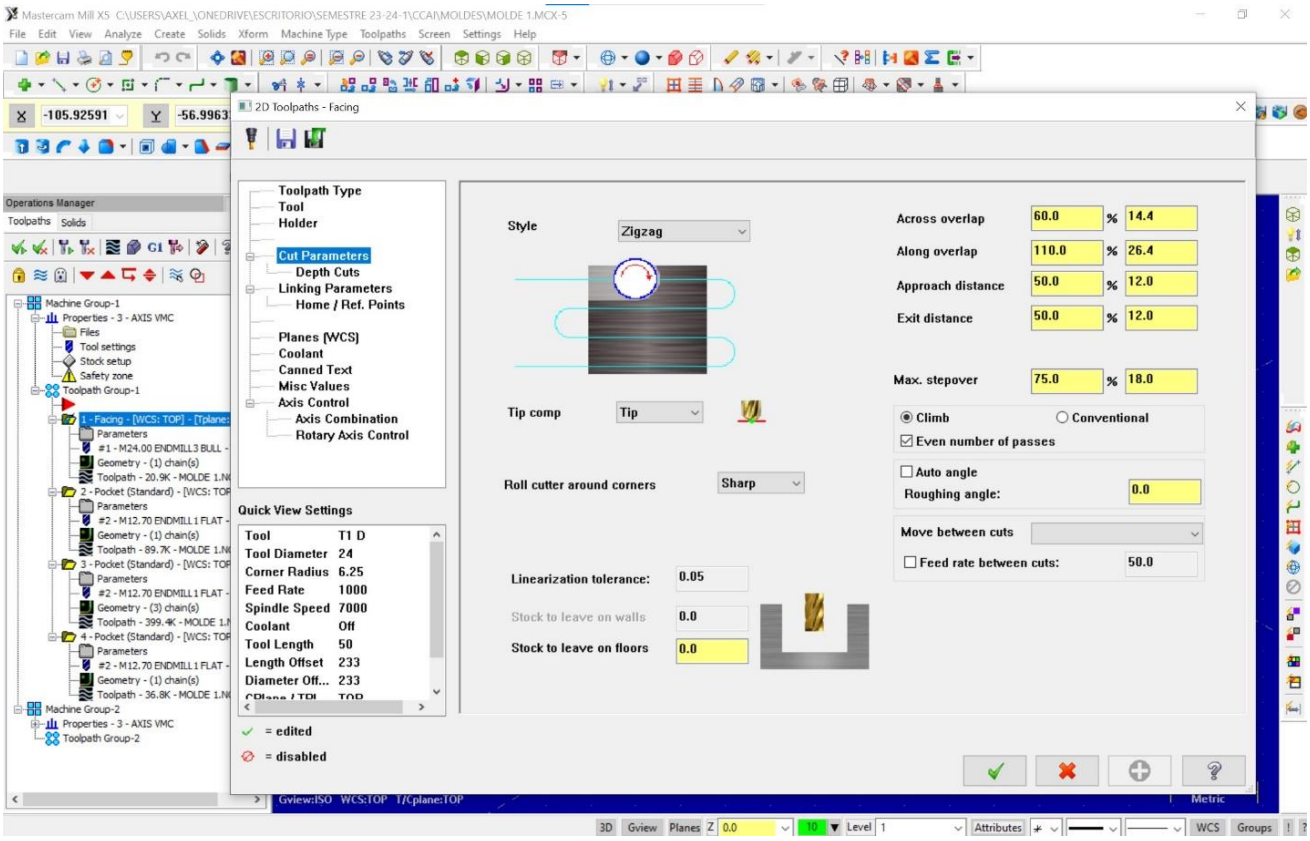


Figura 74: Selección de herramientas de corte.

4.7.4. Desarrollo de algoritmos de trayectoria.

4.7.4.1 Controlador CNC.

- - La máquina U630 está equipada con un controlador CNC que interpreta el código G generado por los algoritmos de trayectoria.

4.7.4.2. Movimientos y ejes.

Movimiento libre: La herramienta no tiene contacto con la pieza y se desea que la herramienta se ejecute a la máxima velocidad permisible por la máquina, esto se decodifica con la instrucción G00, conocida también como interpolación lineal en vacío.

Movimiento con una velocidad de avance específica: Si la herramienta está en contacto con la pieza, el movimiento se realiza en línea recta y se codifica con la instrucción G01, conocida como interpolación lineal con corte. Se requiere la especificación del valor de avance, el cual se proporciona en el proceso.

- Torneado: En unidades de distancia por vuelta, ya sea en mm/rev o pulg/rev.
- Fresado: En unidades de distancia por tiempo, mm/min o pulg/min.

Interpolación circular: Si el movimiento es circular, entonces se decodifica con G02 (a favor de las manecillas del reloj) o con G03 (en contra de las manecillas del reloj) se ejecutan solamente en alguno de los tres ejes principales XY, XZ, YZ.

Ejes: Los ejes de maquinados principales se designan con las letras X, Y e Z.

