



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Diseño e implementación de un proceso industrial para elaborar moldes de inyección empleando máquinas de control numérico computacional (CNC).

Trabajo de Titulación para optar por el título de
Ingeniero Industrial

Autor:

Ordóñez Jacome, Anthony Alexander
Ortega Puenguenan, Javier Alejandro

Tutor:

Ing. Luis Stalin López Telenchana Mgs.

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, Anthony Alexander Ordoñez Jacome con cedula de ciudadanía 0705751113 y Javier Alejandro Ortega Puenguenan con cedula de ciudadanía 1729214005, autor(s) del trabajo de investigación titulado: Diseño e implementación de un proceso industrial para elaborar moldes de inyección empleando máquinas de control numérico computacional (CNC), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

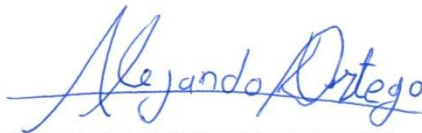
Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor(a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 30 de julio del 2024



Anthony Alexander Ordoñez Jacome

C.I: 0705751113



Javier Alejandro Ortega Puenguenan

C.I: 1729214005



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.11
VERSIÓN 01: 06-09-2021

ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 29 días del mes de mayo de 2024, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por los estudiantes **Anthony Alexander Ordóñez Jacome** con CC: 0705751113, y **Javier Alejandro Ortega Puenguenan** con CC: 1729214005, estudiantes de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado "**Diseño e implementación de un proceso industrial para elaborar moldes de inyección empleando máquinas de control numérico computarizado (CNC)**", por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.

Ing. Luis Stalin López Telenchana Mgs.
TUTOR(A)

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA ELABORAR MOLDES DE INYECCIÓN EMPLEANDO MÁQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTACIONAL (CNC)**”, presentado por Anthony Alexander Ordoñez Jacome y Javier Alejandro Ortega Puenguenan, con cédula de identidad número 0705751113 y 1729214005, bajo la tutoría de Ing. Luis Stalin López Telenchana, Mg.; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 30 de julio de 2024.

Ing. Carlos Burgos, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Daniel Chuquin, Mgs
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Fidel Vallejo, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **ORDÓÑEZ JACOME ANTHONY ALEXANDER** con CC: **0705751113** y **ORTEGA PUEGUENAN JAVIER ALEJANDRO** con CC: **1729214005**, estudiantes de la Carrera **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, Facultad de **INGENIERÍA** ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA ELABORAR MOLDES DE INYECCIÓN EMPLEANDO MÁQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTACIONAL (CNC)**", cumple con el 7 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, día 17 de julio de 2024

Ing. Luis Stalin López Telenchana, Mg.
TUTOR

DEDICATORIA

A Dios, mi guía en este viaje, quien iluminó mi camino en los momentos más oscuros y me enseñó que con él a mi lado no hay problema que no se pueda resolver. Tu presencia me dio la fuerza para levantarme tras cada caída y la sabiduría para enfrentar cada desafío.

A mi madre, Lucía Puenguenan, mi roca y mi consuelo. Tus palabras siempre fueron aliento en cada momento de duda, tu amor incondicional fue mi refugio y mi fortaleza, gracias por siempre creer e impulsar a ser mejor. Gracias por apoyarme en mis momentos de colapso

A mi padre, Patricio Ortega, Tus lecciones de perseverancia y coraje están grabadas en mi corazón. quien siempre tuvo palabras de calma en momentos de crisis y me enseñó a confiar en Dios. Gracias por enseñarme a levantarme e intentarlo una vez más, por impulsarme siempre a seguir adelante y por estar orgulloso de mí pase lo que pase.

En general, a mis padres por haberme enseñado que debo luchar por mis sueños y no descansar hasta conseguirlos, por haberme impartido valores, principios, ética y lealtad que me han permitido ser la persona que ahora soy, y por haberme demostrado que nada en la vida es imposible a menos que no lo intente. Este título no es solo mío, es el fruto de su amor, sacrificio y dedicación. Mami, papi, lo logramos juntos: su hijo es ingeniero, y cada logro futuro llevará la huella de sus enseñanzas.

A mis abuelos maternos, Segundo Puenguenan y Beatriz Suarez, quienes siempre han sido un apoyo importante en mi vida y en la de mi familia, y que con su cariño he logrado muchas metas en mi vida. Con su ejemplo, me han enseñado el valor del trabajo duro.

Alejandro Ortega

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, por iluminar mi camino, guiar mis pasos y bendecirme con la oportunidad de alcanzar esta meta académica.

A mi padre, Franco Ordóñez, ejemplo de tenacidad y rectitud. Tu incansable esfuerzo, tus sabios consejos y tu apoyo inquebrantable han sido fundamentales en mi formación. Gracias por enseñarme el valor del trabajo duro, la honestidad y la perseverancia. Cada logro mío lleva tu huella.

A mi madre, Marisol Jacome, mi refugio y mi fuerza. Tu amor incondicional, tu paciencia infinita y tu dedicación han sido el motor que me impulsa a ser mejor cada día. Gracias por tus noches de desvelo, por tu comprensión sin límites y por ser el pilar emocional que me ha sostenido en cada desafío. Tu fe en mí ha sido mi mayor motivación.

A mi hermano John Ordóñez, mi cómplice y amigo. Tu apoyo constante, tu ejemplo y tus palabras de aliento han sido cruciales en este viaje. Gracias por estar siempre a mi lado, por inspirarme a superarme y por compartir conmigo tanto los momentos de alegría como los de dificultad.

Este trabajo no es solo mío, sino el resultado del amor, el esfuerzo y la fe de toda nuestra familia. Cada página refleja los valores que me han inculcado y el apoyo incondicional que me han brindado. A ustedes dedico este logro, con profunda gratitud y amor.

Anthony Ordoñez

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien nos impulsó a levantarnos cuando ya dábamos todo por perdido y no encontrábamos soluciones para finalizar la tesis. Cuando no veíamos una salida y nos sentíamos perdidos, guiaste nuestro camino y nos diste calma para resolver cada problema que se presentó en este trabajo. Gracias por infundirnos el valor para levantarnos cuando creíamos haberlo perdido todo, por guiarnos con sabiduría y por brindarnos la serenidad necesaria para enfrentar cada desafío que surgió durante la elaboración de esta tesis.

A mis padres Por su amor incondicional, sacrificio constante y dedicación inquebrantable. Ustedes han sido el pilar fundamental en mi formación, no solo académica sino también humana. Su ejemplo de perseverancia y resiliencia ante las adversidades ha sido mi mayor enseñanza. Me enorgullece profundamente ser su hijo y aspiro a honrar cada día el legado de valores que han sembrado en mí. Su apoyo incondicional y su fe en mis capacidades han sido el motor que me ha impulsado a alcanzar esta meta.

A mi novia, Erika Sánchez, mi compañera en este viaje académico y de vida: te agradezco profundamente por las incontables noches que pasaste desvelada a mi lado, apoyándome en todo lo que pudiste. Gracias por creer en mí, incluso en los momentos en que yo dudaba y no sabía cómo hallar soluciones a tantos problemas que se presentaban. Tu apoyo incondicional ha sido fundamental en los momentos difíciles y has celebrado conmigo cada pequeño logro con la ilusión de que sea el primero de muchos que celebremos juntos en nuestras vidas.

A Anthony, mi incondicional amigo y compañero de tesis: Por tu amistad sincera y tu invaluable apoyo durante esta travesía académica. Juntos hemos superado obstáculos que parecían insalvables, apoyándonos mutuamente en los momentos de duda y desesperación. Tu confianza en mí y nuestra determinación compartida han sido fundamentales para llegar a este punto. Gracias por estar siempre presente y por confiar en mi bro.

Alejandro Ortega

A Dios, mi faro y refugio en este viaje académico. En los momentos de duda y cansancio, Tu presencia me dio la fuerza para perseverar. Este logro es un testimonio de Tu infinita gracia y amor.

A mis amados padres, pilares inquebrantables de mi vida. Su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante han sido el cimiento de este logro. Gracias por sus consejos, su paciencia y por creer en mí, incluso cuando yo dudaba.

A mi querido hermano, gratitud eterna por tu apoyo inquebrantable. Tus palabras de aliento y tu disposición para escucharme fueron un bálsamo en los momentos difíciles.

A mi compañero de tesis Alejandro, por hacer de este desafío una experiencia enriquecedora. Tu dedicación, paciencia y los momentos de alegría compartidos hicieron que este proceso fuera más llevadero.

Al Ing. Luis López, nuestro tutor, mi más sincero agradecimiento por su guía invaluable, paciencia infinita y sabiduría compartida.

Al Ing. Diego Iguasnia, gracias por su generosidad al compartir sus conocimientos, por las capacitaciones brindadas y su asesoría constante.

A mis amigos, compañeros leales en este viaje, gracias por su apoyo incansable, por los momentos de alegría que aligeraron la carga y por estar siempre presentes, en los buenos y malos momentos.

A todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron a la realización de esta tesis, mi eterno agradecimiento. Este logro es también suyo, pues cada palabra de aliento, cada consejo y cada gesto de apoyo están grabados en estas páginas.

Anthony Ordoñez

Siglas y abreviaturas utilizadas

CNC	Control numérico computacional
CAD	Diseño asistido por computadora
CAM	Fabricación asistida por computadora
CN	Control numérico
RCM	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
AMEF	Análisis de Modos y Efecto de Fallas
PEPSU	Proveedor-Entrada-Proceso-Salidas-Usuarios
ISO	Organización Internacional de Normalización
UNE	Una Norma Española
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices
N	Número de secuencia.
G	Funciones preparatorias
M	Funciones misceláneas
X	Comando del eje X.
Y	Comando del eje Y.
Z	Comando del eje Z.
S	Velocidad de giro.
T	Número de la herramienta.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	16
1. INTRODUCCION.....	16
1.1. Antecedentes.....	17
1.2. Planteamiento del problema.....	17
1.3. Justificación.....	18
OBJETIVOS.....	20
General.....	20
Específicos.....	20
CAPÍTULO II.....	21
2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Estado del arte.....	21
2.2. Marco Teórico.....	22
2.2.1. Control numérico computarizado (CNC).....	22
2.2.2. Centro de mecanizado CNC.....	23
2.2.3. Puesta a punto.....	23
2.2.4. Código G.....	23
2.2.5. Código M.....	23
2.2.6. Evaluación técnica.....	23
2.2.7. Proceso.....	24
2.2.8. Manual.....	24
2.2.9. Procedimientos.....	24
2.2.10. Manual de procedimientos.....	24
2.2.11. Mapeo de procesos.....	24

2.2.12.	Molde de inyección.....	24
2.2.13.	Diagrama de flujo	25
2.2.14.	Diagrama SIPOC	25
2.2.15.	Diseño Asistido por Computadora (CAD).....	26
2.2.16.	Mecanizado	26
2.2.17.	Programación CNC.....	26
2.2.18.	Análisis de Criticidad.....	26
2.2.19.	Análisis de criticidad cualitativo.....	27
CAPÍTULO III.....		32
3.	METODOLOGIA.....	32
3.1.	Tipo de Investigación.....	32
3.2.	Diseño de Investigación	32
3.3.	Técnicas de recolección de Datos	32
CAPÍTULO IV.....		47
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
CAPÍTULO V.....		67
5.	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	67
5.1.	Conclusiones.....	67
5.2.	Recomendaciones.....	68
CAPÍTULO VI.....		69
6.	PROPUESTA.....	69
BIBLIOGRAFÍA		200
ANEXOS.....		203

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ponderación de riesgo NRP</i>	29
Tabla 2 <i>Calificación para el estado del activo asignada</i>	36
Tabla 3 <i>Ficha técnica</i>	47
Tabla 4 <i>Taxonomía</i>	54
Tabla 5 <i>Resultados AMEF</i>	57
Tabla 6 <i>Matriz de decisión RCM</i>	60
Tabla 7 <i>Descripción del producto</i>	62
Tabla 8 <i>Descripción de las partes del molde</i>	63
Tabla 9 <i>5M</i>	64
Tabla 10 <i>SIPOC del proceso de mecanizado</i>	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Simbología ANSI</i>	25
Figura 2 <i>Método del flujograma de criticidad</i>	27
Figura 3 <i>Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario</i>	28
Figura 4 <i>Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de fallo</i>	28
Figura 5 <i>Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo</i>	29
Figura 6 <i>Diagrama metodológico del proceso de mantenimiento</i>	30
Figura 7 <i>Actividades de mantenimiento</i>	31
Figura 8 <i>Árbol de decisión RCM</i>	42
Figura 9 <i>Estado Técnico por sistemas previo a la puesta a punto</i>	50
Figura 10 <i>Estado Técnico por sistemas posterior a la puesta a punto</i>	52
Figura 11 <i>Estado Técnico por componentes del sistema neumático</i>	52
Figura 12 <i>Nivel de criticidad por sistemas</i>	55
Figura 13 <i>Resultados análisis de criticidad cualitativo</i>	56
Figura 14 <i>Diagrama general de proceso de para elaborar el molde de inyección</i>	65

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se abordó el diseño e implementación de un proceso industrial para la elaboración de moldes de inyección empleando máquinas de control numérico computacional (CNC) en un entorno académico. El objetivo fue establecer un flujo de proceso claro y documentado que contribuya al desarrollo de habilidades prácticas para la programación y manejo de un centro de mecanizado vertical. Inicialmente, se realizó una evaluación técnica de la máquina, previa y posterior a la puesta a punto para conocer su condición, con esta evaluación se pudo identificar que previo a la puesta a punto el estado de la maquina es del 80% y su estado posterior es del 95%. Posteriormente, se aplicó la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), incluyendo análisis de criticidad, Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF). Esto permitió identificar componentes críticos, para determinar qué tipo de mantenimiento se deberá aplicar en función al árbol de decisión RCM. Este proceso se basó en normativas como SAE JA1011, SAE JA1012, ISO 14224 y UNE 16646. Finalmente, se elaboraron manuales de procedimientos para las operaciones básicas de mecanizado, simulación de procesos de mecanizado en programas CAM, manejo y operación de la maquina CNC. Además, dentro de las actividades para elaborar el molde de inyección para un vaso plástico, se tomó en cuenta el tipo de material del molde, el tipo de herramientas a utilizar y los equipos requeridos.

Palabras claves: proceso, criticidad, análisis, mecanizado, manual, procedimiento, moldes.

ABSTRACT

This research is based on the development of the enrollment module for the degree unit of the Universidad Nacional de Chimborazo using Linq and Lambda expressions and an evaluation of the temporal behavior of the system. The main problem was identified as the manual management of the degree processes and the absence of a system that allows students to enroll online. The proposed solution was to develop a system with .NET7 and integrate new technologies that would enable code reuse and system scalability. The Scrum methodology was used to achieve efficient and agile development. The research adopted a quantitative approach to evaluate the system's response time and processing time developed for license plate management. Load tests were performed using the JMeter tool, which revealed that LINQ and lambda expressions are significantly more efficient than traditional systems. Time averages of approximately one millisecond were obtained for the Save License Plate Type operation and 2.35 milliseconds for Generate License Plate. In addition, processing times showed a clear advantage for LINQ/Lambda with averages of 2.1917 milliseconds and 2.35 milliseconds, respectively, in contrast to approximately 6.0833 milliseconds and 6.1975 milliseconds for the traditional system for these operations. These results underscore the system's improved efficiency with LINQ and Lambda, evidencing its ability to optimize performance and processing speed in web applications.

Keywords: Linq, Lambda, .Net, Web Application, Enrollment Module, SCRUM.



Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.0601975980

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCION.

En la era actual, la estandarización, precisión y la capacidad de producir piezas de alta calidad en tiempos reducidos se han convertido en algo necesario para la industria. Esto ha desplazado a los tornos convencionales, ya que la demanda de mayor productividad, flexibilidad al elaborar piezas ha impulsado el uso de mecanizado mediante control numérico computarizado (CNC) (Solís et al., 2023).

La exigencia de adaptación a los avances tecnológicos impulsa a las instituciones de educación superior a implementar nuevas herramientas pedagógicas, con el fin de garantizar la competitividad de sus egresados en el ámbito profesional. No obstante, se presenta una problemática significativa: el laboratorio de ingeniería industrial de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) carece de un proceso industrial que integre máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC), tecnología que ya se encuentra incorporada en los programas educativos de renombradas universidades técnicas. Entre estas instituciones que han adoptado esta práctica, cabe mencionar la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), la Universidad Técnica de Ambato (UTA) y la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

El propósito fundamental de esta investigación consiste en diseñar e implementar un proceso industrial que aproveche el activo adquirido por la institución. Además, como punto de partida se busca ponerlo en estado de disponibilidad, mediante la puesta a punto del mismo. Esto implica realizar una evaluación del estado técnico previo y métodos de verificación de funcionamiento para garantizar la disponibilidad del activo y determinar que componentes requieren mantenimiento prioritario.

Además, se busca desarrollar el mapeo del flujo de proceso para la elaboración de moldes de inyección, mediante una caracterización (PEPSU) que permita obtener una visión completa de sus elementos, pasos y variables relevantes. Esto facilitará la creación de manuales de procedimiento detallado, que describa de manera secuencial y clara las actividades, recursos y responsables involucrados, facilitando la comprensión del proceso y la formación del personal académico.

Esta investigación adopta un enfoque aplicado para abordar de manera práctica el problema identificado. El diseño no experimental implica la recopilación de información mediante observación directa del estado actual del centro de mecanizado vertical. Además, se utilizarán metodologías estandarizadas como RCM, ISO 9001, SAE JA 1012 (Manual de Confiabilidad), análisis de criticidad, SAE JA 1011 e ISO 14224.

La revisión bibliográfica respalda teóricamente el desarrollo del proyecto, proporcionando un marco conceptual que guiará las acciones concretas a llevar a cabo en la implementación del nuevo proceso industrial.

1.1. Antecedentes

Contreras (2017), en su tesis, aborda el proceso de selección de un modelo de torno, haciendo hincapié en el análisis de un componente crucial conocido como cuchilla, integrante de los tornos de la misma marca. Utilizando herramientas del proceso de RCM, el autor delinea un método para identificar y planificar eficazmente las tareas de mantenimiento. Este enfoque implica un examen sistemático, que abarca la identificación de las actividades operativas, los posibles eventos de fallo, los diversos modos de fallo, las consecuencias resultantes y el nivel de criticidad asociado a cada uno. Además, se elaboran manuales de mantenimiento en los que se definen medidas preventivas y correctivas adaptadas a cada modo de fallo identificado.

En la tesis de Escobar (2013) que trata sobre el desarrollo y fabricación de un molde para la inyección de plástico diseñado utilizando herramientas de diseño CAD para producir un casco de decoración, los objetivos específicos implican el diseño del molde, incluidos sus componentes y accesorios, la simulación de su funcionalidad y la aplicación de la ingeniería CAM para la fase de construcción.

En el trabajo de investigación de Arias (2021), plantea la propuesta de un plan enfocado en RCM para mitigar el tiempo muerto del torno CNC estableciendo una estrategia de mantenimiento orientada a mejorar la confiabilidad del torno CNC.

El estudio adopta un enfoque aplicado, empleando el método descriptivo, concretamente el análisis de diagnóstico. Los resultados revelan que, entre los 18 fallos identificados, 4 requieren una intervención de mantenimiento, siendo los sistemas más críticos el sistema de control y seguridad, así como los sistemas neumáticos y de refrigeración.

1.2. Planteamiento del problema

De acuerdo con Castro (2022), en un estudio reciente de la Asociación Española de Fabricantes de Máquinas Herramientas (Cecimo) revela que el sector de máquinas herramientas domina aproximadamente el 75% de la producción global, superando los 50 billones de dólares. Es notable que la tecnología de Control Numérico Computarizado (CNC) representa el 60% de las ventas en este mercado. Este cambio tecnológico exige que técnicos e ingenieros actualicen sus conocimientos y habilidades para mantenerse competitivos laboralmente.

En respuesta a esta tendencia global, las instituciones de educación superior están desempeñando un papel crucial al integrar estas tecnologías en sus programas académicos. En Ecuador, universidades como la Escuela Politécnica Nacional (EPN), ESPOL, ESPOCH, ESPE, UTA por mencionar algunos ya han implementado laboratorios de CNC en sus programas de ingeniería, preparando a sus estudiantes para los desafíos del sector industrial moderno.

En este contexto, la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) enfrenta un desafío significativo. A pesar de contar con un centro de mecanizado CNC en la nave de

Ingeniería Industrial, este equipo no está operativo. Esta situación compromete la calidad de la formación de los estudiantes y podría afectar su competitividad en el mercado laboral. La falta de experiencia práctica con tecnología CNC limita las oportunidades de los graduados para acceder a puestos de trabajo en industrias de vanguardia y participar en proyectos de investigación avanzados.

Las causas de esta inoperatividad incluyen la inadecuada planificación universitaria, la limitación de espacios, la falta de mantenimiento correctivo y la insuficiencia de recursos económicos. Estos factores no solo afectan la formación técnica de los estudiantes, sino que también restringen las posibilidades de colaboración con la industria local y la participación en proyectos de investigación innovadores.

Abordar este problema es crucial para que la UNACH mantenga su competitividad académica, mejore la empleabilidad de sus graduados y contribuya al desarrollo tecnológico de la región. La puesta en marcha del centro de mecanizado CNC permitiría a los estudiantes adquirir habilidades prácticas esenciales, facilitar la investigación aplicada y fomentar la vinculación universidad-industria, aspectos fundamentales para el progreso académico y económico.

Además, se constató que no existe un proceso industrial donde se utilice el activo con fines académicas. Esta investigación tuvo su origen en la subutilización de la máquina adquirida, que actualmente se encuentra en desuso y se encuentra sujeta a condiciones poco favorables, conduciendo al desgaste y deterioro del activo. La implementación de este nuevo proceso industrial no solo brinda a los estudiantes la oportunidad de trabajar con maquinaria moderna y desarrollar habilidades en programación CNC.

1.3. Justificación

La creciente importancia de los controles numéricos computarizados (CNC) en la industria moderna justifica la necesidad de incorporar estos equipos en la formación práctica de los estudiantes de ingeniería. Según estudios recientes, el mercado global de CNC se expandirá significativamente, pasando de 100,78 mil millones de dólares en 2024 a 146,65 mil millones en 2029, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 7,79%. Este aumento en la demanda de eficiencia en la producción, impulsado por las máquinas CNC que agilizan procesos operativos al reducir el tiempo de producción y minimizar el error humano, subraya la necesidad de formar profesionales capacitados en estas tecnologías (Mordor Intelligence, 2019).

A nivel regional, excepto en Colombia, Brasil, Chile, México y Argentina, la Industria 4.0 aún no tiene una presencia significativa debido a los altos costos y la falta de capacitación en estas tecnologías avanzadas. Sin embargo, esta tendencia subraya la creciente demanda de profesionales capacitados en CNC (Garnero et al., 2023).

En Ecuador, la Industria 4.0 comenzó a ganar fuerza a partir de 2018 con la presentación del libro blanco de la sociedad de la información y el conocimiento por parte del Ministerio de Telecomunicaciones. Este documento busca dar a conocer la estrategia

para el desarrollo de la sociedad del conocimiento, impulsando el crecimiento económico, la equidad e inclusión, y la eficiencia en la administración pública (UNIR, 2021).

Según datos de la Senescyt, en Ecuador se invierte un promedio del 1,88% del Producto Interno Bruto (PIB) en innovación y nuevas tecnologías. Sin duda, la implementación de la Industria 4.0 es un desafío que ofrece numerosas oportunidades para construir un Ecuador más productivo y sostenible. Sin embargo, se ha implementado en menor proporción por los altos costos instalación, mantenimiento y capacitaciones al personal que se debe realizar para lograr implementarlo.

La literatura científica destaca la importancia de la formación práctica en CNC para los estudiantes de ingeniería. La capacitación en tornos CNC no solo beneficia a las empresas, sino también a los operadores, brindándoles la oportunidad de desarrollar habilidades especializadas que aumentan su empleabilidad y abren puertas a futuras oportunidades profesionales (Pinacho, 2023). No obstante, muchas instituciones educativas enfrentan desafíos para proporcionar acceso y capacitación adecuada en estas tecnologías avanzadas.

El presente proyecto aborda la necesidad crítica de proveer a los estudiantes con los conocimientos básicos y habilidades prácticas para la operación precisa, eficiente y segura de centros de mecanizado CNC, en el marco de la asignatura de máquinas y herramientas. Dicha investigación pretende aprovechar la integración de la tecnología CNC comenzando con un proceso de puesta a punto para el centro de mecanizado CNC de la Universidad Nacional de Chimborazo y crear un proceso industrial documentado a través de manuales de procedimiento. Estos manuales abarcarán desde la programación necesaria hasta la operación del equipo, culminando en un proceso práctico de fabricación de un molde de inyección para un vaso de plástico. Este enfoque integral busca cerrar la brecha entre la teoría y la práctica.

Estas acciones permitirán que la universidad cuente con un centro de mecanizado operativo e implantar un proceso industrial. Esto proporcionará una formación completa y actualizada a los estudiantes de ingeniería industrial, dotándoles de los conocimientos necesarios para alcanzar éxito en el competitivo mercado laboral de mecanizado.

OBJETIVOS

General

Diseñar e implementar un proceso industrial para elaborar moldes de inyección empleando máquinas control numérico computacional (CNC).

Específicos

- Evaluar el estado técnico del centro de mecanizado vertical CNC mediante listas de verificación previa y posterior al mantenimiento correctivo, con el fin de identificar los sistemas deficientes que mantuvieron el activo en estado de indisponibilidad
- Determinar la estrategia y el tipo de mantenimiento para los componentes críticos del activo aplicando la metodología RCM, con el fin de asegurar un mantenimiento adecuado, prever fallos y minimizar su ocurrencia.
- Desarrollar manuales de procedimientos que abarquen las operaciones básicas de mecanizado, el manejo de programas de mecanizado CNC, la operación de la máquina CNC y la elaboración de moldes de inyección para un vaso plástico, detallando de forma secuencial las actividades, recursos, responsables, herramientas, equipos y materiales involucrados en cada uno de estos procesos, con el fin de facilitar la comprensión del flujo de trabajo

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Estado del arte

La relevancia del tema radica en la necesidad de poner en funcionamiento un centro de mecanizado CNC adquirido por la Universidad Nacional de Chimborazo, aprovechando esta tecnología para realizar un proceso industrial que ayude a formar profesionales con conocimientos prácticos en mecanizado CNC.

Fernández (2013), realizó una investigación como parte de su culminación de estudios en Ingeniería en el área industrial. Su estudio se tituló " Aplicación de métodos de mantenimiento centrados en la fiabilidad para disminuir los gastos de mantenimiento de un sistema vertical LM 56 2 + 2 de molienda de cemento. El objetivo era aplicar el método RCM para disminuir los gastos de mantenimiento del sistema de molienda vertical de cemento LM 56 2 + 2. En consecuencia, el sistema de mantenimiento existente se sustituyó por el enfoque de mantenimiento RCM, reduciendo los costos en S/. 8,132,929.41. concluyó que el procedimiento de mantenimiento basado en RCM representaba la mejor opción.

En comparación a esta investigación, en nuestro estudio se aplicó la metodología RCM específicamente para determinar tareas de mantenimiento en función a los componentes más críticos del centro de mecanizado, dando un enfoque en la prevención de futuros fallos, interrupciones en el proceso y reducir costos de mantenimiento, adicionalmente se incluye una evaluación técnica de la máquina.

Vivanco (2017) en su investigación sostiene que los manuales de procedimientos son instrumentos clave para el control interno, que contienen directrices prácticas como políticas, procedimientos y controles para áreas específicas dentro de una organización. Estos manuales minimizan errores operativos y financieros, facilitando la toma de decisiones óptimas. Concluye que son esenciales para documentar procesos, políticas, aspectos legales y controles, asegurando eficacia y eficiencia en las tareas.

El aporte que diferencia a nuestra investigación es que se aplicó el concepto de manuales de procedimientos específicamente para la fabricación de moldes de inyección con tecnología CNC. Adicionalmente se documentaron procesos para el manejo del centro de mecanizado, se incluyeron detalles técnicos sobre operaciones de mecanizado y programación CNC.

Espejo (2018) llevó a cabo una investigación como parte de su opción de grado en Ingeniería Mecánico Electricista en la Universidad César Vallejo. La investigación fue mejorar la disponibilidad operativa de la línea de mecanizado en FULL MAQUINARIAS S. A. Es importante implementar un programa de mantenimiento preventivo tanto para tornos CNC como convencionales. Durante el análisis, evaluaron el mantenimiento actual de la línea de maquinado y desarrollaron un formato de mantenimiento específico para las máquinas. Este trabajo citado sirve como guía para la elaboración de la metodología AMEF de la máquina en nuestro estudio.

El enfoque adicional de la investigación con respecto al anterior estudio es que se mejoró la disponibilidad operativa de la máquina, se desarrolló una metodología RCM para

el centro de mecanizado CNC, que incluyó la evaluación del estado técnico y la determinación de estrategias de mantenimiento para componentes críticos.

Buenaño (2017) En este trabajo se ha creado un manual técnico para el taller de CAD-CAM de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH, específicamente para el Torno SHADONG 6140 con tecnología CNC y controlador GSK 980 TDb. El manual utiliza un enfoque de razonamiento deductivo para explicar los conceptos teóricos y facilitar el diseño y fabricación de piezas mecánicas. Su implementación busca mejorar la interacción educativa entre profesores y alumnos permitiendo realizar operaciones de manufactura con la máquina CNC, revisando códigos y utilizando equipos de protección adecuados que nos ayudara a realizar el manual detallado del procedimiento de elaboración de moldes de inyección

Se resalta la importancia del RCM, las consideraciones cruciales al momento de realizar el diseño y la fabricación de moldes, la importancia de los manuales de procedimiento es crucial. Las metodologías empleadas incluyen análisis de fallas, simulaciones, pruebas experimentales y enfoques de mejora continua.

Se ha comprobado el éxito del RCM para reducir costos en sistemas industriales, respaldado por análisis financieros, demostrando su eficacia en comparación con métodos tradicionales. Se destaca la relevancia de los Manuales de Procedimientos como medio para mejorar el control interno, minimizando errores operativos y facilitando estrategias óptimas. Durante el diseño y simulación de moldes de inyección, se enfatiza el uso de herramientas CAD/CAM para determinar parámetros óptimos y mejorar la eficiencia del proceso.

En conclusión, el enfoque de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) ha demostrado ser efectivo para reducir costos en sistemas industriales, respaldado por análisis financieros. Los Manuales de Procedimientos emergen como herramientas clave para mejorar el control interno organizacional y facilitar la toma de decisiones óptimas. Además, se resalta la importancia de manejar tecnologías, como CAD/CAM para optimizar la creación y simulación de moldes de inyección, mejorando la eficiencia y calidad del proceso.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Control numérico computarizado (CNC)

Comúnmente conocido como CNC o Computer Numerical Control en inglés, se define como un sistema capaz de dirigir el posicionamiento en múltiples planos de un aparato mecánico móvil mediante órdenes predeterminadas. Estas órdenes son elaboradas de manera específica para ejecutar tareas particulares, lo cual se logra mediante la interacción entre un lenguaje de programación y un ordenador o computador (Bolívar, 2012).

2.2.2. Centro de mecanizado CNC

Son máquinas CNC conocidas por su excepcional productividad y precisión. Están diseñadas para ejecutar diversas operaciones de corte rotativo de herramientas y brocas, así como de mecanizado de piezas, componentes metálicos y troqueles. Además de personalizarse con accesorios y equipos periféricos según los requerimientos de manufactura, cuentan con cambiadores automáticos de herramientas que permiten ejecutar múltiples operaciones sobre una sola pieza, ahorrando tiempo y esfuerzo a los operarios (EONSI, 2022).

2.2.3. Puesta a punto

La puesta a punto comprende todas aquellas tareas de mantenimiento y ajustes mecánicos que se llevan a cabo en una máquina con el fin de restablecer su correcto funcionamiento y maximizar su rendimiento (helloauto, s.f.).

2.2.4. Código G

Según Guzmán (2019) la codificación G es un tipo de lenguaje de programación empleado en máquinas CNC para controlar y establecer el movimiento sobre la superficie donde se realiza el trazado. Comienza con la letra "G" e indica a la máquina las operaciones que debe ejecutar, como movimientos rápidos, avances, avances radiales, pausas y ciclos. Presenta gran flexibilidad de modificación, ya que la codificación obtenida está en formato de texto plano y se puede editar con un editor de texto convencional.

2.2.5. Código M

La codificación M sirve para varias funciones, como el control del refrigerante, la conexión y dirección del mandril, el rebobinado y la terminación del programa. Estos códigos, parten desde el M00 hasta el M99, suelen ser designados por el fabricante de la máquina, en el sector industrial se observan ciertas prácticas de normalización (Escobar, 2013).

2.2.6. Evaluación técnica

Una evaluación técnica es como una imagen instantánea del estado técnico de una instalación en su totalidad, incluyendo cada equipo y sistema que la compone. Examina el estado de la instalación industrial después de su construcción, el deterioro que ha sufrido con el tiempo, o incluso la posibilidad de un incidente grave. Se puede afirmar que una evaluación técnica sirve para identificar todos los fallos que presenta una planta industrial en un momento dado, e incluso la posibilidad de que ocurran fallas a corto o mediano plazo (García, 2009).

2.2.7. Proceso

Según Restrepo (2023) un proceso constituye una secuencia organizada de acciones o fases que se ejecutan metódicamente con el propósito de alcanzar una meta u objetivo previamente establecido. En el campo económico, el concepto de proceso se circunscribe estrictamente a aquellas operaciones orientadas a la generación de bienes y servicios dentro de un sistema productivo (p.266).

2.2.8. Manual

Un manual es básicamente una guía escrita que explica de manera detallada y precisa las actividades para llevar a cabo un proceso específico. Está diseñado de tal manera que cualquier persona pueda entenderlo fácilmente y, por lo tanto, pueda realizar la tarea propuesta de manera adecuada (Ortiz, 2008).

2.2.9. Procedimientos

Un procedimiento es una secuencia cronológica y ordenada de operaciones enlazadas que conforman una unidad funcional para llevar a cabo actividades específicas dentro de un ámbito determinado. Estos procedimientos son ejecutados por un grupo de empleados, ya sea dentro de un mismo departamento o de varias áreas, alcanzando con su realización los resultados esperados (Dirección General de la Carrera Judicial, 2007).

2.2.10. Manual de procedimientos

Son instrumentos de control interno, herramientas prácticas y eficaces que proporcionan directrices sobre políticas, procesos y controles para áreas específicas dentro de una organización. Estos documentos ayudan a minimizar los errores operativos y financieros, facilitando la toma de decisiones informadas dentro de la institución (Vivanco, 2017).

2.2.11. Mapeo de procesos

En la creación de un proceso, Merino (2006) menciona que el mapeo de procesos es la creación de un esquema detallado que muestra el flujo de información y las tareas necesarias para completar una actividad concreta. También muestra el calendario de cada tarea y quién es responsable de ella (p.10-11), de modo que el procedimiento sea comprendido con mayor claridad.

2.2.12. Molde de inyección

Los moldes de inyección de plástico son herramientas utilizadas en el proceso de moldeo por inyección. Su propósito principal es dar forma al material polimérico fundido que es forzado a entrar en su interior a altas presiones. Estos moldes presentan cavidades con la geometría deseada para el producto final. Una vez que el polímero se enfría y solidifica dentro del molde, el producto moldeado puede ser expulsado. De esta manera,

los moldes de inyección permiten fabricar piezas plásticas con una gran variedad de formas y dimensiones, liberándolas tras completar el ciclo de inyección y enfriamiento (Alfonso & Ortiz, 2021).

2.2.13. Diagrama de flujo




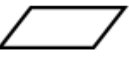

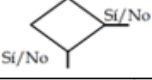
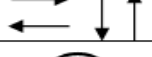


Muestra las etapas de un proceso de forma visual, según Cuatrecasas (2005) son esquemas gráficos empleados mediante una secuencia de símbolos predeterminados para ilustrar el recorrido de las operaciones junto con sus conexiones y dependencias mutuas. No existe un formato rígido para los Diagramas de Flujo, sino que hay diversas variantes que utilizan símbolos distintos. Los flujogramas pueden ser muy valiosos cuando se desea optimizar procesos, identificar oportunidades de mejora o realizar simples ajustes. El proceso de elaborar un diagrama de flujo comienza por establecer los puntos de inicio y final. Luego, se procede a identificar y clasificar las diferentes actividades que componen el proceso que se desea representar (p.81).

2.2.14. Diagrama SIPOC

Es una herramienta para definir y delimitar las actividades involucradas en cada etapa de la generación de un producto o servicio. Este diagrama comprende cinco componentes clave: proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes/usuarios. Los proveedores son las fuentes de los insumos o recursos requeridos. Las entradas incluyen información, materiales, actividades o recursos necesarios para el proceso. El proceso consiste en el conjunto de actividades realizadas con un fin determinado. Las salidas son el resultado del proceso. Finalmente, los clientes/usuarios son las entidades que se benefician o se ven afectadas por el resultado del proceso, constituyendo el objetivo principal (Leonel et al., 2024).

Figura 1

Simbología ANSI

Símbolo	Significado	¿Para qué se utiliza?
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
	Operación / Actividad	Símbolo de proceso, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.
	Documento	Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Datos	Indica la salida y entrada de datos.
	Almacenamiento/Archivo	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.
	Líneas de flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
	Conector	Conector dentro de página. Representa la continuidad del diagrama dentro de la misma página. Enlaza dos pasos no consecutivos en una misma página.
	Conector de página	Representa la continuidad del diagrama en otra página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente en la que continua el diagrama de flujo.

2.2.15. Diseño Asistido por Computadora (CAD)

Un sistema CAD permite crear objetos utilizando un ordenador. Ofrece numerosas ventajas, como la interactividad y la facilidad para diseñar nuevos modelos. Los usuarios pueden simular el comportamiento del modelo antes de crear prototipos y ajustar las características según sea necesario. El sistema puede generar planos con varias vistas y detalles y puede vincularse a un sistema CAM para la producción automática de prototipos. También se utiliza para diseñar objetos tridimensionales, como piezas mecánicas (Rojas & Salas, 1999).

2.2.16. Mecanizado

Según Groover (2007), el mecanizado es el acto de dar forma y tamaño a una pieza de trabajo mediante la eliminación de material. Para ello se utilizan herramientas de corte, como taladros, fresas o tornos, que cortan partes del material hasta conseguir la forma deseada.

2.2.17. Programación CNC

Según Martín et al. (2005), la programación CNC requiere que el programador introduzca los datos en la máquina utilizando un lenguaje especial formado por letras, números y símbolos que tanto el programador como la máquina puedan entender. Este lenguaje se conoce como lenguaje de programación o lenguaje de máquina. Utilizando este lenguaje, el programador crea un programa escribiendo en papel las letras, números y símbolos necesarios para conseguir la forma deseada de la pieza basándose en el tipo de máquina herramienta, el control numérico y los detalles del dibujo o boceto (p.730).

2.2.18. Análisis de Criticidad

Es un método que facilita la clasificación organizada de sistemas, instalaciones y equipos en función de su impacto general, con el objetivo de agilizar los procesos de toma de decisiones. Este método ayuda a concentrar los recursos En las áreas más trascendentales para mejorar la confiabilidad. El resultado es una lista priorizada que divide los niveles de criticidad en alto, medio y bajo, ofreciendo una comprensión clara de las prioridades de mantenimiento y gestión de activos (Morales, 2019).

Según Hourne Calzada et al. (2012), el análisis de criticidad puede aplicarse a través de dos métodos distintos:

a) Método cuantitativo: Este enfoque se utiliza cuando se cuenta con datos numéricos relevantes, como la recurrencia de averías, el tiempo promedio entre fallas, las consecuencias funcionales, entre otros. Se fundamenta en el análisis de estos datos establecer la prioridad e importancia del bien.

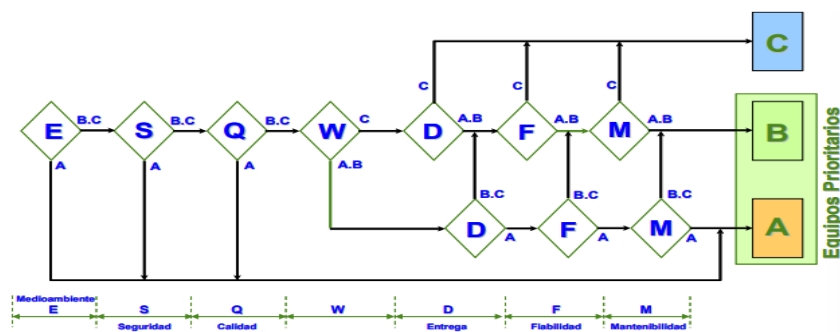
b) Método cualitativo: Se emplea al momento de no disponer de la información numérica necesaria. En este caso, el nivel de criticidad del activo se evalúa mediante la cantidad de prioridad de riesgo, el cual se determina considerando diversos factores cualitativos relacionados con el impacto potencial de una falla en el sistema.

2.2.19. Análisis de criticidad cualitativo

Según Parra & Marquez (2020) el método del flujograma para el análisis de criticidad emplea una técnica puramente cualitativa que jerarquiza los equipos de producción. Este proceso clasifica los equipos en tres categorías: A, B y C, siendo los de tipo A los de mayor prioridad. Para obtener dicha clasificación, se realiza una serie de preguntas secuenciales al equipo de trabajo designado en la empresa. El orden de las preguntas refleja la importancia que el equipo le asigna a cada atributo analizado al momento de establecer las prioridades. De esta manera, la secuencia determina el peso que se le otorga a cada atributo en la gestión.

Figura 2

Método del flujograma de criticidad



Nota. Adaptado de *The Maintenance Management Framework*(p.109), por Crespo, 2006.