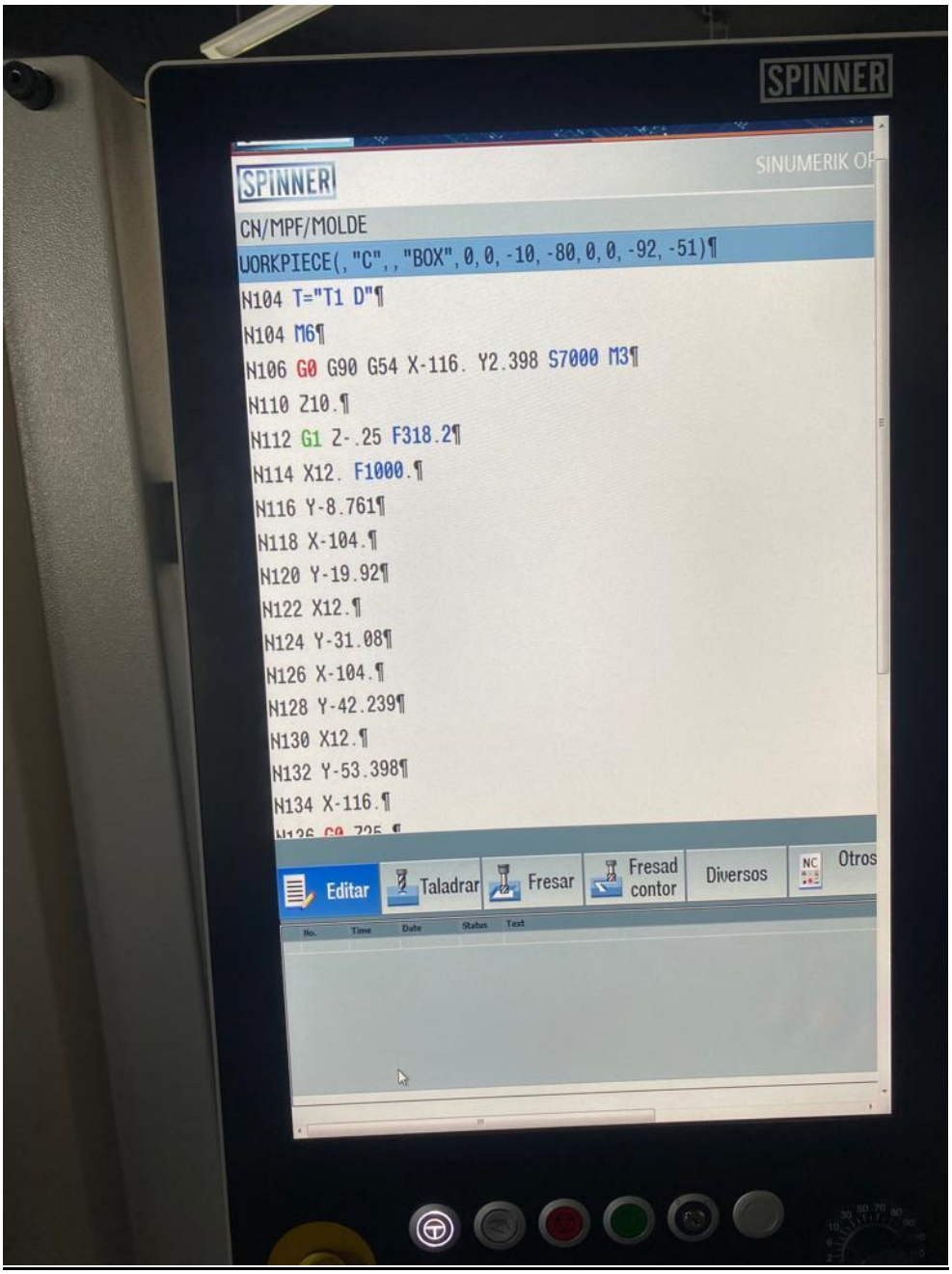


Figura 75: Código G.

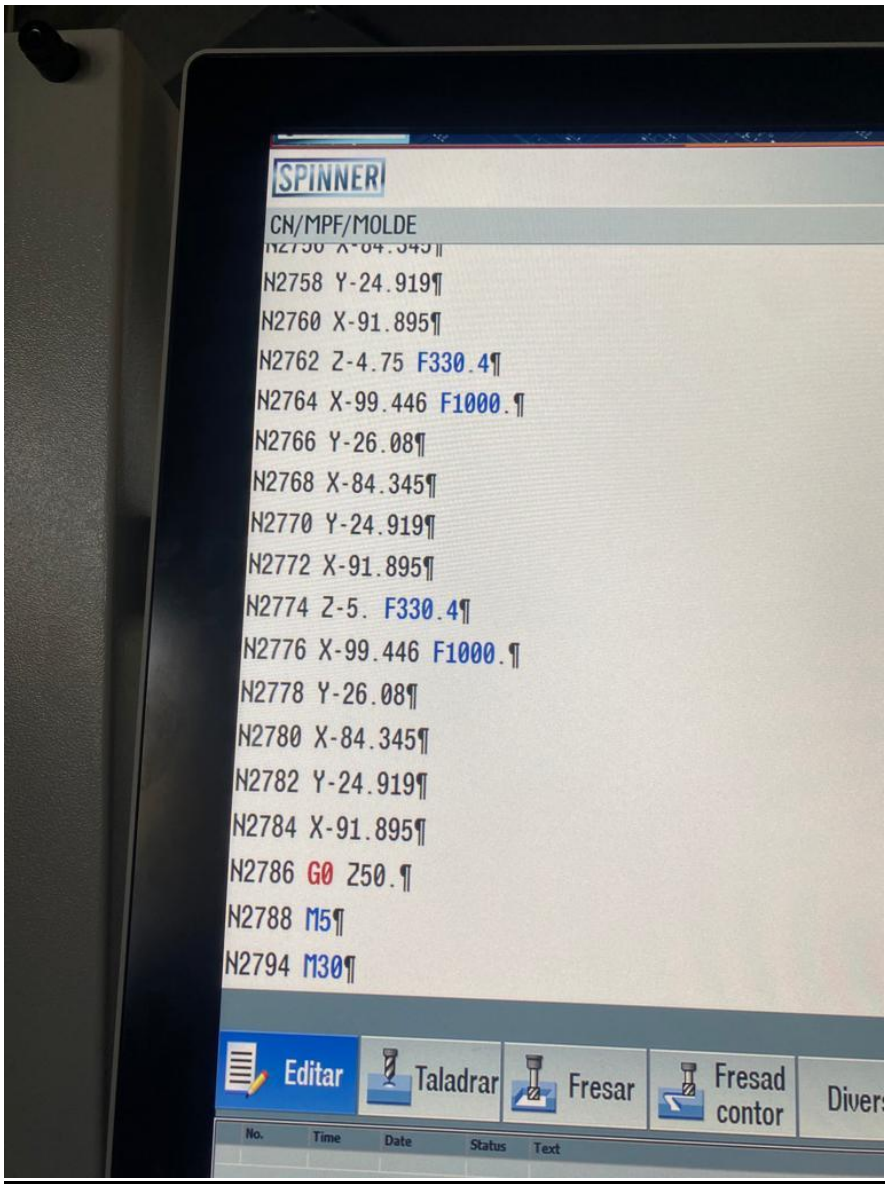


Figura 76:Prosecución de código G.

4.7.4.3. Capacidad de Herramientas.

- Se conoce la capacidad de la torreta de herramientas de la máquina, ya que puede afectar la cantidad y tipos de herramientas disponibles durante el mecanizado.

4.7.4.4. Área de Trabajo.

1. Velocidad y Avance:
   - Se toman en cuenta las velocidades de avance y las velocidades de corte que la máquina puede alcanzar.
2. Sistemas de Refrigeración y Extracción de Virutas:
   - Dado que estas máquinas tienden a generar calor y virutas, nos aseguramos de implementar estrategias de refrigeración y sistemas eficientes para la evacuación de virutas

4.7.4.5. Trayectoria.

La trayectoria es una serie de pasos que se siguió mediante la máquina para la creación del molde final, considerando varios aspectos

1. Se utiliza software CAM para traducir el diseño del molde (modelo CAD) en un programa CNC que incluye las trayectorias de herramientas. Se definen estrategias de mecanizado, velocidades y herramientas a utilizar
2. Se establecen las trayectorias de herramienta que realiza pases de desbaste, eliminando el exceso de material de manera eficiente y preparando la forma básica del molde.
3. Se implementan trayectorias de herramientas específicas para pases de acabado. Estos movimientos más precisos y lentos garantizan una superficie final suave y cumplen con las tolerancias del diseño.