AMEF

El objetivo principal del AMFE es identificar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (acciones correctivas) para evitar que ocurran o minimizar sus consecuencias. De esta manera, el AMFE se convierte en un riguroso procedimiento para detectar defectos potenciales, si se aplica de manera sistemática. Cuando los grupos de trabajo involucrados en las instalaciones o procesos productivos, ya sea como operadores o usuarios, aplican el AMFE en sus diferentes aspectos, adquieren un mayor conocimiento de los mismos y, sobre todo, de sus puntos más débiles. Esto permite tomar las medidas preventivas necesarias para controlarlos adecuadamente (Belloví et al., 2004).

Figura 3*Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario*

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Nota. Adaptado de NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos, por Belloví et al., 2004

Figura 4*Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de fallo*

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-6
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	7-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Nota. Adaptado de NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos, por Belloví et al., 2004.

Figura 5

Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Nota. Adaptado de *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*, por Belloví et al., 2004.

Tabla 1

Ponderación de riesgo NRP

NRP	
Alto riesgo de falla	500-1000
Riesgo de falla medio	125-499
Riesgo de falla bajo	1-124
No existe riesgo	0

Nota. Adaptado de *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*, por Belloví et al., 2004.

RCM

Es un método empleado para identificar las acciones necesarias para mantener la funcionalidad de un activo físico según lo deseado por sus usuarios dentro de su entorno operativo existente (Moubrey, 2004).

El RCM es una metodología integral y estructurada que combina el AMEF con otras técnicas y herramientas de análisis de criticidad. Inicia definiendo las funciones críticas que el activo debe cumplir para satisfacer los requisitos operativos y de seguridad. Luego, a través del AMEF, identifica los modos de falla que podrían afectar o impedir esas funciones críticas, evaluando sus consecuencias en términos de riesgo, impacto y criticidad. Este análisis riguroso de riesgos y criticidad permite priorizar y seleccionar las tareas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo más adecuadas y rentables para cada modo de falla crítico. El RCM no solo brinda una estrategia efectiva para restaurar la disponibilidad inmediata del activo, sino que también establece un plan de

mantenimiento óptimo a largo plazo para maximizar su confiabilidad operacional, minimizar el riesgo de nuevas fallas y optimizar los recursos de mantenimiento.

Figura 6

Diagrama metodológico del proceso de mantenimiento



Nota. Adaptado de *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*, por Moubray, 2004

Diagrama de decisión RCM

La elección de las estrategias de mantenimiento se lleva a cabo mediante un esquema de decisión que consolida todos los procesos de toma de decisiones en un solo marco estratégico integrado (García, 2009).

Estrategia de mantenimiento

Se refiere a la decisión tomada por los gestores de instalaciones industriales para supervisar El procedimiento de mantenimiento determinando una serie de labores como fundamento de las operaciones de mantenimiento. (García, 2016).

Sullivan et al. (2010) describieron tres enfoques de mantenimiento: el primero es el mantenimiento reactivo o correctivo, que consiste en no tomar acciones hasta que ocurre una falla en el equipo, sin buscar extender su vida útil de diseño.

El segundo enfoque es el mantenimiento preventivo, donde se realizan tareas en intervalos predefinidos para evitar o alargar el desgaste de los equipos.

El tercero es el mantenimiento predictivo, que se basa en monitorear condiciones que indiquen El surgimiento del deterioro en los equipos, permitiendo así abordar las causas raíz. A diferencia del preventivo, se basa en "la necesidad verdadera de

mantenimiento según el estado de la máquina y no en un programa predefinido" (Sullivan et al., 2010).

Adicionalmente a las estrategias previamente mencionadas, Moubray (2004) detallan actividades de mantenimiento que deben ser consideradas y seleccionadas durante el proceso de toma de decisiones:

Figura 7

Actividades de mantenimiento

Tareas de mantenimiento	Descripción
Tareas a condición	Son aquellas en que los elementos que se inspeccionan se dejan en servicio a condición de que continúen cumpliendo con los parámetros de funcionamiento establecidos, es decir, mantenimiento predictivo, ya que la finalidad es predecir que el elemento va a fallar basado en su comportamiento actual.
Tareas de reacondicionamiento cíclico	Consisten en regresar a las condiciones adecuadas de un elemento antes o en el límite definido de edad, independientemente de su condición en ese momento.
Sustitución cíclica	Consiste en descartar y reemplazar un elemento antes, o en el límite de la edad definida, independientemente de su condición al momento de la evaluación.
Búsqueda de fallas o tareas de detección	Consiste en chequear si un elemento todavía funciona. Combinación de tareas se aplica cuando una sola tarea proactiva no es suficiente y es necesario realizar dos o más para reducir el riesgo de falla.
El mantenimiento programado	Es la estrategia utilizada cuando la falla es existente pero no ha generado una disfuncionalidad grave, por lo que se puede programar su reparación.
El rediseño	Es cualquier acción de modificación de equipos para evitar fallos, modificar los equipos para mejorar su mantenibilidad o cambiar <u>lo</u> procesos organizativos.

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de Investigación.

La investigación es cualitativa porque facilita un análisis sistemático de la información subjetiva, centrándose en las ideas y opiniones sobre un tema concreto. Permite un examen no estadístico de los datos, que posteriormente se interpretan de forma subjetiva pero lógica y fundamentada. Utilizando metodologías como AMEF, RCM y normativas de mantenimiento sin recurrir a datos numéricos, ya que el activo en estudio es una máquina recién adquirida que se encuentra en estado de indisponibilidad.

El estudio es de carácter no experimental, puesto que no conlleva la modificación de variables. En su lugar, se centra en la creación de un proceso para producir moldes de inyección sin modificar o rediseñar un proceso existente, utilizando un molde estandarizado como base.

El estudio se categoriza como aplicado, dado que utiliza saberes teóricos para solucionar problemas específicos en el ámbito práctico. como el mantenimiento basado en confiabilidad y la normativa ISO 9001, ISO 14224, SAE JA 1012, SAE JA 1011, UNE 16646 para comprender y aplicar conocimientos prácticos, a fin de resolver problemas como determinar los componentes que requieren mantenimiento preventivo, correctivo y elaborar manuales de procedimientos, generando soluciones tangibles a partir de la aplicación de fundamentos teóricos a una situación concreta.

3.2. Diseño de Investigación

El estudio propone un diseño de investigación cuyo propósito es explicar o encontrar las causas que provocan ciertos fenómenos, debido a que mediante un check list de verificación, análisis de criticidad y AMEF, se realizará una evaluación técnica que permita identificar la causa raíz del estado de indisponibilidad del activo, y consecuentemente proponer soluciones a las fallas encontradas.

El mapeo detallado del proceso aportará una comprensión explicativa al identificar y detallar las diferentes etapas involucradas. Si bien el enfoque principal será el diseño del proceso, comprender relaciones entre variables y determinar los recursos relevantes dentro del proceso de elaboración de un molde de inyección utilizando maquinaria CNC. Esto se logrará mediante un análisis cualitativo del diseño del proceso y sus etapas constitutivas.

3.3. Técnicas de recolección de Datos

3.3.1. Observación participante y no participante

Se llevará a cabo una inspección visual detallada de la máquina utilizando Una lista de control diseñada para evaluar la condición de los elementos. El objetivo principal es establecer el estado inicial de la máquina antes de realizar la puesta a punto, permitiendo así comparar su estado inicial con el estado final después de las mejoras. Además, se

realizará una visita técnica a una máquina similar en funcionamiento normal como referencia para conocer el funcionamiento adecuado de la máquina en cuestión.

3.3.2. Entrevista No estructurada

Estas entrevistas serán flexibles y abiertas, pero guiadas. Los objetivos de la investigación influirán en cómo se diseñan las preguntas, incluyendo qué contenido abarcan, cómo se ordenan y cómo se formulan. El investigador podrá ajustar estos aspectos según las circunstancias y particularidades de los sujetos entrevistados, manteniendo así un control sobre el proceso. A su vez, los entrevistados tendrán libertad para dar sus respuestas (Díaz et al., 2013).

El objetivo fue determinar con mayor precisión las razones por las cuales el activo se encuentra en estado de indisponibilidad y qué acciones se deben realizar para el activo cumpla su función requerida.

3.3.3. Análisis de documentos

Se analizaron manuales de procesos de máquinas, tesis relacionadas con el tema, artículos científicos, libros, normas internacionales que sirvieron de guía para aplicar la metodología RCM, manual de procedimientos, y documentos que permitan determinar el proceso para elaborar moldes de inyección.

3.3.4. Justificación de la población

Esta investigación se enfocó en el único centro de mecanizado CNC existente en la UNACH el cual es objeto de estudio. Debido a esto no es posible establecer una población o muestra tradicional, ya que el enfoque de la investigación se orienta hacia el análisis y la conceptualización de un proceso industrial específico. El estudio se centra en el análisis detallado de los componentes que conforman dicho proceso, como las etapas, los métodos, los materiales, las herramientas y en cómo poner en estado de disponibilidad la máquina.

3.3.5. Justificación de Hipótesis

Esta investigación, de naturaleza cualitativa y explicativa, no requiere la formulación de una hipótesis. A diferencia de los estudios cuantitativos, que buscan verificar o refutar una suposición a través de datos numéricos, la investigación se centra en el desarrollo, ejecución y documentación de un proceso industrial específico. Nuestros objetivos no se centran en la validación de una teoría o en la identificación de relaciones causales entre variables, lo que haría necesaria una hipótesis. En lugar de eso, la meta principal es el desarrollo de una metodología que englobe la puesta en marcha del activo, la elaboración de un proceso y la detección de los recursos necesarios. Todo ello se llevará a cabo mediante la creación de manuales de procedimientos que aseguren una implementación exitosa y faciliten el entendimiento del proceso por parte del personal académico. Por lo tanto, al tratarse de una investigación explicativa y aplicada, se enfoca en el diseño y ejecución de un proceso industrial específico, no se precisa la formulación de una hipótesis.

Descripción del proceso


- Se realizó la ficha técnica del centro de mecanizado vertical CNC con el objetivo de familiarizarse con el activo
- Se elaboró una lista de verificación (check list) para evaluar el estado técnico de los subsistemas y detectar qué sistema se encuentra más afectado.
- Se llevó a cabo la puesta a punto tomando como base la lista de verificación y los mensajes de alarma que arroja el activo.
- Se realizó una lista de verificación posterior para evaluar el estado actual de cada componente del sistema y determinar en qué porcentaje cumplen su función.
- Se hizo una comparación entre las listas de verificación inicial y final para identificar las diferencias en el estado de la máquina
- Tomando como base los componentes y sistemas afectados, se determinó aplicar la Metodología RCM para identificar los componentes críticos que deberán priorizarse, el tipo de mantenimiento, las estrategias y las tareas a realizar para dichos componentes con el fin de anticipar errores y evitar paradas inesperadas del activo debido a un mantenimiento inadecuado, como en este caso.
- Con la máquina en estado de disponibilidad, se llevó a cabo un proceso industrial para que el activo comience a operar. En primer lugar, se realizará una descripción del producto: matriz de inyección de polímeros (Moplen HP648T) utilizando máquinas CNC.
- Se determinó las 5 M (Mano de obra, Materiales, Máquinas, Métodos y Medición) para realizar el producto.
- Se elaboró el diagrama de flujo para realizar el proceso de elaboración de dicha matriz, tomando en cuenta la metodología RCM en caso de reprocesos.
- Se realizó un PEPSU con la información obtenida para tener en un solo documento donde se detalle recursos, variables relevantes y procesos para realizar el producto.
- Se realizó 4 manuales de procedimientos que abarquen las operaciones básicas de mecanizado, el manejo de programas de mecanizado CNC, la operación de la máquina CNC y la elaboración de moldes de inyección para un vaso plástico.

Formatos

1. Ficha técnica

Una ficha técnica fue utilizada como documento que proporcionará información detallada sobre las características, especificaciones y detalles técnicos del activo (Ver Anexo 1).

Encabezado:

	Universidad Nacional de Chimborazo	Código	UNACH-X-XX-000
	Taller de Máquinas y Herramientas	Versión	1
	Ficha Técnica	Fecha	XX/XX/XXXX

Información general:

- **Modelo de la maquinaria:** Se debe especificar el modelo exacto de la máquina o equipo que se va a inspeccionar.
- **Área:** Indicar el área o ubicación física donde se encuentra instalada la máquina.
- **Marca:** Anotar la marca comercial del fabricante de la máquina.
- **Código de inventario:** Colocar el Número o código de identificación único asignado a la máquina en el inventario de activos.
- **Fecha de elaboración:** Indicar la fecha en la que se comenzó la inspección.

Características generales:

- Dimensiones (Peso, Altura, Ancho, Largo).

Características técnicas:

- Enlistar las especificaciones técnicas relevantes de la máquina, incluyendo las unidades de medida correspondientes fotografía del activo

Función:

- Redactar una descripción breve de la función principal de la máquina.

Revisado por:

- Colocar Nombre y firma de la persona que revisó la ficha técnica.

Elaborado por:


- Colocar Nombre y firma de la persona que elaboró la ficha técnica.

2. Check list de inspección de funcionamiento de maquinaria previo

Se utilizará un Check list para inspeccionar el activo, ya que facilitará una revisión detallada y exhaustiva de los sistemas y subsistemas pertinentes para que el activo cumpla con su función requerida, estableciendo un punto de partida documentado sobre su estado inicial antes de cualquier intervención, determinando el grado de cumplimiento del equipo, de cada sistema y cuál se encuentra más afectado (Ver Anexo 2).

Contenido del Check list:

Encabezado de Check list de inspección de funcionamiento de maquinaria:

	Check List	Código: UNACH-NII-CL-001
	(Nombre De La Máquina)	Versión: 1
		Elaborado: -----
Motivo de check list	Inspección del estado técnico del (equipo)	

Datos de maquinaria:

- **Modelo de la maquinaria:** Se debe especificar el modelo exacto de la máquina o equipo que se va a inspeccionar.
- **Área:** Indicar el área o ubicación física donde se encuentra instalada la máquina.
- **Marca:** Anotar la marca comercial del fabricante de la máquina.
- **Responsable del chequeo:** Nombre completo de la persona responsable de realizar la inspección.
- **Código de inventario:** Número o código de identificación único asignado a la máquina en el inventario de activos.
- **Valoración:** Especificar el sistema de calificación o valoración que se utilizará para evaluar el estado de los componentes.
- **Fecha de elaboración:** Indicar la fecha en la que se realiza la inspección.

Evaluación General:

- **Sistemas:** Dividir la máquina en sistemas funcionales principales (por ejemplo, sistema eléctrico, sistema de control, sistema mecánico, etc.).
- **Subsistema:** Listar los subsistemas específicos que conforman cada sistema.
- **Observaciones:** Anotar cualquier observación relevante sobre el estado o funcionamiento de cada componente inspeccionado.

Revisión:

- **Observaciones:** Espacio para anotar observaciones generales sobre el estado general de la máquina.
- **Revisado:** Firma del técnico o persona calificada que ha revisado el check list.
- **Aprobado:** Firma de la persona autorizada que aprueba el check list después de verificar que la inspección se ha realizado correctamente.
- **Elaborado:** Firma de la persona que ha elaborado el check list

Proceso para determinar el estado técnico de la maquinaria.

Se realizará una revisión visual de cada subsistema visible encendiendo el activo, y se asignará una calificación según la tabla de calificaciones. En las observaciones, se documentará la justificación de la calificación asignada.

Tabla 2

Calificación para el estado del activo asignada

BUENO	90 A 100%
REGULAR	75 A 89%
MALO	50 A 74%
MUY MALO	MENOS DE 49%

Posteriormente, se realizará la siguiente operación para determinar el estado técnico general del activo:

$$\text{Estado técnico} = \frac{(\sum \text{bueno} \times 1) + (\sum \text{regular} \times 0.7) + (\sum \text{malo} \times 0.55) + (\sum \text{muy malo} \times 0.25)}{\text{total subsistemas}} \times 100\%$$

Con base en el resultado obtenido y observando la tabla de calificaciones, se determinará la condición general en la que se encuentra la máquina (Bueno, Regular, Malo o Muy Malo).

3. Puesta a punto del activo.

Se siguieron las instrucciones del manual del operador para el modelo FANUC Oi MD, el cual especifica cómo realizar el mantenimiento cuando el activo envía mensajes de alarma.

4. Check list de inspección de funcionamiento de maquinaria posterior

Se utilizará una lista de verificación posterior para inspeccionar el activo de manera detallada. En este proceso, se determinará si los componentes están cumpliendo su función requerida. La inspección se llevará a cabo después de la puesta a punto, evaluando los sistemas que han recibido mantenimiento correctivo. Esto permitirá evaluar el grado de cumplimiento del equipo, sistemas, identificar cuál está más afectado y cuáles componentes no cumplen en su totalidad su función requerida.

Se utilizará el mismo formato y procedimiento del check list previo a la puesta a punto para evaluar el estado técnico de la máquina (Ver Anexo 3).

5. Comparación de check list previo y posterior

Tras realizar el mantenimiento, se repite la inspección con un check list similar para verificar las mejoras. Este análisis comparativo permite identificar áreas mejoradas, detectar problemas persistentes y evaluar el rendimiento post-mantenimiento. Los resultados informan ajustes en los planes de mantenimiento futuros, optimizando las rutinas de inspección y reparación para prevenir problemas recurrentes y asegurar la eficiencia operativa de la máquina. Se compararán los diagramas de barras de los sistemas, su porcentaje de mejora y el estado técnico general del activo.

6. RCM

Aguilar (2010) desarrollaron una metodología sistemática para los procesos de mantenimiento, representada en un diagrama de flujo. Inicialmente, se realiza un análisis para determinar la criticidad de los equipos, identificando aquellos de baja importancia para aplicarles un mantenimiento genérico basado en procedimientos estándar o especificaciones del fabricante. Por otro lado, para los equipos catalogados como altamente críticos, se analizan los modos de falla y sus consecuencias, lo que lleva a un plan de mantenimiento optimizado y adaptado a las fallas identificadas.

En cuanto a los componentes o equipos de baja criticidad derivados de este análisis secundario, se implementa un plan de mantenimiento óptimo que incorpora acciones apropiadas para mitigar los modos de falla detectados. Para los equipos de criticidad media


a alta, se emplea la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés). Este enfoque implica seguir un procedimiento establecido y utilizar un diagrama de decisiones para seleccionar las tareas de mantenimiento más adecuadas, considerando los modos de falla y sus efectos.

Taxonomía

De acuerdo con la norma ISO 14224, la taxonomía constituye un sistema de clasificación que agrupa de manera sistemática los ítems o elementos en categorías genéricas. Esta clasificación se basa en factores comunes a varios elementos, considerando aspectos como su ubicación física, su uso previsto, la subdivisión en equipos a la que pertenecen, entre otros criterios relevantes. (Ver Anexo 4).

Contiene:

Encabezado:

	Universidad Nacional de Chimborazo	Código	UNACH-NII-TX-001
	Taller de Máquinas y Herramientas	Versión	1
	(NOMBRE DE MAQUINA)	Fecha	XX/XX/XXXX
Taxonomía			

Información General:

- **Modelo de la maquinaria:** Se debe especificar el modelo exacto de la máquina o equipo que se va a inspeccionar.
- **Área:** Indicar el área o ubicación física donde se encuentra instalada la máquina.
- **Marca:** Anotar la marca comercial del fabricante de la máquina.
- **Responsable del chequeo:** Nombre completo de la persona responsable de realizar la inspección.
- **Código de inventario:** Número o código de identificación único asignado a la máquina en el inventario de activos.
- **Valoración:** Especificar el sistema de calificación o valoración que se utilizará para evaluar el estado de los componentes.
- **Fecha de elaboración:** Indicar la fecha en la que se realiza la inspección.

Taxonomía

- **Industria:** Indicar El sector industrial principal al que está vinculada o en el que se utiliza la máquina. (por ejemplo, automotriz, alimentaria, química, etc.).
- **Categoría del Negocio:** Indicar el tipo de actividad comercial o secuencia de operaciones en las que se emplea la máquina.
- **Categoría de Instalación:** Describir el tipo de instalación donde se encuentra ubicada la máquina.

- **Categoría de Planta:** Indicar el tipo de planta o unidad dentro de la instalación donde se encuentra la máquina.
- **Sección/Sistema:** Identificar la sección o sistema principal de la planta al que pertenece la máquina.
- **Clase de Equipo:** Clasificar la máquina dentro de una clase de equipos similares que realicen funciones comparables.
- **Sub-Unidad:** Enumerar los sistemas o sub-unidades que son indispensables para que la máquina opere de manera adecuada y cumpla su función correctamente.
- **Componente:** Listar los grupos de piezas o componentes que conforman la máquina y que comúnmente requieren mantenimiento.
- **Pieza:** Identificar las piezas individuales que componen cada componente de la máquina.

Revisión:

- **Observaciones:** Espacio para anotar observaciones generales sobre la taxonomía general de la máquina.
- **Revisado:** Firma del técnico o persona calificada que ha revisado la taxonomía
- **Aprobado:** Firma de la persona autorizada que aprueba la taxonomía después de verificar que la inspección se ha realizado correctamente.
- **Elaborado:** Firma de la persona que ha elaborado el informe

7. Análisis de criticidad

Se realizó dicha metodología debido a la falta de datos sobre frecuencia de fallas, disminución de producción, confiabilidad (MTBF) y mantenibilidad (MTTR) del torno CNC, el cual no ha estado disponible desde su llegada a la universidad. Se llevará siguiendo los lineamientos de la norma ISO 14224: Industrias de petróleo y gas natural - Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos., recopilando información técnica y asignando una calificación de criticidad A (Crítico para Seguridad, Salud y Medio Ambiente), B (Crítico para Operación) o C (No Crítico) a cada componente del activo.

8. Análisis de criticidad cualitativo

Para llevar a cabo esta evaluación, se utilizará la metodología UNE 16646 (Mantenimiento en la administración de activos) junto con la normativa ISO 14224. En el primer método descrito por Crespo (2007), Se introduce una técnica basada en un análisis cualitativo de la jerarquía de los equipos de producción. Este proceso clasifica los equipos en tres categorías: A, B y C, siendo los tipos A los de mayor prioridad. Para determinar esta clasificación, se realiza un conjunto de interrogantes secuenciales al equipo, con el propósito específico de este análisis. El orden de las preguntas refleja la relevancia o peso que el equipo de trabajo le asigna a cada atributo analizado al momento de determinar la prioridad de los equipos. (Ver Anexo 5).

La criticidad de un equipo o activo se evalúa mediante un conjunto de criterios, cada uno con tres categorías posibles: A, B o C. Estos criterios son:

1. La criticidad de un equipo o activo se evalúa mediante un conjunto de criterios, cada uno con tres categorías posibles: A, B o C. Estos criterios son:
2. Medio Ambiente (E): La categoría A se asigna a equipos cuyo fallo puede provocar impactos ambientales graves que requieran notificación a autoridades y afecten la salud de las personas. La categoría B implica contaminación o afección que pueda gestionarse internamente, mientras que la C no produce contaminación.
3. Seguridad (S): Los equipos de categoría A son aquellos cuyo fallo puede causar accidentes que conlleven ausencias laborales temporales o permanentes. La categoría B implica daños menores sin ausencias, y la C no tiene consecuencias de seguridad.
4. Calidad (Q): La categoría A se refiere a equipos cuyo fallo puede generar un impacto externo significativo o una imagen negativa en el mercado si el producto defectuoso llega al cliente final. La categoría B implica consecuencias internas, y la C no tiene impacto en la calidad.
5. Tiempo de Trabajo (W): Los equipos que operan en tres turnos se clasifican como A, dos turnos como B, y un turno como C. También se considera el tiempo extra requerido para el mantenimiento correctivo.
6. Entrega (D): Los equipos cuyo fallo produce un paro total de la fábrica son categoría A, los que paran una línea de producción son B, y aquellos sin interrupción significativa son C.
7. Fiabilidad (F): Se basa en la frecuencia de fallo sin mantenimiento adecuado.
8. Categoría A para frecuencias menores a 5 horas, B entre 5 y 10 horas, y C superiores a 10 horas.
9. Mantenibilidad (M): Equipos con un tiempo medio de reparación superior a 90 minutos son categoría A, entre 45 y 90 minutos son B, y menos de 45 minutos son C.

9. AMEF

Se realizará con base en las normativas SAE JA 1011 y SAE JA 1012. Es un instrumento sistemático que permitirá detectar, examinar y valorar los modos de falla potenciales de los componentes y sistemas del activo en estado de indisponibilidad. Se tomarán en cuenta solo los componentes muy críticos (A) y críticos (B), determinados en el análisis de criticidad previo.

El AMEF proporcionará una comprensión profunda de las razones que causaron la indisponibilidad del activo. Esta información es crucial para priorizar y desarrollar acciones correctivas efectivas, como reparaciones, sustituciones o modificaciones de diseño, con el fin de restablecer la funcionalidad y disponibilidad operativa del activo (Ver Anexo 6).

Pasos para hacer un AMEF

1. Identificar Objeto De Aplicación E Identificación Previa.
 - Detallar el área y ubicación del activo.
 - Determinar el estado actual del activo mediante un check list de inspección de funcionamiento.
2. Determinar Componentes Importantes
 - Realizar un despiece de la máquina por sistemas funcionales.
 - Dividir los sistemas en componentes que los conforman.
 - Llevar a cabo un análisis de criticidad aplicando diversas metodologías con el fin de identificar los componentes que se consideran críticos y muy críticos.
 - Codificar los componentes para una fácil identificación.
3. Determinación De Modo de Fallas
 - Identificar las fallas potenciales en cada componente significativo del activo que podrían ocasionar que los componentes dejen de cumplir su función requerida. Se va a utilizar fuentes bibliográficas y datos recopilados en la visita técnica.
4. Efectos de fallas
 - Determinar las consecuencias que generarán los modos de falla descritos.
 - Considerar los efectos en el proceso, la máquina, el personal, el medio ambiente, los costos y la producción.
 - Tener en cuenta que un modo de falla puede tener más de un efecto.
5. Clasificación de severidad
 - Determinar la severidad, también conocida como gravedad determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial, se clasifica usualmente del 1 al 10 según la siguiente tabla.
6. Determino Causas
 - Determinar las causas que los modos de falla. este paso será crucial, ya que al descubrir los posibles riesgos se aumenta la probabilidad de que el componente opere de manera óptima, evitando interrupciones inesperadas en su funcionamiento.
7. Calificación de ocurrencia
 - Determinar el índice de ocurrencia o frecuencia, es decir la estimación de la probabilidad de que ocurra un fallo debido a la causa identificada. Al igual que la severidad, la ocurrencia se clasifica del 1 al 10.
8. Identificar controles
 - Determinar los procedimientos, acciones, mecanismos o pruebas que se emplean actualmente para evitar que las fallas se generen y afecten al activo.
9. Calificar grado de detección del control
 - Asignar el grado de detección de cada control, es decir, la capacidad de los controles para detectar una causa o modo de falla antes de que afecte al equipo.
 - Utilizar una escala del 1 al 10 para calificar el grado de detección.
10. Calcular número prioritario de riesgo (NPR)

- Calcular el NPR multiplicando el grado de severidad, ocurrencia y detección.
- El NPR permite priorizar los riesgos y enfocarse en los más críticos

$$NPR = \text{Grado de severidad} * \text{Grado de ocurrencia} * \text{Grado de detección}$$

11. Acciones correctivas

En esta sección se propondrá una medida correctiva para un componente específico de un activo. La elección del tipo de medida correctiva seguirá los siguientes criterios, siempre que sea posible:

- Modificación en el diseño general del producto, servicio o proceso.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Mejora en el control o la inspección.

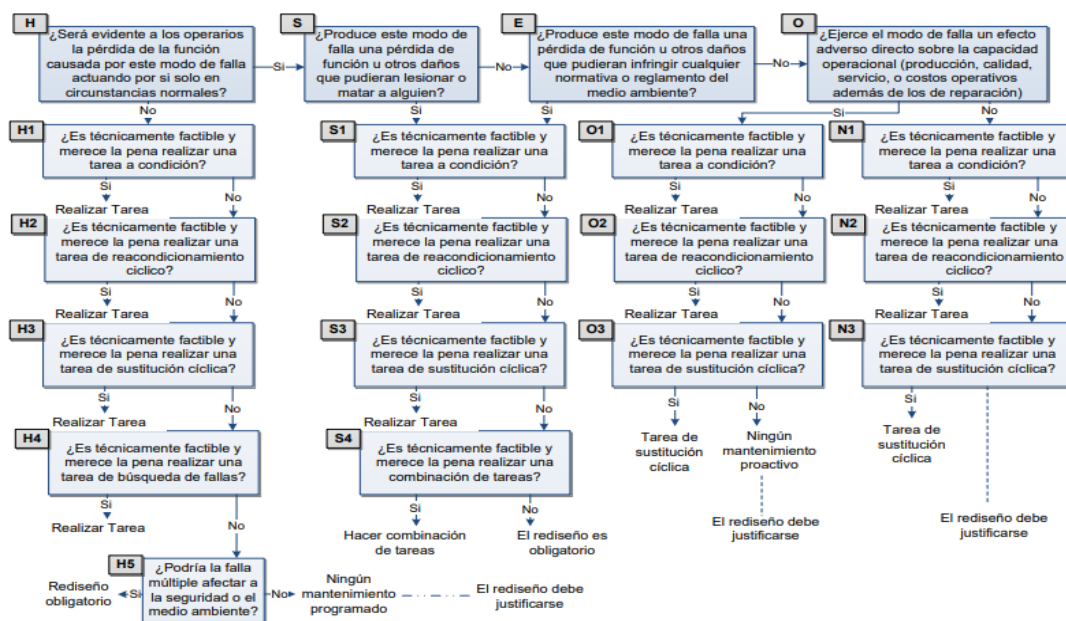
Siempre se priorizará la eficacia del proceso y la reducción de costos en todas las etapas. En general, resulta más rentable disminuir la probabilidad de fallos que invertir recursos en detectarlos.

10. Diagrama de decisión RCM

Se detalla el diagrama de decisiones empleado en el enfoque (RCM). Para cada modo de falla registrado en una hoja de información, se sigue el diagrama desde la esquina superior izquierda, avanzando hacia la derecha y hacia abajo, respondiendo a las interrogantes planteadas. Cada recuadro posee una clave de identificación en la esquina superior izquierda que indica la categoría del fallo (oculto, seguridad, ambiental, operacional) y la tarea de mantenimiento sugerida, como tareas a condición, reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica, búsqueda de falla, rediseño o una combinación de tareas. (Ver Anexo 7).

Figura 8

Árbol de decisión RCM



Nota. Adaptado de *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*, por Moubray, 2004

11. Estrategia de mantenimiento

Se determinará mediante el manual del centro de mecanizado (CNC FANUC OI-MATE-D) y el diagrama de decisión de RCM, en el contenido del manual se encuentran alarmas y su respectiva codificación además indica el proceso para dar su solución a la alarma que aparecen en la pantalla al momento de ir al apartado de notificaciones que te da la maquina en el caso del diagrama se tomara una decisión en pase al diagrama de decisión y se buscara un mantenimiento adecuado para el componente que lo requiere o que sea crítico para el activo (Ver anexo 8).

12. Descripción de producto

Con la ayuda de la descripción del proceso nos ayudara para entender sus características, especificaciones y usos. Asegurando que todos tengan una comprensión clara de lo que se está ofreciendo (Ver Anexo 9).

Contiene:

1. Nombre del producto: Matriz de Inyección de Polímeros

2. Descripción:

- Explicar qué es una matriz de inyección de polímeros y su función principal.
- Detallar los materiales y componentes de los que está fabricada.
- Mencionar sus características principales (dimensiones, peso, capacidad, etc.).

3. Condiciones de almacenamiento:

- Indicar las condiciones óptimas de temperatura, humedad y luz para su correcto almacenamiento.
- Mencionar si requiere un embalaje o empaque especial para su almacenamiento.

4. Vida útil:

- Indicar los factores que pueden influir en su desgaste o deterioro y un estimado de su vida útil.

5. Indicaciones de manejo:

- Proporcionar instrucciones sobre cómo manipular la matriz de forma segura.
- Mencionar precauciones y equipo de protección personal requerido.

6. Consumidor meta:

- Definir el sector industrial o tipo de empresa que utilizaría este producto.
- Identificar las aplicaciones o procesos en los que se emplearía.

7. Modo de uso:

- Describir los pasos o procedimientos para utilizar correctamente la matriz de inyección de polímeros.
- Incluir cualquier preparación previa, configuración o calibración necesaria.
- Mencionar las condiciones de operación recomendadas (temperaturas, presiones y velocidades).

13. 5M

Al desglosar el proceso en los componentes de Mano de obra, Máquinas, Métodos, Materiales y Medio ambiente, se logrará tener la capacidad de identificar los factores, recursos y variables que ejercen un mayor impacto en el resultado final. Al comprender las implicaciones de estas variables, podemos tomar decisiones respaldadas por información sólida, lo que nos permite optimizar el proceso de manera efectiva y alcanzar los objetivos deseados de manera eficiente.

- **Maquinaria:**

- Identificar todas las máquinas, equipos y herramientas necesarias para el proceso de fabricación.
- Evaluar las capacidades, especificaciones técnicas y estado de cada máquina.
- Determinar si se requiere adquirir nueva maquinaria o actualizar la existente.
- Planificar el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas.

- **Mano de Obra:**

- Determinar los roles y responsabilidades del personal involucrado en el proceso.
- Evaluar las habilidades, conocimientos y experiencia requeridos para cada rol.
- Identificar las necesidades de capacitación y entrenamiento.
- Establecer planes de desarrollo profesional y motivación del personal.

- **Métodos:**

- Analizar y documentar los procesos y procedimientos actuales.
- Identificar oportunidades de mejora en los métodos utilizados.
- Desarrollar o adoptar nuevos métodos más eficientes y efectivos.
- Implementar controles de calidad y estandarización de los métodos.

- **Materiales:**

- Definir las materias primas, componentes y suministros necesarios.
- Determinar los requisitos de calidad de los materiales.
- Evaluar a los proveedores y establecer criterios de selección.
- Implementar un sistema de gestión de inventarios y control de materiales.

- **Mediciones/Medio Ambiente:**


- Identificar las variables críticas a medir y controlar en el proceso.
- Determinar los instrumentos y técnicas de medición apropiados.
- Establecer procedimientos de calibración y mantenimiento de los instrumentos.
- Analizar los aspectos ambientales y de seguridad relacionados con el proceso.
- Implementar medidas de control ambiental y de higiene y seguridad industrial.

14. Diagramas de flujo

Se describen las etapas del proceso para la programación de la pieza y el mecanizado. Este diagrama utiliza la normativa ANSI, la cual provee la simbología para categorizar las diferentes etapas del proceso. Dicho diagrama se emplea en la matriz PEPSU y el manual de procedimientos con el fin de obtener Una representación visual y ordenada de las fases y tareas de los procedimientos. La diagramación de flujo facilita la comprensión visual y el seguimiento ordenado de las operaciones involucradas, esta metodología se detalla de mejor manera en el marco teórico.

15. Diseño del manual de procedimientos

El encabezado debe contener lo siguiente:

	Manual de procedimiento para el mecanizado de un molde inyección		Versión:	--
			Fecha:	dd/mm/aa
	NORMA ISO 9001:2015		Página:	-- de --
			Código:	-----
Realizado por:	-----	Revisado por:	-----	

Contenido del manual

- **Objetivo:** Se expone de forma clara y precisa el propósito fundamental del manual de procedimientos.
- **Alcance:** Se establecen los ámbitos de aplicación del manual, especificando los sistemas, áreas o procesos a los que se extiende su validez.
- **Definiciones:** En este apartado se incluyen las definiciones de terminología técnica utilizada en los procedimientos, con el fin de facilitar la comprensión y correcta aplicación de las operaciones descritas. Las definiciones se basan en las normativas mencionadas y en las establecidas por la RAE
- **Documentos de referencia:** Se listan las normativas, reglamentos, leyes o documentos que han servido como fundamentos para la creación del manual y los procedimientos detallados dentro del mismo.
- **Procedimientos:** Esta es la sección principal del manual, donde se describen de forma secuencial los pasos a seguir para cada procedimiento. Cada procedimiento se compone de múltiples operaciones, acompañadas de observaciones, equipos

requeridos, materiales o herramientas necesarias, así como documentos que se emplearán o generarán en cada procedimiento específico.

- **Diagramas de flujo:** Añadiendo a la descripción de los procedimientos, se incorporan diagramas de flujo que visualizan de manera gráfica la secuencia de operaciones y el flujo de trabajo para cada uno de ellos.
- **Anexos:** Son documentos adicionales que complementan la información contenida en el cuerpo principal del manual. Estos se incluyen al final y tienen como propósito aportar detalles, ejemplos, formatos, instructivos o cualquier otro material de apoyo relevante

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología propuesta, incluyendo las fichas técnicas del activo, los check list de inspección y comparación, la aplicación de (RCM) con la determinación del tipo de mantenimiento, estrategias y acciones recomendadas. Además, se identifican las variables y recursos clave para el proceso de fabricación de moldes de inyección mediante maquinaria CNC, y se proporciona un manual de procedimientos detallado para el mecanizado y programación de los componentes involucrados en dicho proceso.

Ficha técnica

La presente ficha técnica detalla las especificaciones técnicas y características de un centro de mecanizado vertical.

Tabla 3

Ficha técnica

	Universidad Nacional de Chimborazo		Código	UNACH-NII-FT-001			
	Taller de Máquinas y Herramientas		Versión	1			
	FICHA TECNICA		Fecha	3/4/2024			
Información General							
Máquina - Equipo	Centro de mecanizado Vertical		Ubicación:	Nave de Ingeniería Industrial			
Fabricante	Chevelier		Sección:	Mecanizado			
Modelo	QPL-1620L		Código Inventario	UNACH-NII-CM-001			
Antigüedad	2010		Características generales	Fresado y taladrado Automático			
Proveedor	BKB		Contacto	2428504 - Quito, Parque Delta Pana. Norte Km. 12 1/2 y calle El Arenal			
Horas de uso	20 h		Nacionalidad	Taiwán			
Características generales							
Peso	2300 kg	Altura	2339 mm	Ancho	1680 mm	Largo	2762 mm
Características técnicas							



ESPECIFICACION	MAGNITUD	UNIDADES
Tamaño de mesa	mm	700 x 320
Max. Carga sobre la mesa	kg	250
Velocidad del husillo	rpm	12000- (15000 opc.)
Viajes X, Y, Z	mm	520 x 400 x 380
Dist. De la nariz del husillo a la mesa	mm	150-530
Dist. Centro del husillo a columna	mm	400
Cono del husillo	N/A	CAT40
Diámetro del husillo	mm	60 – 50
Viajes rápidos X, Y, Z	m / mm	48/48/36
Posicionamiento	mm	± 0.01 (± 0.0004")
		VDI3441 (ISO10791)
Repetibilidad	mm	± 0.006 (± 0.0002")
		VDI3441 (ISO10791)
Presión de trabajo	psi	100
Máx. peso de herramienta	kg	5
Máx. longitud de herramienta	mm	200
Motor del husillo	hp	10
Servomotor de ejes x	hp	3
Servomotor de ejes y	hp	3
Servomotor de ejes z	hp	4
Bomba refrigerante	hp	0.5
Capacidad de herramientas	u	20 (modelo BT 40)
Alimentación eléctrica	V	220
Consumo de energía	Kva	15
Función		
Realiza diferentes procesos de maquinado con la mínima intervención del operador de forma efectiva y repetible, siguiendo el algoritmo diseño mediante un programa de control numérico que dirige el movimiento de las herramientas y de la pieza de trabajo.		

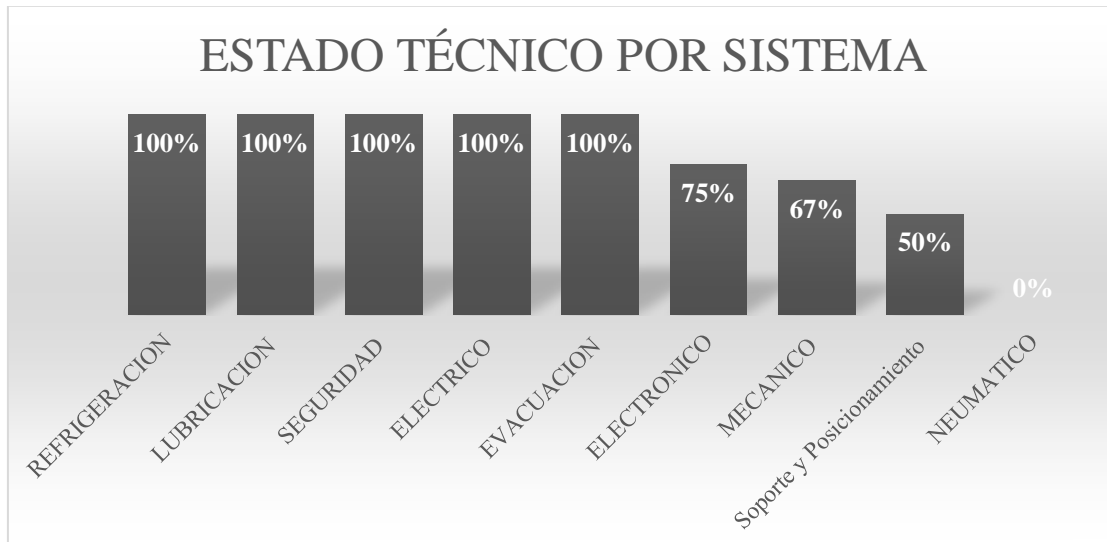
Mantenimiento		TIEMPO	
Mantenimiento autónomo		diario	
Revisar el nivel de lubricante		Mensual	
Inspeccionar el nivel de presión del compresor		Mensual	
Cambio de lubricante (G68 ISO-DIS-3498), Viscosidad recomendada entre 30 y 150 cSt		Anual	
Cambio de batería del controlador de los ejes		11 meses	
Revisión de componentes eléctricos y servos		Anual	
Retiro exceso de viruta en área de mecanizado		Semanal	
ENCENDER MAQUINA MINIMO		Mensual	
Liberar memoria del CNC (EXCEPTO LAS 40 PRIMERAS)		Semanal	
Recomendación de Uso			
MATERIAL	MECANIZADO	MAX RPM	AVANCE (mm/min)
NAYLON	Planeado	8000	1000
	Contorneado	7000	800
	Taladrado	5000	300
	Superficies	6000	1200
ALUMINIO	Planeado	8000	2000
	Contorneado	2000	1500
	Taladrado	6000	400
	Superficies	5000	2500
ACERO 1018	Planeado	5000	400
	Contorneado	4000	300
	Taladrado	2500	120
	Superficies	3000	500
Acero 1045	Planeado	4000	300
	Contorneado	3500	250
	Taladrado	2000	100
	Superficies	3000	400
ACERO H13	Planeado	2500	200
	Contorneado	2000	150
	Taladrado	1200	60
	Superficies	3000	2500
REVISADO	APROBADO	ELABORADO	
ING. LUIS LOPEZ	ING. DIEGO IGUASNIA	ORDOÑES Y ORTEGA	

Check list de verificación de estado técnico previo a la puesta a punto

A través del check list de verificación previo, se determinó que el activo se encuentra en un estado técnico regular, con el 80 % de los sistemas funcionando de manera parcial. Es importante destacar que el activo no está operativo debido a la inoperatividad de los sistemas neumático, electrónico, mecánico, de soporte y sujeción (Ver Anexo 12).