4. Se define el contorno del molde, detallando cómo la herramienta sigue las formas y curvas específicas del diseño.
5. Se planifican las trayectorias de herramientas para las entradas y salidas del material, de manera que se minimicen las rebabas y se optimice la eficiencia del proceso.
6. Antes de ejecutar el programa en la máquina CNC, se realizan simulaciones para verificar que no haya colisiones entre la herramienta y el material en ninguna parte de las trayectorias.
7. Se analizan las trayectorias y se ajustan los parámetros para optimizar los tiempos de ciclo, logrando eficiencia en la producción.

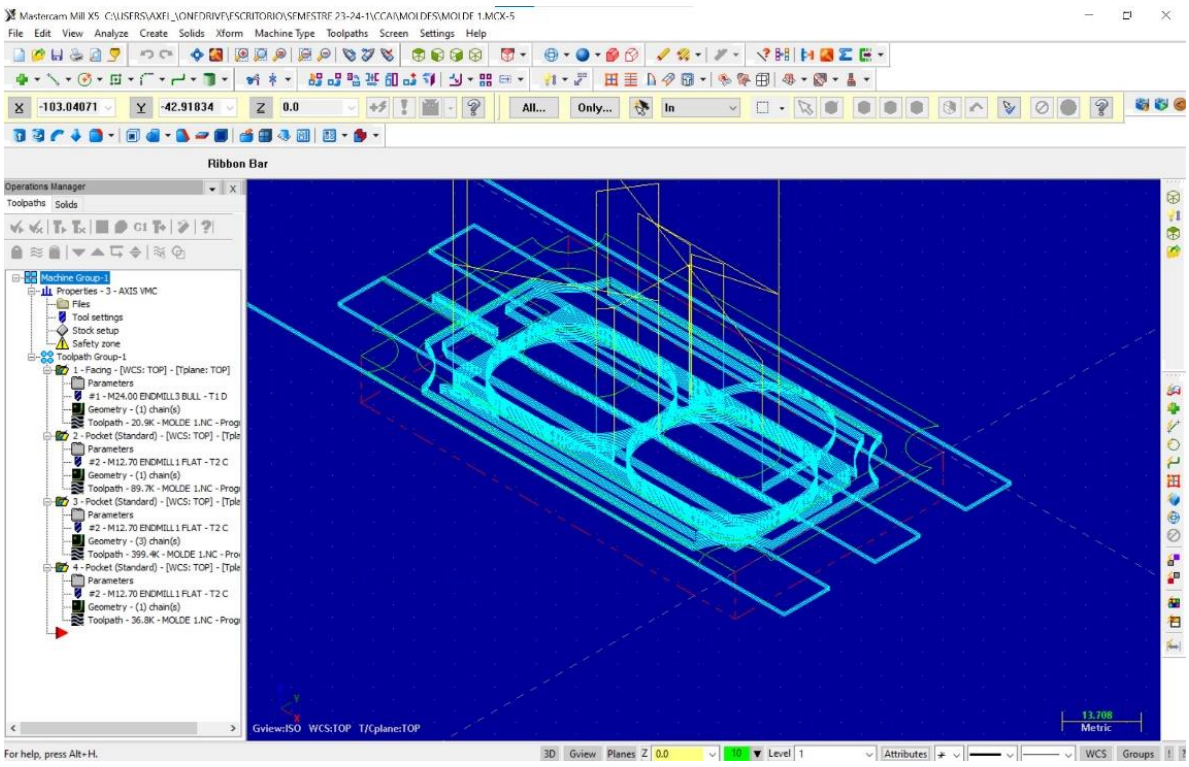


Figura 77: Simulación de trayectoria en Mastercam.

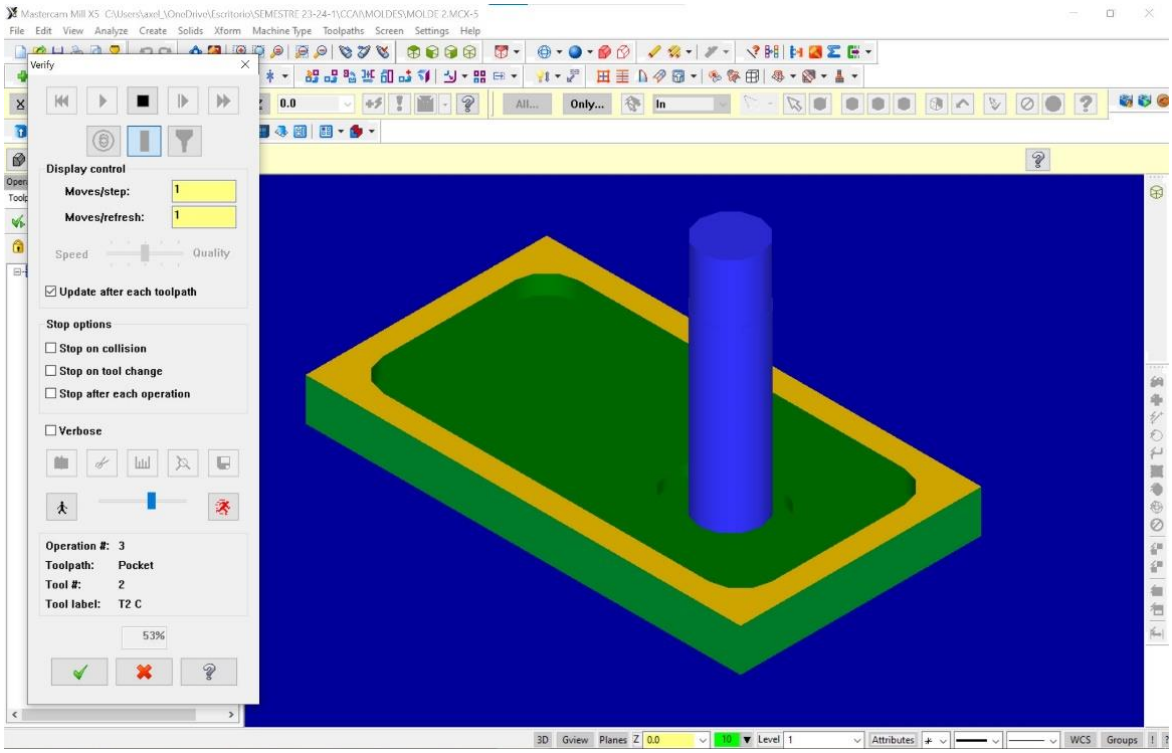


*Figura 78: Trayectoria virtual***.**

4.7.4.6. Simulación Virtual.

Mediante las simulaciones se puede observar de manera precisa los procesos involucrados en la creación de moldes, destacando aspectos como la eficiencia del diseño, la resistencia estructural y otros parámetros relevantes. Los resultados presentados proporcionan una visión integral de cómo la simulación virtual ha contribuido

de manera efectiva al perfeccionamiento del proceso de elaboración de moldes, optimizando recursos y mejorando la calidad del producto final

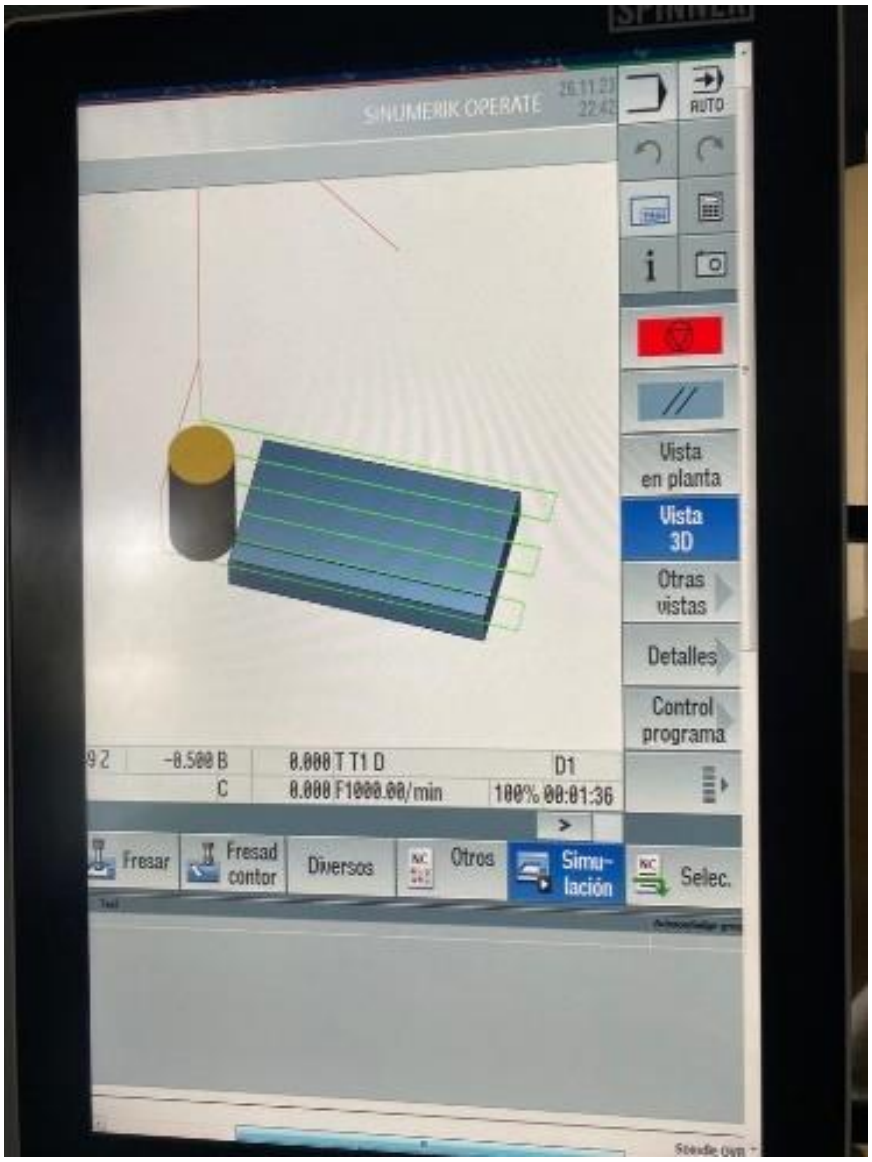


Figura 79: Simulación virtual.

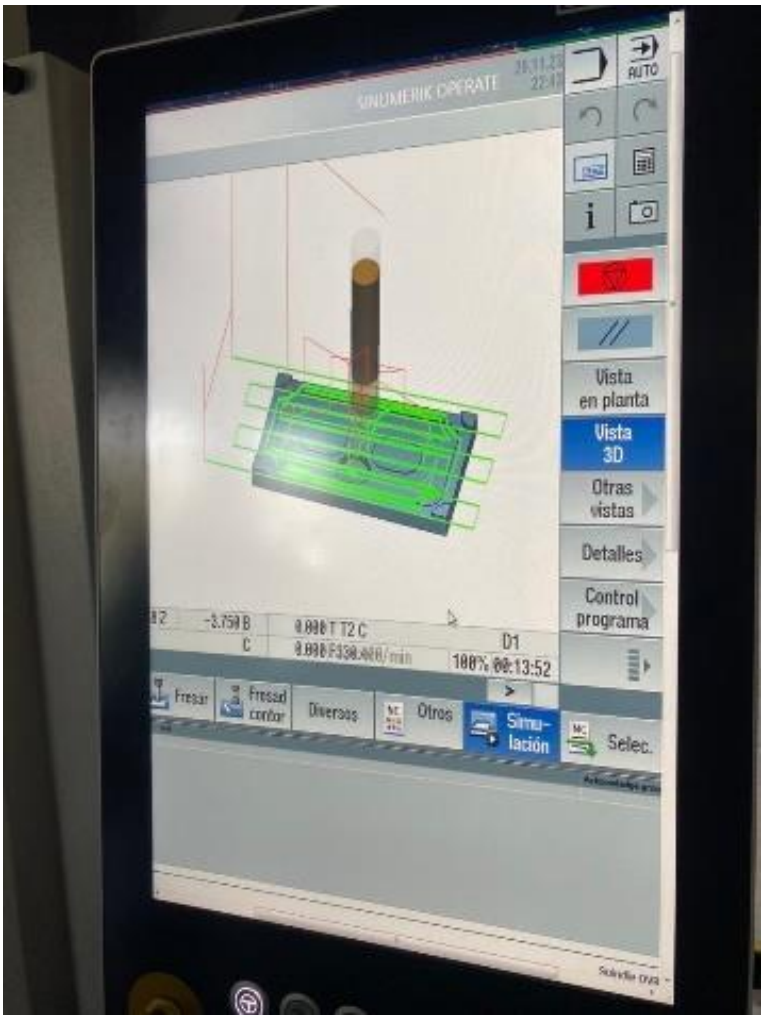


Figura 80: Simulación de trayectoria.

4.7.5. Estrategias de enfriamiento.

Se consideran los siguientes aspectos para tener una vida útil de la máquina y un buen uso de ella:

- . Se debe tener una refrigeración adecuada mediante sistemas de enfriamiento líquido o aire.
- Se debe monitorear constantemente las temperaturas.

- Se debe limpiar regularmente los sistemas de refrigeración para evitar obstrucciones.
- Se tomó en cuenta la ubicación de la máquina para garantizar una buena circulación de aire y evitar la acumulación de calor en áreas específicas.
-

Figura 81: Estrategia de enfriamiento.

4.8. Etapa 5 “Aplicación de la CNC”.

En esta fase se concluye todo lo puesto en práctica y el conocimiento obtenido por parte del estudiante en el uso de la máquina CNC Spinner U630 para la creación de moldes, obteniendo como resultado el cumplimiento de los objetivos principales del proyecto.