Figura 9

Estado Técnico por sistemas previo a la puesta a punto



El gráfico muestra el estado técnico de diferentes sistemas, representado porcentualmente. Se observa que los sistemas de refrigeración, lubricación, seguridad, eléctrico y evacuación se encuentran en un 100% operativos y funcionales. Por otro lado, el sistema neumático presenta un estado técnico del 0%, lo cual indica que no se encuentra operativo o funcional en absoluto, requiriendo atención inmediata. En cuanto al sistema de soporte y sujeción, su estado técnico es del 50%, lo que sugiere que solo la mitad de sus componentes o funcionalidades se encuentran en condiciones adecuadas para operar. Los sistemas mecánico y electrónico, aunque no se encuentran en un estado óptimo, cuentan con un 67% y 75% de sus componentes o funcionalidades operativas respectivamente, lo que les permite funcionar de manera parcial.

Procedimiento para la puesta a punto del centro de mecanizado vertical CNC

Para restablecer la operatividad del centro de mecanizado vertical CNC que se encontraba en estado de indisponibilidad, se siguió el siguiente procedimiento:

1. Encendido de la máquina y revisión del panel de control HMI: En la sección de ALARMAS, se identificaron los códigos de error presentes. Consultando el manual del operador en la página 1119, se encontraron las descripciones de los errores y los pasos para solucionarlos (Ver Anexos 13).
2. Corrección del error "ABS BATTERY VOLTAGE LOW OR ZERO PLEASE CHANGE BATTERY" (A3.3) (Ver anexo 14): Este error se originó por las alarmas

"DS0306 (X, Y, Z) APC ALARM: BATTERY VOLTAGE 0", indicando que la vida útil de las baterías había terminado. Para solucionarlo, se abrió el depósito de baterías en la parte lateral derecha de la máquina, se extrajeron las baterías sulfatadas, se limpiaron los residuos de óxido y corrosión, y se colocaron baterías nuevas siguiendo las instrucciones del manual.

3. Restablecimiento de las referencias de los servomotores de los ejes X, Y y Z: Para lograr que los servomotores dieran una vuelta, se empujó el carro longitudinal (eje X) hasta que se desplazara ligeramente. Posteriormente, se utilizó una llave número 22 para aplicar un torque a las matrices de giro de los ejes Y y Z. Luego, en el HMI, se ingresó a PARAMETER > SETTINGS > DIGITAL SERVO, y en el segmento APC para los ejes X, Y y Z, se insertó el número 1 para restablecer las referencias. Se verificó que las alarmas "DS0300 (X, Y, Z) APC ALARM: NEED REF RETURN" desaparecieran (Ver anexo 15).
4. Solución del error "AIR PRESSURE LOW ALARM": Inicialmente, se conectó el compresor al regulador de aire de alta presión, pero el error persistía. Tras revisar el compresor, se encontró que la boquilla de la válvula reguladora de presión estaba rota (Ver anexo 16), por lo que se quitó y se conectó directamente la manguera, desapareciendo el error.
5. Adquisición de componentes faltantes: Se identificaron los componentes faltantes necesarios para la operación completa de la máquina: una tarjeta de memoria, un adaptador PCMCIA y un lector de tarjetas USB (Ver anexo 17). Estos componentes se compraron en Estados Unidos y se importaron, ya que no se encontraban disponibles en el país.
6. Calibración de sensores del brazo cambia herramienta, con una llave hexagonal se desarmó el área donde se encontraban los sensores para poder colocarlos en su posición original tomando como guía las líneas de referencia de cada sensor, posterior a ello se cambió un solenoide que no funcionaba, el cual se encontraba en la parte posterior de la máquina (Ver anexo 18)
7. Se llevó a cabo un proceso de limpieza exhaustiva de la carcasa del activo. Se removió el óxido presente en la bancada y los carros mediante procedimientos de limpieza mecánica. Posteriormente, se aplicó lubricación en los carros para garantizar su correcto desplazamiento. Finalmente, se realizó la remoción de toda la viruta acumulada en el interior del activo, con el objetivo de evitar daños futuros y facilitar su correcto funcionamiento. (Ver Anexo 18).

Una vez completados todos estos pasos y obtenidos los componentes faltantes, se logró restablecer el estado de disponibilidad del centro de mecanizado vertical CNC para su correcto funcionamiento.

Resultados del Check list del estado técnico de máquina posterior

A través del check list de verificación posterior, se determinó que el activo se encuentra en un estado técnico bueno, con un 96% de los sistemas funcionando de manera

adecuada. Estos resultados se presentan después de realizar la puesta a punto de la máquina (Ver Anexo 19).

Figura 10

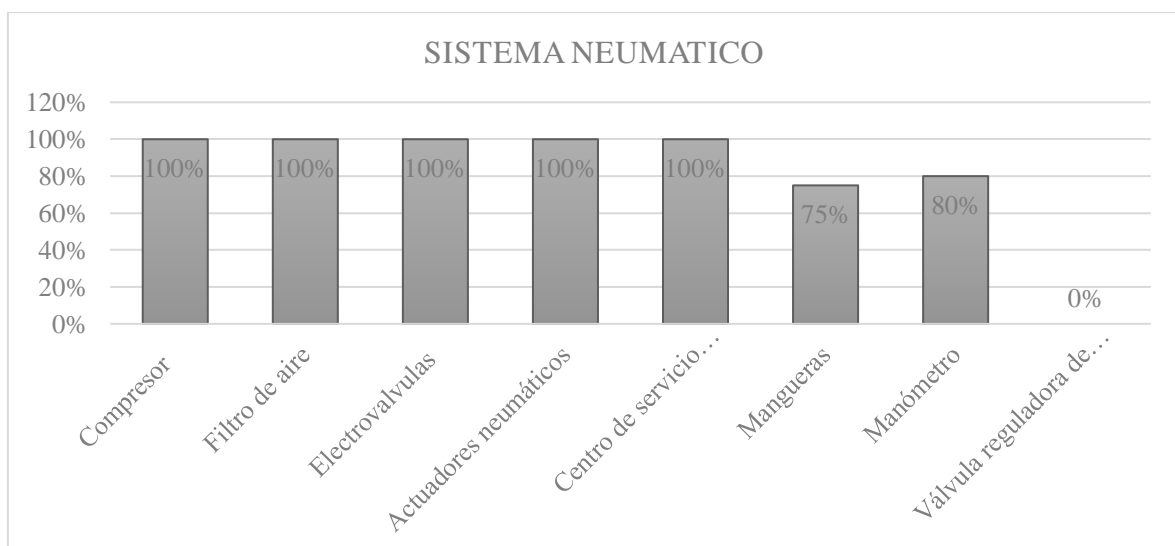
Estado Técnico por sistemas posterior a la puesta a punto



Este diagrama de barras es una representación gráfica del estado técnico de cada sistema del equipo en el cual se puede observar que el sistema mecánico, eléctrico, electrónico, evacuación, lubricación, seguridad, refrigeración y de soporte y posicionamiento se encuentran al 100%, es decir en un estado técnico bueno o ideal para su funcionamiento, por otro lado se determinó que el sistema neumático presenta un 75% de su estado técnico, esto quiere decir que este sistema se encuentran en un estado regular.

Figura 11

Estado Técnico por componentes del sistema neumático



Este diagrama de barras es una representación gráfica del estado técnico de cada componente del sistema de sistema neumático del equipo en el cual se puede observar que el compresor, filtro de aire, regulador de presión, electroválvulas, actuadores neumáticos, centro de servicio, se encuentran al 90%, es decir que tienen un estado técnico bueno o ideal para su funcionamiento, por otro lado se determinó que el manómetro está en 80%, ya que no da la capacidad de medida para la presión que suministra el compresor, la manguera está en un 75% lo que nos indica que su estado técnico es regular, esto da por que las mangueras presentaban corrosión y oxido en su interior . El estado técnico de la válvula reguladora de presión es de un 0%, esto quiere decir que este componente está en muy mal estado, ya que se detectó una rotura en la boquilla.

Comparación de check list

Se realizó una comparación entre los gráficos de barras que representan los resultados de los check list previo y posterior, en los cuales se evaluaron los distintos sistemas del activo en cuestión.

En el check list previo, se evidenció que los sistemas: eléctrico, mecánico y de soporte y sujeción no se encontraban en condiciones óptimas para operar al 100% de su capacidad, existiendo el riesgo de posibles daños a la máquina, lo cual impedía el correcto funcionamiento del activo. En el caso del sistema neumático, se constató que no se encontraba operativo o funcional en absoluto, requiriendo atención inmediata.

Tras la realización de las tareas de puesta a punto, se obtuvo un aumento en el estado técnico de cada uno de los sistemas hasta alcanzar el 100% de operatividad en todos ellos, a excepción del sistema neumático, el cual aumentó hasta un 75%. Este valor del 75% para el sistema neumático se considera adecuado para su correcta operación y permitió que la máquina quedara en condiciones operativas.

RCM

La metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) se aplicó al activo de estudio con el objetivo principal de identificar y priorizar los componentes más críticos, aquellos con mayor riesgo potencial de fallas. Esto permitirá enfocar los esfuerzos de mantenimiento en dichos componentes, minimizando el impacto negativo en la maquinaria, los productos y la seguridad de los operadores. A continuación, se evidenciará los resultados obtenidos mediante metodología RCM:


Taxonomía

Mediante la fca de taxonomía se determinó que el centro de mecanizado CNC analizado pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo, ubicado en la nave de la Facultad de Ingeniería Industrial. Este activo se utiliza con fines académicos y de formación práctica para los estudiantes, lo que implica condiciones de trabajo y operación diferentes a las encontradas en una empresa manufacturera convencional. Los operadores son estudiantes en diferentes niveles de formación, supervisados por docentes y personal

técnico capacitado. Esto requiere procedimientos estandarizados y rigurosos para garantizar un correcto aprendizaje y minimizar riesgos.

Tabla 4

Taxonomía

	Universidad Nacional de Chimborazo	Código	UNACH-NII-TX-001
	Taller de Máquinas y Herramientas	Versión	1
	(Nombre de la maquina)	Fecha	3/4/2024
Taxonomía			
Realizado por:	Ordoñez - Ortega		
Características Generales			
Máquina - Equipo	Centro de mecanizado	Ubicación:	Nave de Ingeniería Industrial
Fabricante	Chevelier	Sección:	Mecanizado
Modelo	QPL-1620L	Código Inventario	UNACH-NII-CM-001
Nivel Taxonómico	Jerarquía Taxonómica		Definición
1	Industria		Educación
2	Categoría de Negocio		Universidad Nacional de Chimborazo
3	Categoría de Instalación		Nave de Ingeniería Industrial
4	Categoría de Planta / Unidad		Mecanizado
5	Sección / Sistema		Mecanizado CNC
6	Clase de Equipo / Unidad		Centro de mecanizado CNC
7	Sub -Unidad		Sistema Mecánico
8	Componente/ ítem mantenible		Husillo
9	Pieza		Rodamiento
Revisado por:		Aprobado por:	Elaborado por:
Ing. Diego Iguasnia		Ing. Luis López	Ordóñez - Ortega

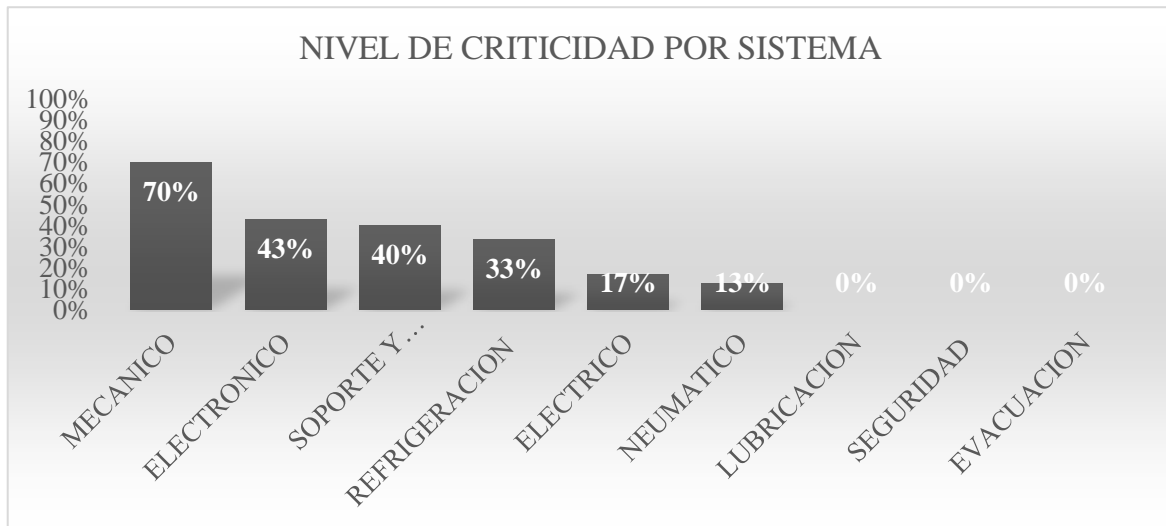
Análisis de criticidad cualitativo

El análisis de criticidad cualitativo realizo un desglose del activo por sistemas, subsistemas, y componentes teniendo en cuenta su codificación. Esta metodología evaluó parámetros como: impacto ambiental, seguridad, calidad, periodo operativo, entregas, fiabilidad y mantenibilidad. Con base en esta evaluación, se realizó una ponderación categorizando los componentes como A, B o C (Ver Anexo 20).

Se identificaron los sistemas y componentes más críticos del equipo con el fin de determinar cuáles deben recibir prioridad en el mantenimiento. Esto proporciona una base sólida para avanzar al siguiente paso de la metodología RCM.

Figura 12

Nivel de criticidad por sistemas

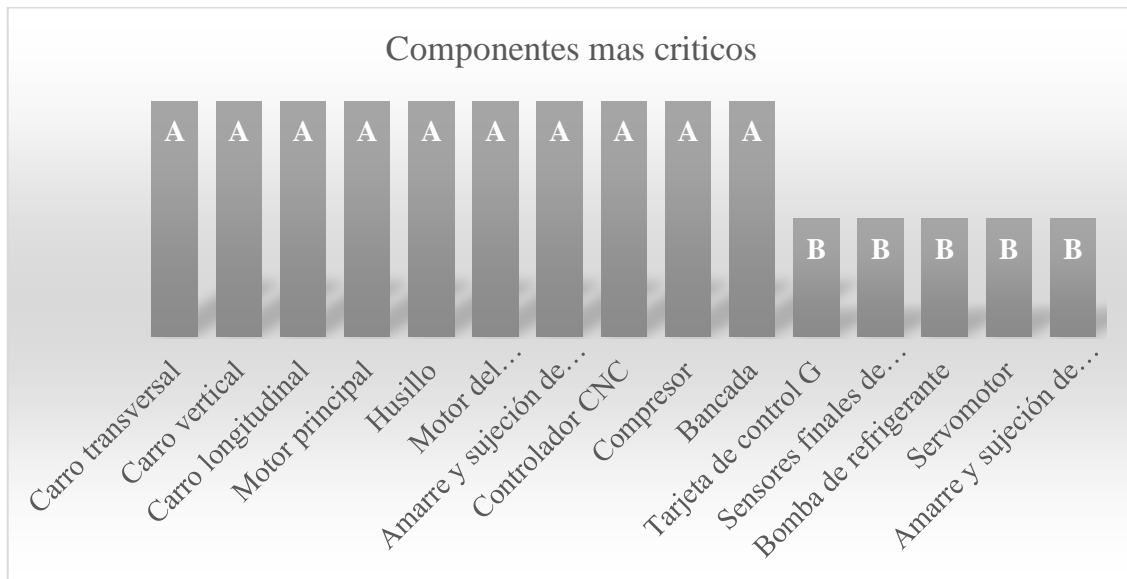


Tras analizar el diagrama de barras, se destaca que el sistema mecánico posee el nivel más alto de criticidad, con un 70%. Es decir, en caso de fallo de algún componente en dicho sistema, existe una alta probabilidad de que el activo se deshabilite, lo que podría resultar en costos de mantenimiento significativos debido a que sus componentes son clasificados como A o B. Además, se encuentra el sistema electrónico con un nivel de criticidad del 43%, seguido por el sistema de soporte y refrigeración, con niveles del 40% y 33% respectivamente. Estos niveles más bajos indican que, en caso de fallo, su impacto en el funcionamiento del equipo sería menos relevante. Es importante señalar que los sistemas de lubricación, seguridad y evacuación presentan niveles de criticidad más bajos, lo que implica que carecen de componentes clasificados como A o B.

En la siguiente tabla se especifica los componentes más críticos y su categoría (Ver Anexo 21).

Figura 13

Resultados análisis de criticidad cualitativo



Nota: Para los resultados, solo se consideraron las categorías A, que significa crítico, y B, que significa importante, dejando de lado la categoría C de menor criticidad.

Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF)

1. Se llevó a cabo una taxonomía detallada del activo, abarcando su contexto operacional.
2. Se efectuó un análisis de criticidad para identificar los componentes críticos y muy críticos. A partir de ese punto, se inició el desarrollo del AMEF.
3. Se identificaron los modos de falla en cada uno de los componentes significativos que podrían ocasionar que dejaran de cumplir su función requerida.
4. Se determinaron los efectos que generarían los modos de falla, teniendo en cuenta que un modo de falla puede tener más de un efecto.
5. Además, se determinó la severidad, también conocida como gravedad del modo de fallo potencial, clasificándose usualmente del 1 al 10 según una tabla establecida.
6. Se identificaron las causas de los modos de falla, es crucial para comprender por qué ocurren los fallos en un sistema.
7. Se determinó el índice de ocurrencia o la probabilidad de que ocurra un fallo debido a la causa identificada. Al igual que la severidad, se clasificó del 1 al 10.
8. Se examinaron los procedimientos, acciones, mecanismos o pruebas que se emplean actualmente para controlar que las fallas se generen y afecten al activo.
9. Se asignó el grado de detección de cada control, es decir, la capacidad de los controles para detectar una causa o modo de falla antes de que afecte al equipo, utilizando una escala del 1 al 10 para calificar el grado de detección.
10. Finalmente, se calculó el Número de Prioridad de Riesgo multiplicando el grado de severidad, ocurrencia y detección. El NPR permitió priorizar los riesgos y enfocarse en los más críticos.