Etapa 5: Aplicación de la CNC.	
Objetivo específico de la etapa 5: Fabricar y manufacturar moldes de inyección.	**Duración:** 5 semanas.

- **Propósitos:**
- Familiarizarse con los conceptos fundamentales de la tecnología CNC y comprender su aplicación en la fabricación.
- Adquirir destrezas prácticas en la operación básica de la máquina CNC, incluyendo encendido, apagado y control manual.
- Aprender a cargar y asegurar materiales en la máquina, siguiendo prácticas seguras y eficientes.
- Desarrollar la capacidad de interpretar planos y especificaciones técnicas para la correcta programación de la máquina CNC.
- Practicar la creación y edición de programas CNC utilizando software específico, ajustando parámetros según las necesidades del proyecto.
- Mejorar las habilidades en la configuración y cambio de herramientas para adaptarse a diferentes operaciones de mecanizado.

- Experimentar con la ejecución de operaciones de mecanizado simples, enfocándose en la precisión y calidad del producto final.
- Participar en actividades de resolución de problemas simulados para desarrollar la capacidad de enfrentar desafíos durante la operación de la máquina CNC.
- Aplicar medidas de seguridad en todas las fases del proceso, incluyendo el uso correcto de equipo de protección personal.
- Reflexionar sobre la práctica, identificar áreas de mejora y buscar retroalimentación para continuar desarrollando habilidades en el uso de la máquina CNC.

Actividades

1. Introducción teórica.
2. Familiarización con la máquina.
3. Interpretación de planos.
4. Operación manual.
5. Carga y descarga de materiales.
6. Programación básica.
7. Configuración de herramientas.
8. Operaciones de mecanizado simples.
10. Evaluación y retroalimentación.

4.8.1. Informe técnico etapa 5.

4.8.2. Manejo de la máquina.

El manejo de máquinas implica seguir cuidadosamente procedimientos para garantizar operaciones seguras y eficientes. Incluye la comprensión de controles, el mantenimiento básico y la capacidad de diagnosticar problemas comunes. Además, es esencial conocer y seguir las normativas de seguridad, utilizar equipo de protección personal adecuado y estar atento a las señales de advertencia. La formación continua y la vigilancia constante son fundamentales para un manejo efectivo de máquinas, minimizando riesgos y optimizando el rendimiento.

Figura 82: Inspección de la máquina.

Figura 83: Preparación de la máquina.

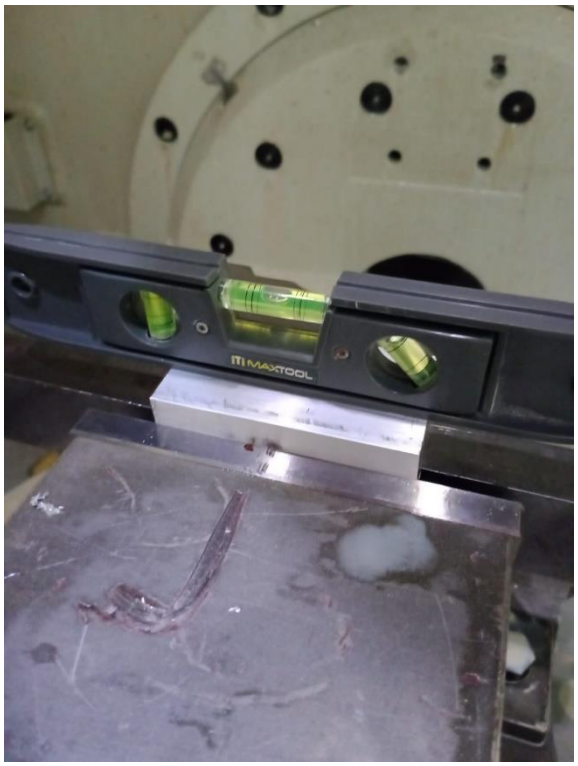


Figura 84: Calibración de la pieza a trabajar.

Figura 85: Puesta en marcha de la pieza.

4.8.3. Parámetros que influyen en el mecanizado.

4.8.3.1. Material de la pieza.

Los grupos de materiales ISO se dividen en seis tipos distintos, con propiedades únicas en cuanto a maquinabilidad.

Figura 86: Grupos de los materiales

4.8.3.2. Dureza.

Lo habitual es que exista una relación entre la dureza del material y la vida útil de la herramienta, así como entre los datos de mecanizado y el tipo de geometría y de calidad. A mayor dureza, menor vida útil de la herramienta, con un desgaste más rápido del filo.

Figura 87: Dureza de Brinell.

4.8.3.3. Pieza.

Según el tipo de material, el reglaje y la forma de mecanizado, será necesario elegir un sistema de herramientas distinto según cada aplicación (torneado, fresado, taladrado, etc.)

Figura 88: Piezas.

4.8.3.4. Aplicación.

Existen tres tipos principales de aplicaciones que requieren distintas herramientas, plaquitas y calidades. Esto también depende de las tensiones del filo, del acabado al desbaste.

Figura 89: Aplicación.

4.8.3.5. Condiciones.

Todas las piezas tienen distintos aspectos, forma y tamaño. Algunas necesitan varios reglajes y requieren atención especial en relación con las condiciones de sujeción de la herramienta y la herramienta de corte.

+

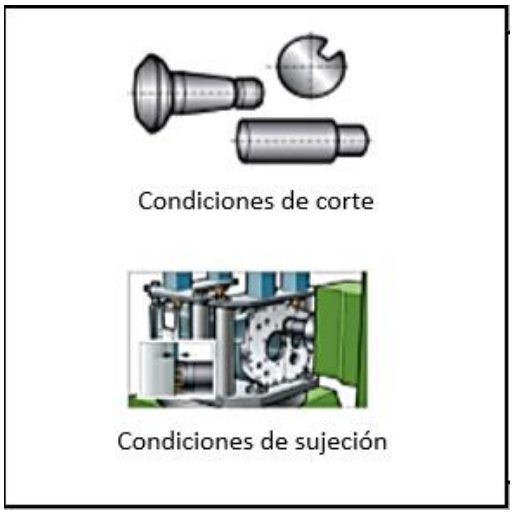


Figura 90: Condiciones.

4.8.3.6. Entorno de mecanizado.

El metal duro es la mejor opción cuando se mecaniza a temperatura elevada, pero debe ser constante. Por ello, el mecanizado sin refrigerante debería ser la primera elección, según los requisitos de la pieza y las condiciones de mecanizado. Algunas calidades, no obstante, están desarrolladas para mecanizar con y sin refrigerante, y se usan según el material de la pieza y los requisitos de calidad.