Tabla 5

Resultados AMEF

Sistema	SUB-SISTEMA	Componente	Codificación	MODO DE FALLA	NPR	
SISTEMA MECANICO	Estructura	Bancada	CM-SM-B-001	Deformación estructural	90	Bajo
	Desplazamiento	Carro transversal	CM-SM-CT-004	Perdida del sistema de referencia	280	Medio
				Exceder los límites de carrera	90	Bajo
		Carro vertical	CM-SM-CV-005	Perdida del sistema de referencia	280	Medio
				Exceder los límites de carrera	90	Bajo
		Carro longitudinal	CM-SM-CL-006	Perdida del sistema de referencia	280	Medio
				Exceder los límites de carrera	90	Bajo
		Guías Lineales	CM-SM-GL-007	Atascamiento	96	Bajo
				Desgaste de las guías	56	Bajo
	Husillo	Motor principal	CM-SM-MP-008	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	147	Medio
				Sobrecalentamiento	135	Medio
		Husillo	CM-SM-H-009	Desalineamiento del husillo	126	Medio
				Rotura del husillo	12	Bajo
		Motor del portaherramientas	CM-SM-MPH-011	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	147	Medio
				Sobrecalentamiento	135	Medio
	SISTEMA DE SOPORTE Y POSICIONAMIENTO	Mesa	Amarre y sujeción de pieza	CM-SSP-ASP-001	Desgaste de mordazas	81
almacén de herramientas		Amarre y sujeción de herramienta	CM-SSP-ASH-005	Falla de referencia de holders	135	Medio
				Fallo en el sistema	30	Bajo

				neumático			
				Desalineación	128	Medio	
SISTEMA ELECTRONICO	Control numérico	Controlador CNC	CM-SE-CCN-001	Errores de mecanizado	126	Medio	
				Error de software	96	Bajo	
	Tarjeta de control G	CM-SE-TG-002		Virus	140	Medio	
				Fallos de memoria	150	Medio	
	Sensores	Sensores finales de carrera	CM-SE-SFC-006		Fallo en la detección de límites	72	Bajo
					Descalibración de los sensores	128	Medio
SISTEMA NEUMATICO	Alimentación	Compresor	CM-SN-CO-001	Fugas en juntas, sellos o líneas de aire comprimido.	140	Medio	
SISTEMA NEUMATICO SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Alimentación Distribución	Compresor Centro de servicio (Unidad de mantenimiento)	CM-SN-CO-001 CM-SN-CS-007		Desgaste excesivo de pistones, anillos de pistón, válvulas y cilindros.	84	Bajo
					Temperatura excesiva en el compresor.	96	Bajo
					contaminación en el sistema neumático	140	Medio
					No se puede realizar los cambios de herramienta	18	Bajo
	Aceite	Cañería de lubricación	CM-SL-CL-003		Corrosión de tuberías	108	Bajo
SISTEMA ELECTRICO	Potencia y accionamiento	Servomotor	CM-SE-SM-005	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	147	Medio	
SISTEMA ELECTRICO	Potencia y accionamiento	Servomotor	CM-SE-SM-005	Sobrecalentamiento	135	Medio	

Diagrama de decisión RCM

Después de identificar los componentes con alto y medio Número Prioritario de Riesgo (NPR) mediante el AMEF, se aplicó el árbol de decisión propuesto por la metodología RCM a estos componentes críticos del centro de mecanizado CNC. Este diagrama de decisión sistemático permitió determinar el tipo de mantenimiento más adecuado y las estrategias específicas a implementar, considerando las consecuencias de las fallas potenciales. (Ver Anexo 22).

Mediante la aplicación del árbol de decisión RCM, se determinaron las estrategias de mantenimiento más adecuadas para los componentes identificados con alto y medio Número Prioritario de Riesgo (NPR). De los componentes analizados, se estableció que 12 requieren un reacondicionamiento cíclico, es decir realizar de tareas de mantenimiento preventivo a intervalos regulares, como inspección, limpieza, ajuste y sustitución de piezas desgastadas.

Además, se identificaron 4 componentes que necesitan sustituciones cíclicas debido al fin de su vida útil, recomendando su reemplazo completo después de un determinado período de tiempo o cantidad de uso.

Por otro lado, el análisis reveló la necesidad de rediseñar los procesos relacionados con 2 componentes específicos, en estos casos, se requiere una reevaluación y modificación de los procesos involucrados con el objetivo de evitar daños al componente y, por consiguiente, a la máquina.

Tabla 6*Matriz de decisión RCM*

Información de referencia		Tipo de árbol de mantenimiento según decisión RCM	Estrategia de Mantenimiento	Descripción de actividades de mantenimiento
Componente	Modo de falla			
Carro transversal	Perdida del sistema de referencia	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Revisar, Limpieza y/o reemplazo de baterías
Carro vertical	Perdida del sistema de referencia	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Revisar, Limpieza y/o reemplazo de baterías
Carro longitudinal	Perdida del sistema de referencia	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Revisar, Limpieza y/o reemplazo de baterías
Motor principal	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	Preventivo	Sustitución cíclica	Revisión y reemplazo de cojinetes
	Sobrecalentamiento	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Ventilación adecuada, Realizar mantenimiento periódico y limpieza de residuos de mecanizado o polvo
Servomotor	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	Preventivo	Sustitución cíclica	Revisión y reemplazo de cojinetes
	Sobrecalentamiento	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	ventilación adecuada, Realizar mantenimiento periódico y limpieza de residuos de mecanizado o polvo
Amarre y sujeción de herramienta	Falla de referencia de holders	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Realizar procedimientos de calibración y ajuste de las referencias

	Desalineación	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Realizar procedimientos de calibración y ajuste de las referencias
Husillo	Desalineamiento del husillo	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Realizar ajustes de alineación del husillo siguiendo las instrucciones del fabricante.
Motor del portaherramientas	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	Preventivo	Sustitución cíclica	Revisión y remplazo de cojinetes
	Sobrecalentamiento	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Ventilación adecuada, Realizar mantenimiento periódico y limpieza de residuos de mecanizado o polvo
Controlador CNC	Errores de mecanizado	Detectivo	Rediseño de proceso	Comprobar que los programas NC (códigos G y M) estén correctamente escritos
Sensores finales de carrera	Descalibración de los sensores	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Realizar una calibración periódica de los sensores según las especificaciones del fabricante.
Tarjeta de memory card	Virus	Detectivo	Rediseño de proceso	Revisión de antivirus cada que se vaya a colocar la tarjeta al activo
	Fallos de memoria	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Eliminar regularmente archivos que no se utilicen.
Compresor	Fugas en juntas, sellos o líneas de aire comprimido.	Preventivo	Sustitución cíclica	Reemplazar las juntas y sellos desgastados o dañados.
	Contaminación en el sistema neumático	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Drenar y purgar regularmente los tanques de aire comprimido

Tabla 7*Descripción del producto*

Descripción del producto	
Nombre del producto	Matriz de inyección de polímeros
Descripción	El molde de inyección es una herramienta esencial para la fabricación de vasos de plástico mediante el proceso de inyección. Está diseñado para producir vasos con las siguientes dimensiones: altura 120 mm, diámetro de la base 66 mm, diámetro del orificio superior 88 mm, y un grosor de pared de 1 mm. Está compuesto por dos mitades (macho y hembra) que conforman la cavidad con la forma exacta del vaso al unirse. Cuenta con canales de alimentación, conductos de refrigeración, expulsores y otros componentes necesarios para el correcto llenado y desmoldeo de la pieza plástica.
Condiciones de Almacenamiento	El molde debe almacenarse en un ambiente limpio, seco y libre de humedad para evitar la corrosión. Se recomienda recubrirlo con un aceite anticorrosivo y envolverlo en una lona o plástico protector. La temperatura óptima de almacenamiento es entre 15°C y 25°C.
Vida Útil	Con un mantenimiento y manejo adecuados, un molde de inyección de acero AISI H13 puede tener una vida útil de varios años, dependiendo de factores como el material a inyectar en este caso MOPLEN HP648T, la cantidad de ciclos de inyección, la calidad del mecanizado, entre otros.
Indicaciones de Manejo	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular el molde con cuidado, evitando golpes o caídas que puedan dañar las superficies mecanizadas. • Realizar un correcto montaje y alineación en la máquina de inyección. • Aplicar agentes desmoldantes como ceras o de silicona concentrada de alta resistencia y lubricantes recomendados por el fabricante. • Realizar mantenimiento preventivo y limpieza periódica
Consumidor Meta	Empresas dedicadas a la fabricación de productos plásticos mediante el proceso de inyección, especialmente aquellas enfocadas en la producción de vasos desechables o reutilizables de polipropileno (PP).

Modo de Uso	<p>El molde se instala en una máquina de inyección de plástico, asegurándose de que esté correctamente alineado y sujeto. Luego, se programa el ciclo de inyección con los parámetros adecuados de temperatura, presión y tiempo de llenado para el material MOPLen HP648T. Durante el ciclo, este polipropileno fundido es inyectado a presión dentro de la cavidad del molde, donde se enfría y solidifica tomando la forma del vaso con las dimensiones especificadas. Finalmente, el molde se abre y el vaso es expulsado mediante los expulsores.</p>
-------------	--

Descripción de las partes del molde

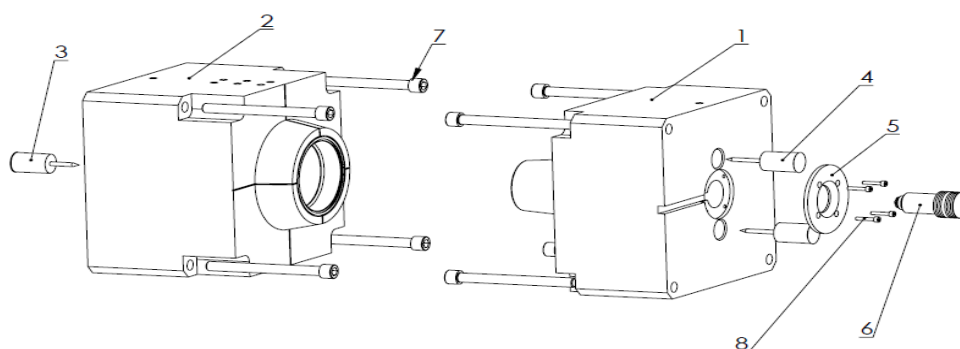


Tabla 8

Descripción de las partes del molde

Composición		
Componentes	Cantidad	Función
Placa fija/Núcleo	1	Contiene la mitad fija del molde y los núcleos que forman la parte interior de las piezas inyectadas.
Placa móvil/Cavidad	1	Contiene la mitad móvil del molde y las cavidades que forman la parte exterior de las piezas inyectadas.
Válvula cavidad	1	Controla el flujo de material plástico fundido hacia las cavidades
Válvula expulsora	2	Controla el movimiento de los expulsores
Anillo centrador	1	Guía y alinea correctamente la placa móvil con la placa fija cuando se cierra el molde.
Boquilla canal caliente	1	Boquilla calefactada que mantiene el material plástico fundido a la temperatura adecuada durante la inyección.
Tornillo Allen M12x120	8	Se utiliza para ensamblar y sujetar componentes del molde, como placas y postizos.
Tornillo Allen M4x20	4	Se utiliza para ensamblar y sujetar componentes más pequeños del molde, como insertos y anillos

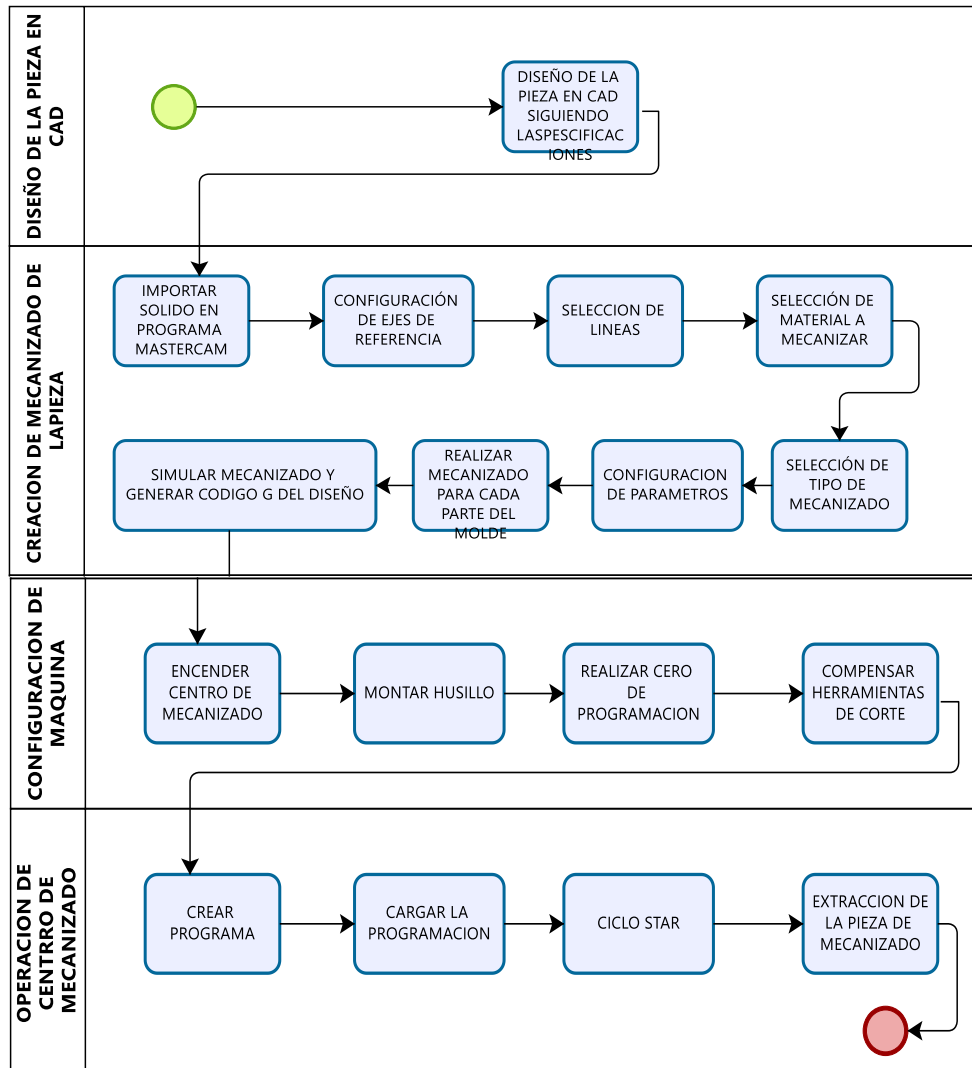
Tabla 9

5M

5M	
Máquina	<ul style="list-style-type: none"> • Centro de mecanizado CNC Fanuc Oi-MD, modelo QP1620-L • Software CAD (SOLID WORK) para el diseño 3D • Software CAM Mastercam para la programación de trayectorias de mecanizado • Software CIMCO para generar y editar códigos G • Software SSCNC para simulación previa del mecanizado
Método:	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanizado CNC de alta velocidad y precisión • Estrategias de desbaste, semiacabado, acabado, planeado, taladrado y vaciado • Preparación de la pieza: sujeción con mordazas, alineación con sistema de coordenadas • Simulación virtual de mecanizado • Generación de código G • Verificación y medición final de la pieza mecanizada
Mano de Obra:	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero/Diseñador CAD/CAM para modelado 3D y programación CAM • Estudiante como operador del centro de mecanizado CNC • Docente como supervisor
Medioambiente:	<ul style="list-style-type: none"> • Taller de mecanizado con extracción de virutas • Área de almacenamiento con estanterías metálicas • Seguridad • Equipos de protección personal (EPP) como gafas, protectores auditivos, guantes, calzado de seguridad • Capacitación en seguridad industrial y operación de máquinas
Materia Prima:	<ul style="list-style-type: none"> • Acero AISI H13 para el bloque del molde • Herramientas de corte (fresas, brocas) de metal duro • Fluidos de corte y refrigeración

Figura 14

Diagrama general de proceso de para elaborar el molde de inyección




Nota. Elaborado por autores

PEPSU

El desarrollo de la matriz permitió identificar a los proveedores clave que suministran las entradas fundamentales requeridas: diseñadores CAD para el diseño 3D, proveedores de materiales (AISI H13) y herramientas de corte (Fresa madre, Reloj verificador, Broca de centros, Fresa Diam. 10), y desarrolladores de software CAM para la programación. El proceso de mecanizado consta de etapas críticas como la programación, configuración del centro de mecanizado, transferencia de la programación y el mecanizado propiamente dicho. Como salida final, se obtiene la matriz de inyección mecanizada según las especificaciones requeridas, siendo este el producto resultante entregado a los clientes.

Tabla 10

SIPOC del proceso de mecanizado

		Proceso de mecanizado			Versión:	1			
		Alcance:			Código:	UNACH-NI-PS-001			
		Responsable:		Ing. Luis López	Fecha:	7/05/2024			
P	Proveedores	E	Entradas	P	Proceso	S	Salidas	U	Usuario
	Diseñador CAD (SolidWorks)		Especificaciones de la pieza		Diseño de la pieza en SolidWorks		Pieza diseñada en CAD		Estudiantes
	Proveedor Software CAM (Mastercam)		Pieza diseñada en CAD		Transferir a Mastercam en formato IGS.		Pieza en formato CAM		Estudiantes
	Proveedor Software CAM (Mastercam)		Pieza en formato CAM		Creación del mecanizado de la pieza		Generación de códigos G del mecanizado		Estudiantes
	Proveedor memory Card		Códigos G del mecanizado		Transferencia de códigos a memoria del CNC		Códigos G guardados en la memoria del CNC		Estudiantes
	Proveedor de materiales y herramientas de corte		Herramientas de corte compensadas		Mecanizado de la pieza		Pieza mecanizada		Docente encargado

Manual de procedimientos

Se realizó un manual de procedimientos detallado de operaciones básicas de mecanizado y el proceso para la elaboración de moldes de inyección. Este manual comprende una descripción secuencial y precisa de todas las actividades involucradas, desde el diseño y programación de los moldes hasta el mecanizado.

Para cada etapa del proceso, se especifican los recursos necesarios, los responsables encargados, la documentación y registros requeridos. El manual cuenta con diagramas de flujo que representan gráficamente el flujo completo de los procedimientos, facilitando la comprensión visual de las diferentes etapas. También se incorpora un glosario con las definiciones de términos técnicos y específicos utilizados.

La elaboración de este manual de procedimientos permite estandarizar las actividades, promover la eficiencia y calidad en la elaboración de moldes de inyección, y servir como una guía detallada para el personal involucrado en el proceso.

El manual completo, se encuentra disponible en el Capítulo VI, la propuesta de esta investigación.

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se diseñó e implementó un proceso industrial para elaborar moldes de inyección empleando máquinas CNC. Mediante la puesta a punto de la máquina, logrando obtener un estado técnico del 95%, se realizaron manuales de procedimientos detallados que abarcan desde operaciones básicas hasta la fabricación específica de moldes de inyección para vasos plásticos. Contribuyendo a la estandarización del proceso y a la formación práctica en tecnologías de mecanizado avanzadas para los estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad Nacional de Chimborazo

Se evaluó del estado técnico del centro de mecanizado vertical CNC mediante listas de verificación previa y posterior al mantenimiento correctivo, permitió identificar que el sistema neumático se encontraba completamente inoperativo, mientras que el sistema mecánico presentaba un 67%, el eléctrico un 75%, el electrónico un 75% y el de soporte y sujeción un 50% de operatividad. Tras las acciones correctivas realizadas, todos los sistemas lograron alcanzar un 100% de operatividad, a excepción del sistema neumático que quedó en 75%, considerado aceptable para su correcto funcionamiento. Esta evaluación permitió determinar que las fallas en los sistemas neumático, mecánico, eléctrico, electrónico y de soporte fueron los principales factores que mantuvieron inicialmente al activo en estado de indisponibilidad.

Se determinó las estrategias y tipo de mantenimiento para el activo mediante la aplicación de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) que permitió identificar los componentes críticos del centro de mecanizado vertical CNC. El análisis de criticidad cualitativo reveló que el sistema mecánico posee el mayor nivel de criticidad con 70%, seguido por el sistema electrónico con 43%, el de soporte con 40% y el de refrigeración con 33%. Se determinaron los modos de falla y se priorizaron los componentes de mayor y mediano riesgo mediante el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE). Posteriormente, a través del diagrama de decisión RCM, se establecieron las estrategias de mantenimiento óptimas, incluyendo reacondicionamiento cíclico para 12 componentes, sustituciones cíclicas para 4 componentes y rediseño de procesos para 2 componentes. Estas acciones permitirán asegurar un mantenimiento adecuado, anticipar fallas potenciales y minimizar su ocurrencia, contribuyendo a maximizar la disponibilidad y confiabilidad del activo.

Se desarrolló 4 manuales de procedimientos que abarquen las operaciones básicas de mecanizado, el manejo de programas de mecanizado CNC, la operación de la máquina CNC y la elaboración de moldes de inyección para un vaso plástico, cubriendo todas las etapas desde el diseño hasta el mecanizado final en centros CNC; lo cual permitirá comprender a cabalidad y replicar óptimamente el flujo de proceso, sirviendo como una valiosa herramienta de apoyo para la educación, capacitación y aseguramiento de la calidad en esta área.

5.2. Recomendaciones

Es conveniente ampliar el inventario de herramientas y portaherramientas disponibles. Contar con una variedad de herramientas de corte y sujeción permitirá realizar procesos de mecanizado más complejos y diversificados, aprovechando al máximo las capacidades del centro de mecanizado CNC (Ver Anexo 24).

Se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya el cambio anual de las baterías del encoder. Esto evitará la pérdida de los parámetros de la máquina y garantizará la precisión y repetibilidad de los movimientos durante el mecanizado.

Es fundamental tomar como referencia el manual de operación del centro de mecanizado CNC al realizar procedimientos de mecanizado. Seguir las instrucciones y recomendaciones del fabricante asegurará una operación segura y correcta del activo, prolongando su vida útil y minimizando riesgos de fallas o daños.

Adicionalmente, se recomienda implementar un programa de capacitación continua para el personal encargado de operar y mantener el centro de mecanizado CNC. Esto asegurará que los operadores y técnicos cuenten con los conocimientos y habilidades necesarios para aprovechar al máximo las capacidades del equipo y realizar los procedimientos de manera adecuada

Se recomienda lubricar el Centro de Mecanizado CNC al menos una vez por semana para asegurar la preservación de los respaldos y el correcto funcionamiento de los sistemas. Esta práctica regular de mantenimiento es crucial para prolongar la vida útil del equipo y garantizar su desempeño óptimo.

6. PROPUESTA



Universidad Nacional de Chimborazo

**Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial**

**Manual de Operación
para el Manejo y
Simulación de Procesos
de Mecanizado en
Centros CNC utilizando
Software CAM**

Elaborado por:

Anthony Ordoñez Jacome


Alejandro Ortega Puenguenan



Introducción


El presente "Manual de Operación para el Manejo y Simulación de Procesos de Mecanizado en Centros CNC utilizando Software Mastercam" ha sido desarrollado como una guía comprensiva para estudiantes de ingeniería industrial, específicamente para la asignatura de máquinas y herramientas. Este documento detalla los procedimientos esenciales para utilizar eficazmente el software Mastercam Design X5 en la preparación, simulación y generación de códigos para procesos de mecanizado CNC.

El manual está estructurado en secciones que cubren desde la importación de diseños CAD y la configuración de ejes de referencia, hasta la selección de materiales, la simulación de operaciones de mecanizado y la generación de códigos G. Cada procedimiento se presenta de manera clara y detallada, incluyendo objetivos específicos, alcance, definiciones clave, responsabilidades, y pasos a seguir, complementados con diagramas de flujo y anexos ilustrativos.

	Manual de procedimiento para Importar diseño CAD en programa CAM y Configurar ejes de referencia	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	1 de 20
		Código:	UNACH-NII-MESP-001

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXO

	Manual de procedimiento para Importar diseño CAD en programa CAM y Configurar ejes de referencia	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	2 de 20
		Código:	UNACH-NII-MESP-001

1. Objetivo

Establecer los pasos a seguir para iniciar el software Mastercam Design X5, ejecutando un archivo existente de diseño CAD y dando la dirección adecuada del modelo de la pieza en el espacio de trabajo.

2. Alcance

Este manual está destinado a estudiantes de ingeniería industrial en la asignatura de máquinas y herramientas. Aplica para todos los usuarios de Mastercam Design X5 que necesiten abrir un archivo CAD y ubicarlo correctamente antes de mecanizar.

3. Definiciones

- **CAD (Diseño Asistido por Computadora):** Utilización de sistemas informáticos para asistir en la creación, modificación, análisis y optimización de diseños.
- **Sistema de referencia:** Conjunto de coordenadas (X, Y, Z) que definen la orientación y posición de los objetos en el espacio de trabajo.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001:2015

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

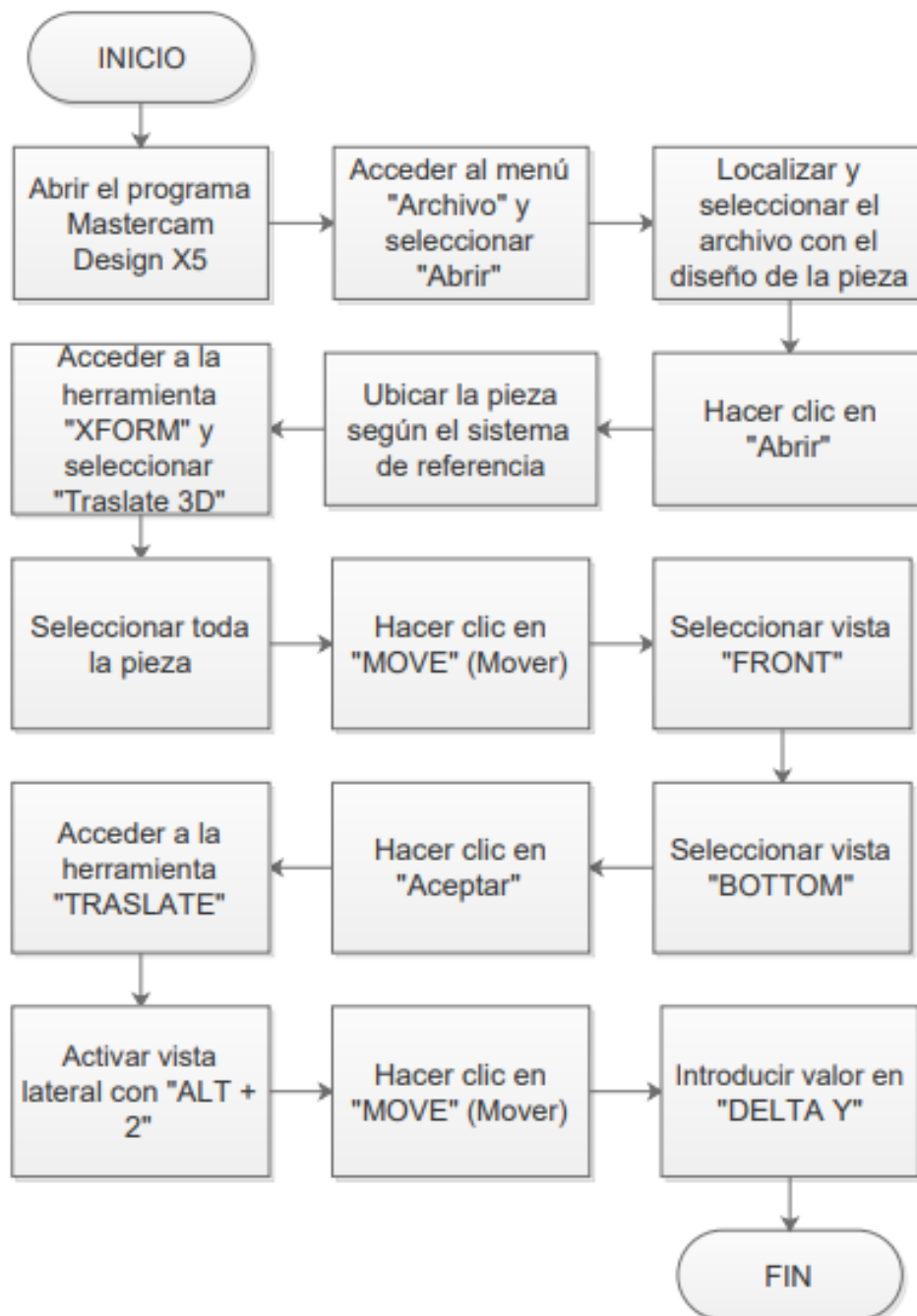
7. Herramientas

Software Master Cam

8. Procedimientos

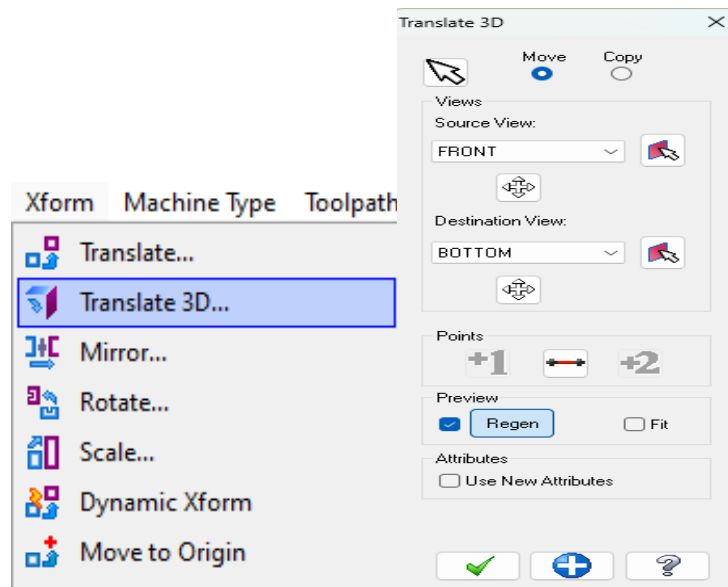
Actividades	Descripción
Abrir el programa Mastercam Design X5	Iniciar el software Mastercam Design X5 en su computadora.
Acceder al menú "Archivo" y seleccionar "Abrir"	Hacer clic en la opción "Archivo" y luego en "Abrir" para buscar y cargar un archivo existente.
Localizar y seleccionar el archivo con el diseño de la pieza	Navegar hasta la ubicación del archivo que contiene el diseño realizado en programas CAD de la pieza y seleccionarlo. *En caso de no tener un diseño realizarlo en el programa, la interfaz es igual a los CAD tradicionales. (SOLID WORKS o AUTOCAD)
Hacer clic en "Abrir"	Confirmar la selección del archivo haciendo clic en "Abrir" para importar el diseño CAD al programa.
Ubicar la pieza según el sistema de referencia	Posicionar el modelo de la pieza en la orientación deseada dentro del espacio de trabajo, de acuerdo con el sistema de referencia establecido x:0, y :0, z:0
Acceder a la herramienta "XFORM" y seleccionar "Traslate 3D"	Hacer clic en "XFORM" y luego en "Traslate 3D" para realizar trasladar tridimensionales al inicio
Seleccionar toda la pieza	Utilizar las herramientas de selección para seleccionar la totalidad del modelo de la pieza.
Hacer clic en "MOVE" (Mover)	Una vez seleccionada la pieza, hacer clic en "MOVE" para iniciar el proceso de traslado.
Seleccionar vista "FRONT"	En la sección "SOURCE VIEW", elegir la vista "FRONT" (Frontal) como referencia.
Seleccionar vista "BOTTOM"	En la sección "DESTINATION VIEW", elegir la vista "BOTTOM" (Inferior) como referencia.
Hacer clic en "Aceptar"	Confirmar los cambios realizados haciendo clic en "Aceptar".
Acceder a la herramienta "TRASLATE"	Hacer clic en la opción "TRASLATE" del menú de herramientas para acceder a las funciones de traslación.
Activar vista lateral con "ALT + 2"	Presionar la combinación de teclas "ALT + 2" para activar la vista lateral del modelo.
Hacer clic en "MOVE" (Mover)	Una vez en la vista lateral, hacer clic en "MOVE" para iniciar el proceso de traslación.
Introducir valor en "DELTA Y"	En el campo "DELTA Y", ingresar el valor numérico necesario para trasladar la pieza hasta que se encuentre en la posición Z: 0.

9. Diagramas de flujo:

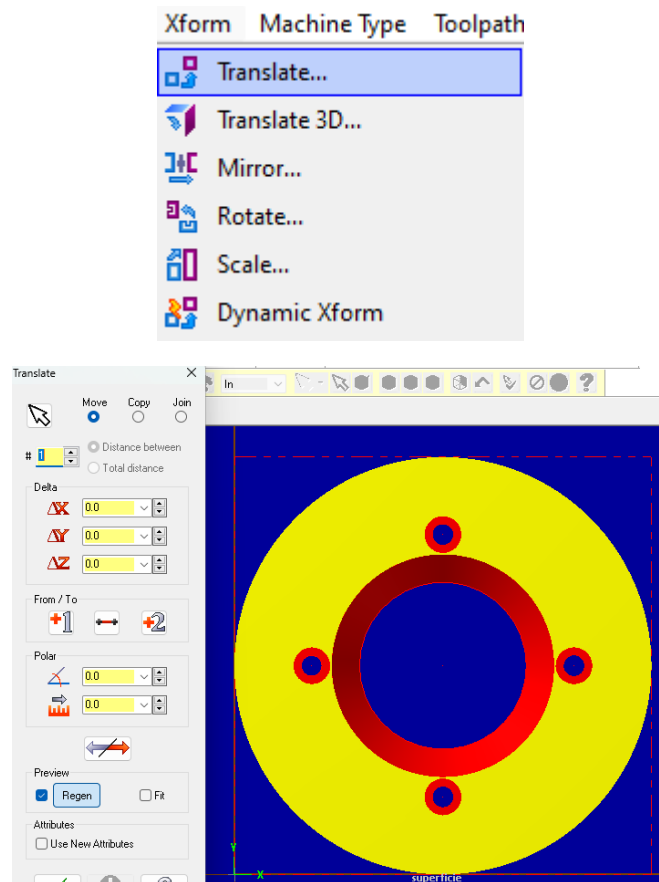



10. Anexos

Anexo 1: Acceder a la herramienta "XFORM" y seleccionar "Traslate 3D"




Anexo 2: Acceder a la herramienta "TRASLATE"



	Manual de procedimiento para Selección de líneas	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	6 de 20
		Código:	UNACH-NII-MESP-002

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para Selección de líneas para mecanizado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	7 de 20
		Código:	UNACH-NII-MESP-002

1. Objetivo

Establecer los procedimientos para crear una nueva capa en el software Master Cam Design X5, asignarle una identificación y color, generar una trayectoria curvilínea en un borde, y seleccionar el contorno y la base de la pieza a mecanizar.

2. Alcance

Este manual está destinado a ser utilizado por estudiantes de carreras de ingeniería, industrial, para la asignatura de máquinas y herramientas. Aplica a todos los usuarios del software CAD/CAM que necesiten crear capas

3. Definiciones

- Capa: Nivel o estrato utilizado para organizar y agrupar elementos de diseño.
- Trayectoria curvilínea: Ruta de herramienta con forma curva utilizada en operaciones de mecanizado.
- Contorno: Perímetro o borde exterior de un componente o pieza.
- Base: Superficie inferior de una pieza sobre la cual se realizan operaciones de mecanizado.
- CAM (Fabricación Asistida por Computadora): Uso de software y sistemas informáticos para programar y controlar operaciones de mecanizado.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001: 2015

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

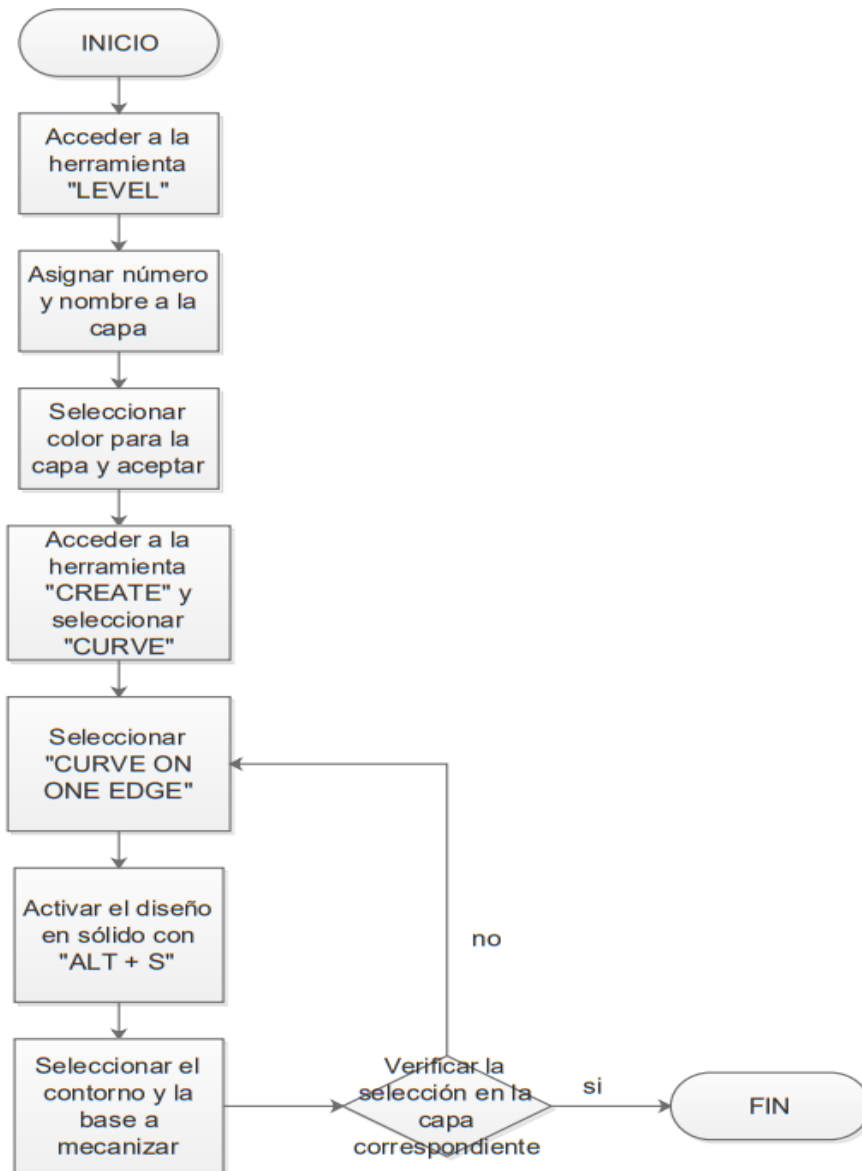
7. Herramientas

Software Master Cam

8. Procedimientos

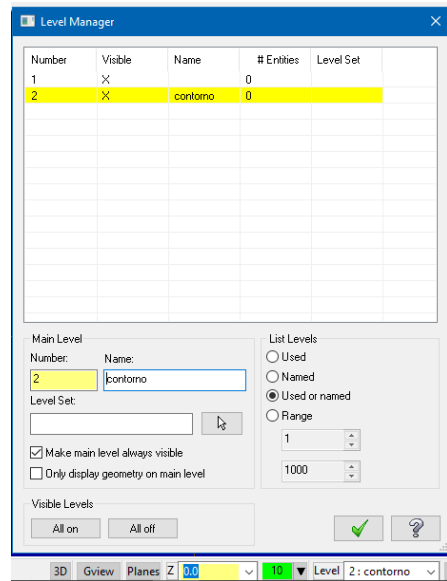
Actividades	Descripción
Acceder a la herramienta "LEVEL"	Hacer clic en la opción "LEVEL" situada en la barra inferior.
Asignar número y nombre a la capa	Ingresa un número y nombre para identificar la capa.
Seleccionar color para la capa y aceptar	Elegir un color para la capa y confirmar la selección.
Acceder a la herramienta "CREATE" y seleccionar "CURVE"	Hacer clic en "CREATE" y luego en "CURVE" para crear una curva.
Seleccionar "CURVE ON ONE EDGE"	Elegir la opción "CURVE ON ONE EDGE" para trazar una curva en un borde.
Activar el diseño en sólido con "ALT + S"	Presionar la combinación de teclas "ALT + S" para visualizar el diseño en modo sólido.
Seleccionar el contorno y la base a mecanizar	Seleccionar el contorno y la base de la pieza que se desea mecanizar.
Verificar la selección en la capa correspondiente	Hacer clic en "LEVEL" y luego en la "X" de la capa para asegurarse de que se seleccionó correctamente el contorno y la base.

9. Diagramas de flujo:

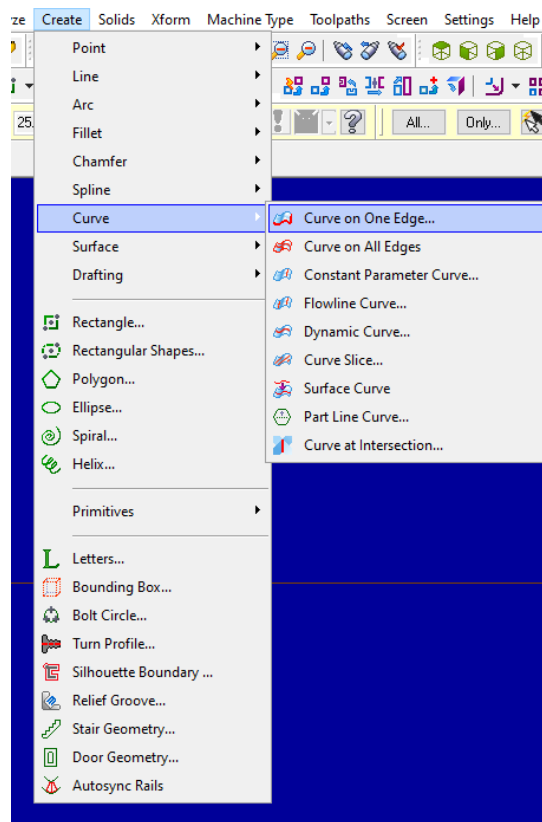



10. Anexos

Anexos 1: Creación de nueva Level (Nivel)




Anexo 2: Selección de Curve on One Edge



	Manual de procedimiento para Selección de material a mecanizar	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	11 de 20
		Código:	UNACH-NII-MESP-003

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para Selección de material a mecanizar	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	12 de 20
		Código:	UNACH-NII-MESP-003

1. Objetivo

Definir los pasos necesarios para acceder al administrador de operaciones, determinar las dimensiones del material a mecanizar en el software CAD/CAM.