Figura 91: Mecanizado sin refrigerante**.**

4.8.3.7. Evaluación del producto final.

El molde final ha sido perfeccionado tras iteraciones y ajustes durante el desarrollo. Es crucial que cumpla con las especificaciones de diseño porque son fundamentales para asegurar que la producción sea consistente y que las piezas o productos fabricados cumplan con los estándares de calidad requeridos. Este enfoque

riguroso ayuda a evitar defectos y asegura una eficiente replicación del diseño en la producción en serie.

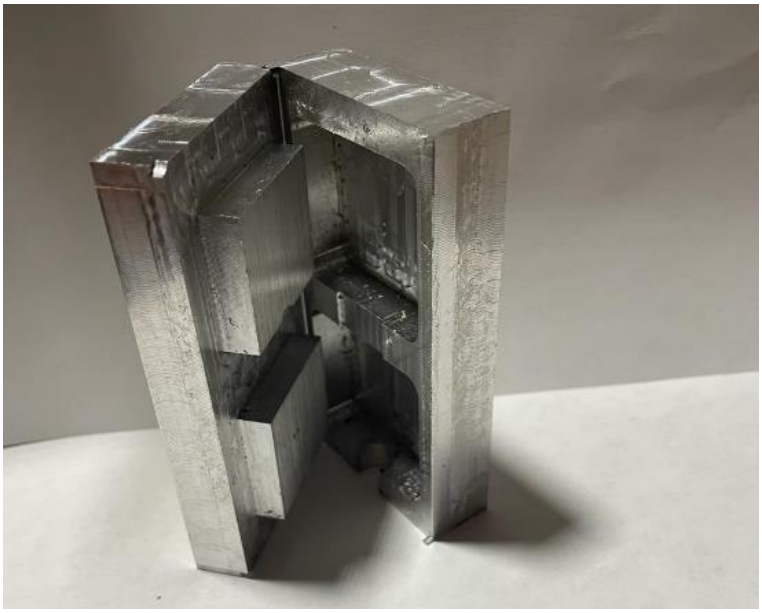
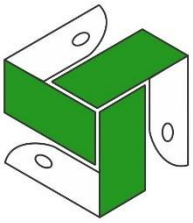


Figura 92 Resultado final 1.

Figura 93: Resultado final 2.



CONCLUSIÓN

Como resultado de todo lo anterior , se lograron exitosamente los objetivos específicos establecidos en el proyecto, a pesar de enfrentarse a desafíos significativos· Se diseñó el moldeado siguiendo las especificaciones para asegurar la integridad estructural y funcional del molde· En lo referente al análisis tecnológico CAE y la planificación de rutas, se consiguió maximizar los procesos de simulación y perfeccionar la exactitud en las trayectorias de mecanizado· Esto posibilitó un nivel más preciso en el proceso manufacturero·

Se enfrentaron desafíos significativos tanto en la integración de diferentes herramientas de software CAE como en la adaptación del diseño a las limitaciones técnicas de las máquinas de manufactura· Los equipos de diseño, simulación y fabricación colaboraron estrechamente para superar estos desafíos mediante un enfoque iterativo de mejora continua· Mirando hacia adelante, se detectaron aspectos a mejorar como la utilización de algoritmos más sofisticados durante el proceso de diseño y la adopción de tecnologías recientes en la fabricación por adicionales·

La implementación de estas mejoras en la producción y fabricación de moldes resultará en una mayor eficiencia y tiempos de ciclo reducidos, lo cual aumentará nuestra competitividad en el mercado.

La fabricación de moldes mediante procesos de mecanizado para la puesta en marcha de la CNC Spinner U630 ha culminado en una evaluación integral de los beneficios derivados de esta tecnología. Se ha evidenciado que la implementación de la CNC contribuye de manera significativa a mejorar la eficiencia y precisión en el proceso

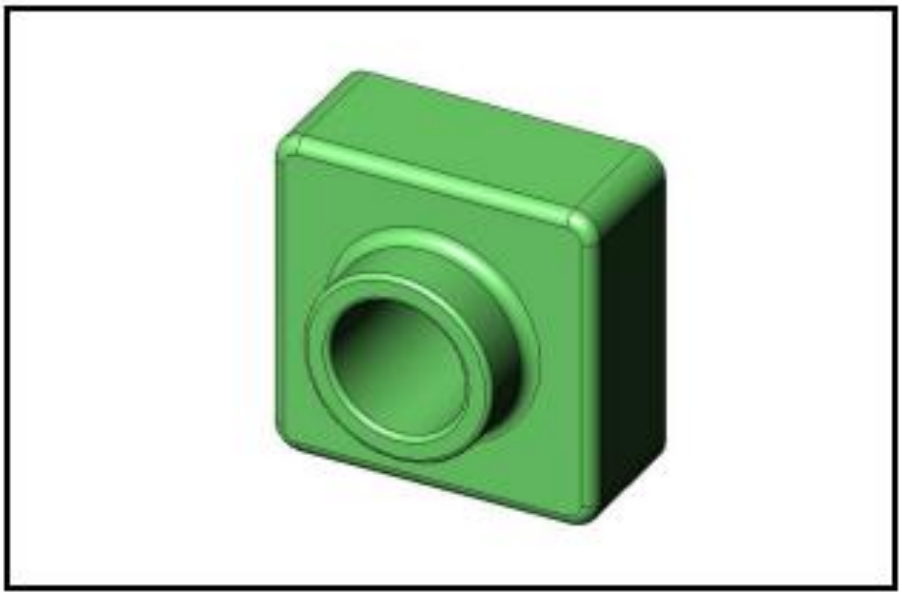
de fabricación de moldes. Al ser una fase clave en el proceso, requiere una combinación hábil de habilidades tradicionales y tecnologías avanzadas. La implementación de tecnologías y técnicas de fabricación asistidas por ordenador ha demostrado ser crucial para lograr moldes precisos y optimizados.

ANEXOS.

SolidWorks Education
Learn. Create. Succeed.

Serie de Diseño de ingeniería y tecnología

Guía del estudiante para el aprendizaje del software SolidWorks®

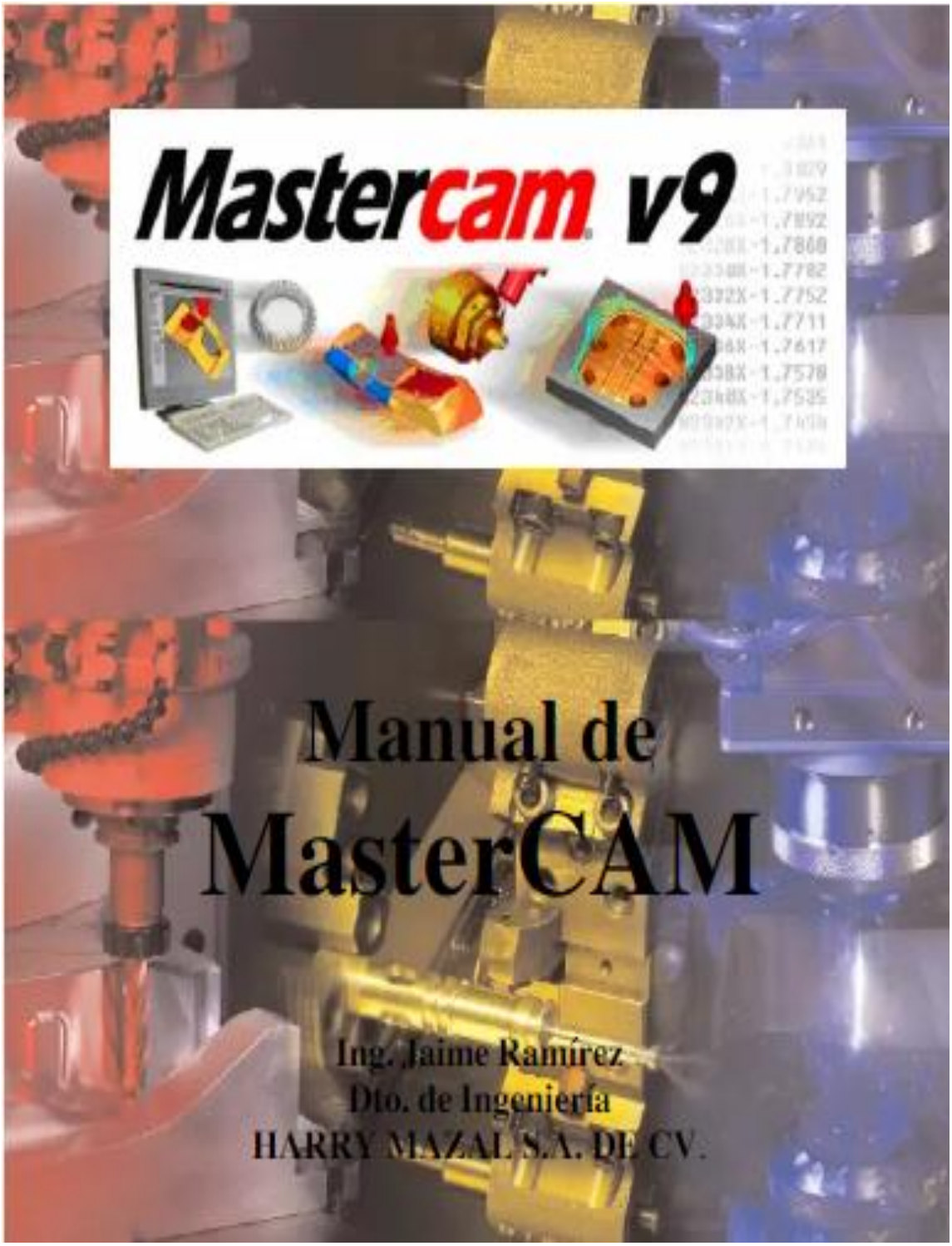


Dassault Systèmes - SolidWorks Corporation
300 Baker Avenue
Concord, Massachusetts 01742, EE. UU.
Teléfono: +1-800-693-9000

Fuera de los EE. UU.: +1-978-371-5011
Fax: +1-978-371-7303
Correo electrónico: info@solidworks.com
Web: http://www.solidworks.com/education

SPINNER
U-630 Advanced
Universal Machining Centre
SPINNER U630
Mechanical Engineering
Made in Germany
www.spinner.eu.com
sales@spinner.eu.com
Machine Highlights

Ingeniarien Goi Eskola
Escuela Superior de Ingenieros
Bilbao
Dpto. de Ingeniería Mecánica
FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR
Control Numérico
Tema 03: Programación CNC


Mastercam v9
Manual de
MasterCAM
Ing. Jaime Ramírez
Dto. de Ingeniería
HARRY MAZAL S.A. DE C.V.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

1. **Diseño y Simulación Asistida por Computadora (CAE CAM).**

Se obtuvieron conocimientos avanzados en el manejo de software CAE para modelar y evaluar la conducta mecánica de estructuras y componentes. En diferentes condiciones de carga, los estudiantes aprendieron a evaluar propiedades mecánicas como resistencia, deformación y fatiga mediante la aplicación de técnicas de simulación.

2. **Mejora de los Procesos de Fabricación.**

Mediante la implementación de simulaciones, los participantes adquirieron habilidades en la optimización de procesos industriales. Se trabajó en mejorar la eficiencia, reducir costos y minimizar riesgos operativos en la fabricación de moldes.

3. **Manejo de Tecnologías Avanzadas**

Durante el proceso, se utilizaron herramientas tecnológicas de última generación, como la máquina CNC Spinner U630. Esta máquina fue capaz de llevar a cabo operaciones precisas de fresado, torneado y rectificado. La calidad de los procesos y la precisión en la producción de moldes han experimentado una mejora significativa gracias a esto.

4. **Elección de Materiales y Herramientas**

Se tuvo en consideración factores como durabilidad y conductividad térmica al seleccionar correctamente los materiales y herramientas para distintos tipos de mecanizado. La calidad y durabilidad de los moldes fabricados se asegura gracias a esto.

5. Ensayo y Ajuste de Modelos Experimentales

Antes de poner en marcha los moldes en la máquina, los estudiantes llevaron a cabo pruebas detalladas y realizaron los ajustes necesarios para asegurar que cumplieran con las especificaciones de diseño y estándares de calidad requeridos.

6. Examinando y valorando los resultados obtenidos

Se realizó un minucioso análisis y evaluación de los resultados obtenidos a través de las simulaciones, encontrando posibles fuentes de error y perfeccionando la precisión del modelo. Garantizar la validez y confiabilidad de los resultados es esencial en esta competencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

A-Besednjak. (2011). *upcommons*. Obtenido de upcommons

Aceromafe. (11 de Octubre de 2021). *Aceromafe*. Obtenido de Aceromafe

BIRTLH. (s.f.). *ikastaroak*. Obtenido de ikastaroak

Bonato, R. I. (2019). Fundición y Moldeo,taller ll. En R. I. Bonato, *Fundición y Moldeo,taller ll* (pág. 30). Instituto Politecnico .

CASTANEDA, I. K. (2019). FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN DE. En I. K. CASTANEDA, *FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN DE* (pág. 8). MINESTERIO DE EDUCACION .

CORPORATION, K. (2023). *Keyence* . Obtenido de Keyence

Formlabs. (2023). *Formlabs*. Obtenido de Formlabs

Fow Mould. (25 de 02 de 2023). Obtenido de Fow Mould

Herramental. (25 de Mayo de 2021). *Herramental*. Obtenido de Herramental

Ibilon . (2019). Obtenido de Ibilon

Infinitia. (2023). *Infinitia* . Obtenido de Infinitia

Marphil. (2022). Obtenido de Marphil

Mkel. (2015). *BIRT LH*. Obtenido de BIRT LH

Ricardo, D. (27 de 03 de 2023). *Tecnologia del Plastico*. Obtenido de Tecnologia del Plastico

S.L, M. (2014). *Molper* . Obtenido de Molper

Sourcing, I. (23 de Noviembre de 2022). *Linkedin*. Obtenido de Linkedin

Speicher, J. (2020). *Solidwords*. Obtenido de Solidwords

SPINNER. (2019).

Tovar, E. (28 de 02 de 2018). Necesidades del sector de moldes y herramentales en México. *Modern Machine Shop*.

zschimmer-schwarz. (25 de Septiembre de 2019). *zschimmer-schwarz*. Obtenido de zschimmer-schwarz

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE FIGURAS.

.construex. (2023). *.construex[Imagen]*. Obtenido de .construex: https://www.construex.com.mx/exhibidores/dim_acero/servicio/maquinados_de_metales_dim_acero

.marphil. (2021). *.marphil.[Fotografias]*. Obtenido de .marphil.: https://www.marphil.com/los-moldes-en-ceramica-un-recurso-una-herramienta-y-todo-un-arte/

/formlabs. (s.f.). *formlabs[Fotografia]*. Obtenido de 2023: https://formlabs.com/latam/blog/como-hacer-un-molde/

/grabcad. (2022). */grabcad[fotografia]*. Obtenido de /grabcad.: https://grabcad.com/library/practica-de-diseno-de-moldes-en-solidworks-1

Blog de Programación CAD-CAM[fotografia]. (2021). Obtenido de Blog de Programación CAD-CAM: https://clasescadcam.com/blog/f/simulaci%C3%B3n-cam

Cabrera, R. (2011). *Slideshare [Fotografia]*. Obtenido de Slideshare: https://es.slideshare.net/slideshow/capitulo-4-materiales-cermicos-9247504/9247504

Envases. (2019). *Envases[Imagen]*. Obtenido de Envases: https://envases.pepsa.com.mx/informacion/metodos-para-fabricar-moldes-para-envases-de-

Freepik. (2020). *Molde de metal industrial[Fotografia]*. Obtenido de Freepik: https://www.freepik.es/fotos-premium/molde-metal-industrial_25323818.htm

grupodelfra. (2023). *grupodelfra[Fotografia]*. Obtenido de grupodelfra: https://grupodelfra.com/moldes/

H, M. (12 de 03 de 2012). *Tecnologiadelosplasticos[FOTOGRAFIA]*. Obtenido de Tecnologiadelosplasticos: https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/

herreriayforjaartistica. (2023). *herreriayforjaartistica[Fotografia]*. Obtenido de herreriayforjaartistica: https://herreriayforjaartistica.com/propiedades-de-los-metales

imolde. (25 de 02 de 2023). *imolde [fotografia]*. Obtenido de imolde : https://imolde.com/partes-de-moldes-de-inyeccion-de-plastico/

Infinitia. (2023). *Infinitia* . Obtenido de Infinitia: https://www.infinitiaresearch.com/laboratorio-ingenieria-industrial/propiedades-termicas/#:~:text=Las%20propiedades%20t%C3%A9rmicas%20est%C3%A1n%20presentes,de%20temperaturas%20a%20la%20intemperie.

interempresa. (2009). *interempresa[imagen]*. Obtenido de interempresa: https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/32659-Simulaciones-CAE-predecir-el-comportamiento-de-una-pieza-antes-de-su-fabricacion.html

interempresas. (2019). *interempresas[imagen]*. Obtenido de interempresas: https://www.interempresas.net/Climatizacion/FeriaVirtual/Producto-Software-de-diseno-para-fabricacion-de-moldes-y-utillajes-Hasco-TopSolid-Library-139545.html

keyence. (2022). *keyence[imagen]*. Obtenido de keyence: https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/machining/injection-molding/about.jsp

linke. (2023). *linke[fotografia]*. Obtenido de linke: https://mx.linkedin.com/in/fermin-martinez-hernandez-4425b5240

mset. (2021). *mset.[imagen]*. Obtenido de mset.: https://mset.cl/dinamica-de-fluidos-computacional/

Objective3d. (2022). *Objective3d [fOTOGRAFIA]*. Obtenido de Objective3d: https://www.objective3d.com.au/solutions/additive-manufacturing/injection-molding/

plastech. (2017). *plastech[imagenen]*. Obtenido de plastech: https://plastech.biz/en/news/Virtual-tool-alloy-selection-11526

Sicnova3d. (2019). *Sicnova3d[Fotografia]*. Obtenido de Sicnova3d: https://sicnova3d.com/sectores/aplicaciones/moldes-para-materiales-compuestos/

SOLIDWORKS . (2020). *SOLIDWORK[Fotografia]*. Obtenido de SOLIDWORKS : https://blogs.solidworks.com/solidworkslatamyesp/solidworks-blog/simulacion/solidworks_simulation/herramientas-de-simulacion-de-choque-y-vibracion/

tecnicaindustrial. (2022). *tecnicaindustrial.[imagen]*. Obtenido de tecnicaindustrial.: https://www.tecnicaindustrial.es/optimizacion-topologica-aplicada-al-diseno-de-componentes-plasticos-inyectados-reforzados-con-fibra-corta/

Tecnología de los Plásticos. (3 de 10 de 2011). *Tecnología de los Plásticos[Fotografia]*. Obtenido de Tecnología de los Plásticos: https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-compresion.html

The engineer. (27 de 06 de 2022). *The engineer[Fotografia]*. Obtenido de The engineer: https://www.theengineer.co.uk/content/product/effect-of-process-parameters-in-the-gravity-die-casting-process/

todoenpolimeros. (2022). *todoenpolimeros[imagen]*. Obtenido de todoenpolimeros: https://todoenpolimeros.com/2017/03/03/moldeo-por-compresion-2/

Coacalco de Berriozábal, Estado de México a 17 de julio del 2024.

A quien corresponda:

Por este medio me permito constar que los alumnos **Angeles Chávez Diana Sofia** con número de matrícula **201920945, Del Rio Colin Leslie** con número de matrícula **201920217** y **Correa Montoya Alain Adair** con número de matrícula **201921323,** del plan de estudios de la Carrera de **Ingeniería Mecatrónica,** realizarón sus residencias profesionales en este Tecnológico, participando con el Proyecto **"Diseño y fabricación de moldes mediante procesos de mecanizado para la puesta en marcha de la CNC spinner U630"**

Se autoriza a los C. **Angeles Chávez Diana Sofia, Del Río Colín Leslie y Correa Montoya Alain Adair,** a presentar información del proyecto ingeniería a detalle y fotografías de desarrollo del mismo para los fines escolares correspondientes a su titulación.

ATENTAMENTE

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

MTRA. DANIELA PINALES LANDEROS
JEFA DE DIVISIÓN MCT

JEFATURA DE DIVISIÓN MCT

Scanned with CamScanner