2. Alcance

Este manual está destinado a ser utilizado por estudiantes de carreras de ingeniería, industrial, para la asignatura de máquinas y herramientas. Este procedimiento aplica a todos los usuarios del software CAD/CAM que requieran preparar el entorno de trabajo, seleccionar la configuración de máquina adecuada

3. Definiciones

- **Administrador de operaciones:** Interfaz que permite gestionar y configurar las diferentes operaciones de mecanizado.
- **Configuración predeterminada:** Ajustes y parámetros preestablecidos para un tipo específico de máquina y proceso.
- **Propiedades de herramienta:** Características y especificaciones de la herramienta de corte, como diámetro, material, geometría, etc.
- **Material a mecanizar:** Pieza de trabajo o bloque de material que será sometido a operaciones de remoción de material.
- **Entidades:** Elementos geométricos que componen el diseño CAD, como líneas, curvas, superficies, sólidos, etc.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR

- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

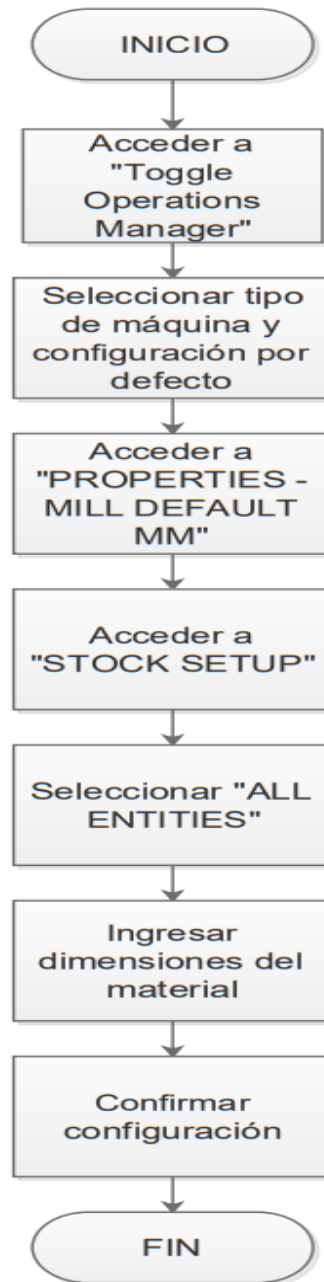
7. Herramientas

Software Master Cam

8. Procedimientos

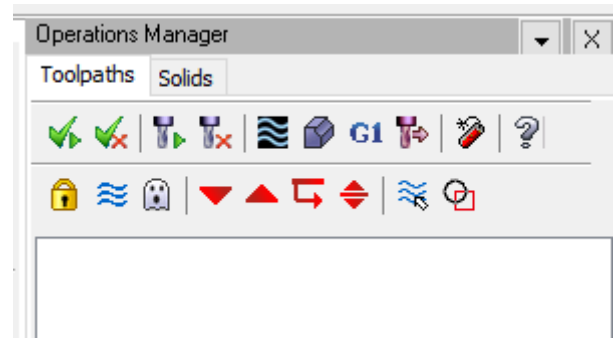
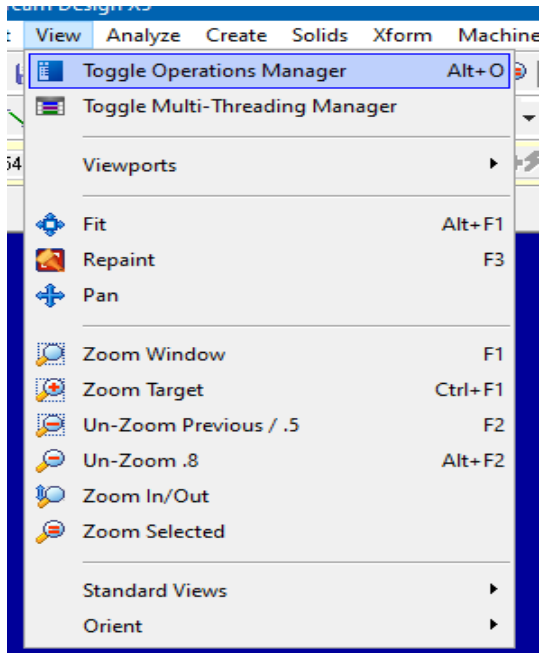
Actividades	Descripción
Acceder a "Toggle Operations Manager"	Hacer clic en el menú "View" y seleccionar "Toggle Operations Manager" para abrir el administrador de operaciones. En caso de no aparecer la barra de herramientas, buscar la opción para mostrarla.
Seleccionar tipo de máquina y configuración por defecto	Hacer clic en "Machine Type", elegir "Mill" y luego "Default" para seleccionar la configuración predeterminada para fresado.
Acceder a "PROPERTIES - MILL DEFAULT MM"	Hacer clic en "PROPERTIES -MILL DEFAULT MM" ubicado en el "Operations Manager" para configurar las propiedades de la herramienta por defecto.
Acceder a "STOCK SETUP"	Hacer clic en "STOCK SETUP" para configurar el material a mecanizar.
Seleccionar "ALL ENTITIES"	Elegir la opción "ALL ENTITIES" para seleccionar todas las entidades del diseño.
Ingresar dimensiones del material	Introducir el ancho, largo y profundidad del material que se va a mecanizar.
Confirmar configuración	Hacer clic en "check" para confirmar la configuración del material.

9. Diagramas de flujo:

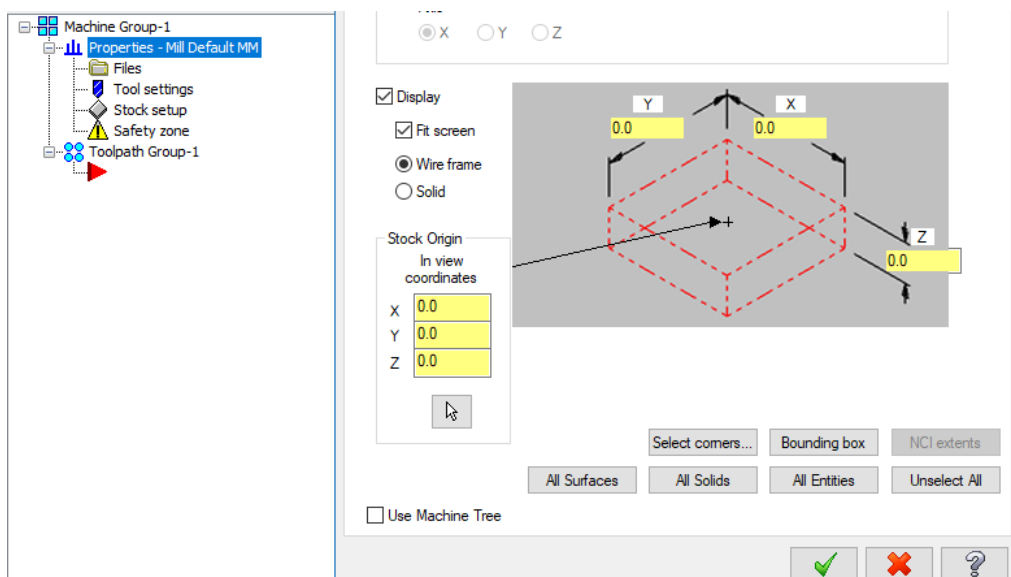
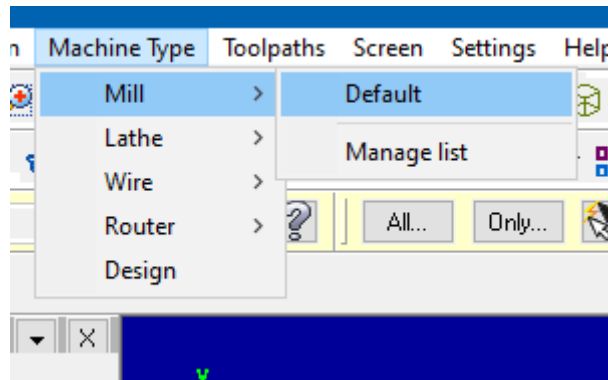



10. Anexos:

Anexo 1: Acceder a Manager de operaciones




Anexo 2: Ingresar dimensiones del material



	Manual de procedimiento para Simular y generar códigos G del mecanizado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	16 de 20
		Código:	UNACH-NII-MESP-004

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para Simular y generar códigos G del mecanizado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	17 de 20
		Código:	UNACH-NII-MESP-004

1. Objetivo

Definir los pasos para iniciar y verificar la simulación de una operación de mecanizado en el software Master Cam, ajustar la velocidad de simulación, comprobar que no existan errores o colisiones

2. Alcance

Este manual está destinado a ser utilizado por estudiantes de carreras de ingeniería, industrial, para la asignatura de máquinas y herramientas. Aplicable a usuarios del software CAD/CAM que requieran simular operaciones de mecanizado previamente programadas, con el fin de verificar su correcto funcionamiento antes de generar el código G.

3. Definiciones

- **Simulación:** Representación virtual del proceso de mecanizado que permite verificar y detectar posibles errores o conflictos antes de la ejecución real.
- **Vista de simulación:** Entorno gráfico que muestra el movimiento de la herramienta y la remoción de material sobre la pieza de trabajo.
- **Código G:** Instrucciones de programación que indican movimientos, coordenadas, planos de trabajo y otras funciones de mecanizado.
- **Archivo .NC:** Archivo de texto que contiene el código G y M para controlar las operaciones en máquinas CNC

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

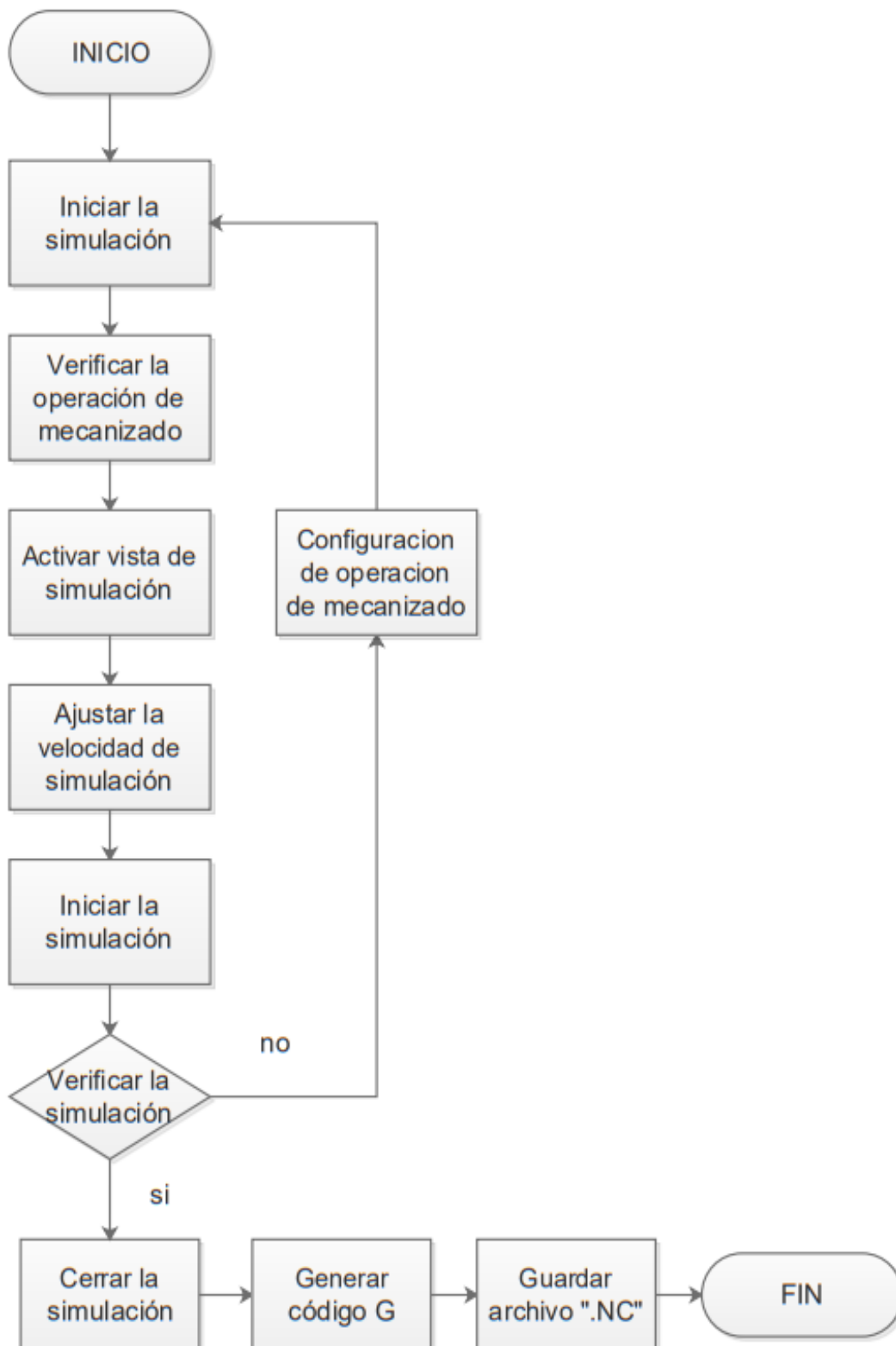
7. Herramientas

Software Master Cam

8. Procedimientos

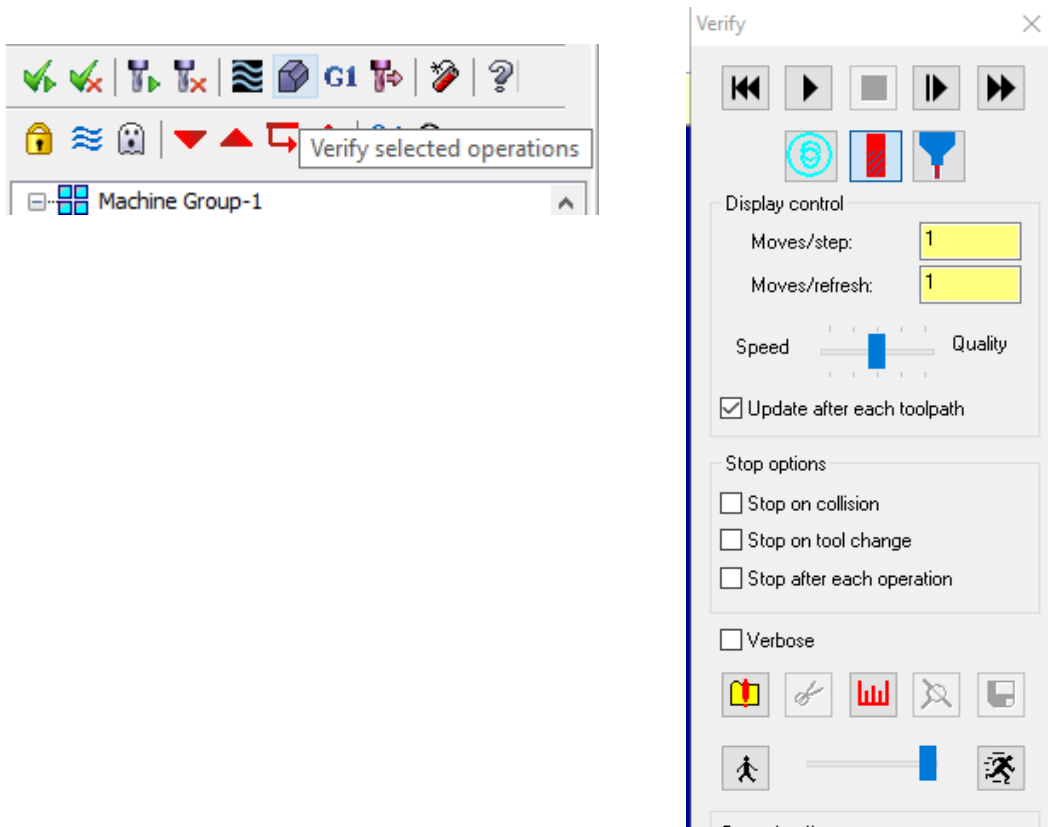
Actividades	Descripción
Iniciar la simulación	Hacer clic en el ícono de "check" con un "play" en la barra del administrador de operaciones.
Verificar la operación de mecanizado	Hacer clic en el ícono "Verify Selected Operation" para verificar la operación de mecanizado.
Activar vista de simulación	Presionar la combinación de teclas "ALT + 7" para activar la vista de simulación.
Ajustar la velocidad de simulación	Hacer clic en el control de velocidad de simulación y ajustar a la velocidad deseada.
Iniciar la simulación	Hacer clic en el ícono "play" para iniciar la simulación del mecanizado.
Verificar la simulación	Verificar que no existan choques o fallas durante la simulación del mecanizado.
Cerrar la simulación	Cerrar la ventana de simulación una vez finalizada la verificación.
Generar código G	Hacer clic en el ícono "G1" y luego en "check" para generar el código G del mecanizado
Guardar archivo ".NC"	Guardar el archivo con el código G generado con la extensión ".NC".

9. Diagramas de flujo:

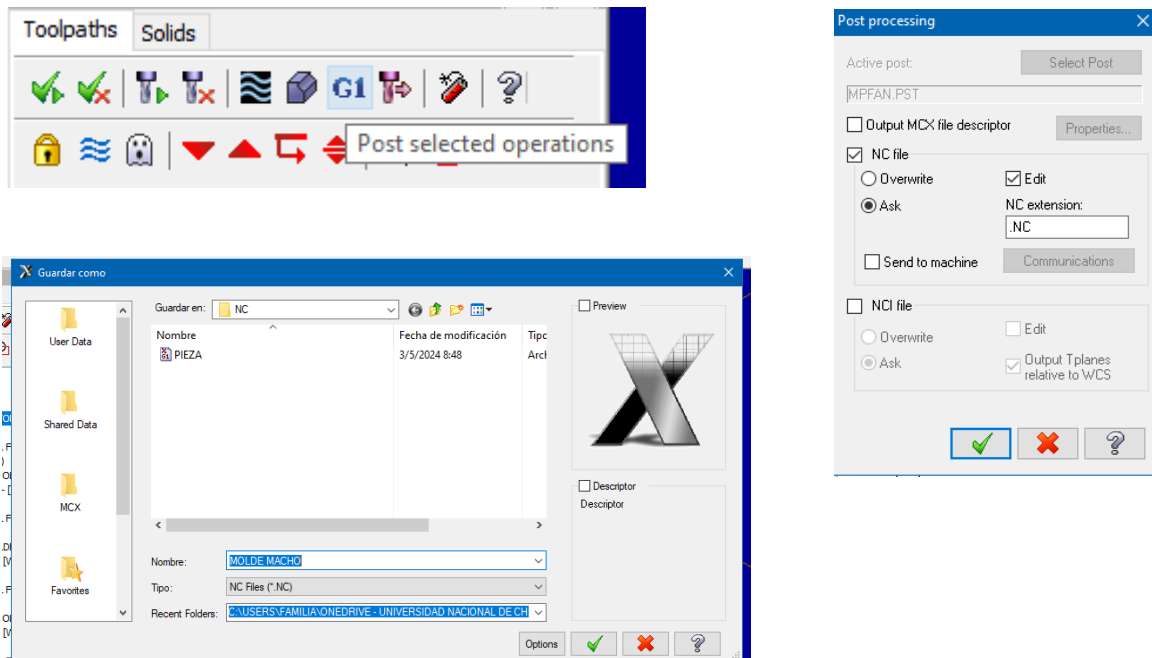


10. Anexo:

Anexo 1: Simulación de mecanizado



Anexo 2: Generación de códigos de programación





Universidad Nacional de Chimborazo

**Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial**

**Manual de
Procedimientos para
Operaciones Básicas en
Centros de Mecanizado
Vertical CNC
utilizando Software
CAM**

Elaborado por:


Anthony Ordoñez Jacome

Alejandro Ortega Puenguenan




INTRODUCCIÓN

Este manual detalla los procedimientos y consideraciones clave para ejecutar de manera óptima las principales operaciones de mecanizado, que incluyen el planeado (remoción de material en superficies planas), contorneado (mecanizado de perfiles exteriores), taladrado (realización de agujeros), vaciado (retirar material del interior de cavidades) y mecanizado de superficies (acabado para lograr un nivel de rugosidad específico). Se abordarán aspectos fundamentales como la preparación del proceso, selección de herramientas y parámetros de corte adecuados, estrategias de mecanizado, así como consideraciones de seguridad y mantenimiento, con el objetivo de brindar una referencia práctica y detallada que permita optimizar la ejecución de estas operaciones básicas de mecanizado y obtener resultados de alta calidad de manera eficiente y segura, dirigido tanto a operadores novatos como expertos.

	Manual de procedimiento para Operación de mecanizado planeado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	1 de 26
		Código:	UNACH-NII-MPB-001

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para Operación de mecanizado planeado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	2 de 26
		Código:	UNACH-NII-MPB-001

1. Objetivo

Definir los pasos para programar una operación de mecanizado de planeado o desbaste facial utilizando el software Mastercam.

2. Alcance

Este manual está destinado a ser utilizado por estudiantes de carreras de ingeniería, industrial, para la asignatura de máquinas y herramientas. Aplicable a usuarios del software CAD/CAM que requieran programar operaciones de planeado o desbaste facial.

3. Definiciones

- **Trayectoria de mecanizado:** Ruta de la herramienta para remover material.
- **Contorno:** Perímetro de la pieza a mecanizar.
- **Herramienta de corte:** Utensilio para remover material por mecanizado.
- **Parámetros de corte:** Valores de velocidad de avance, husillo y condiciones de corte.
- **Profundidad de corte:** Distancia de penetración de la herramienta.
- **Desbaste:** Operación de remoción rápida de grandes cantidades de material.
- **Coordenadas absolutas:** Sistema de referencia de posiciones fijas en el espacio de trabajo.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

7. Herramientas

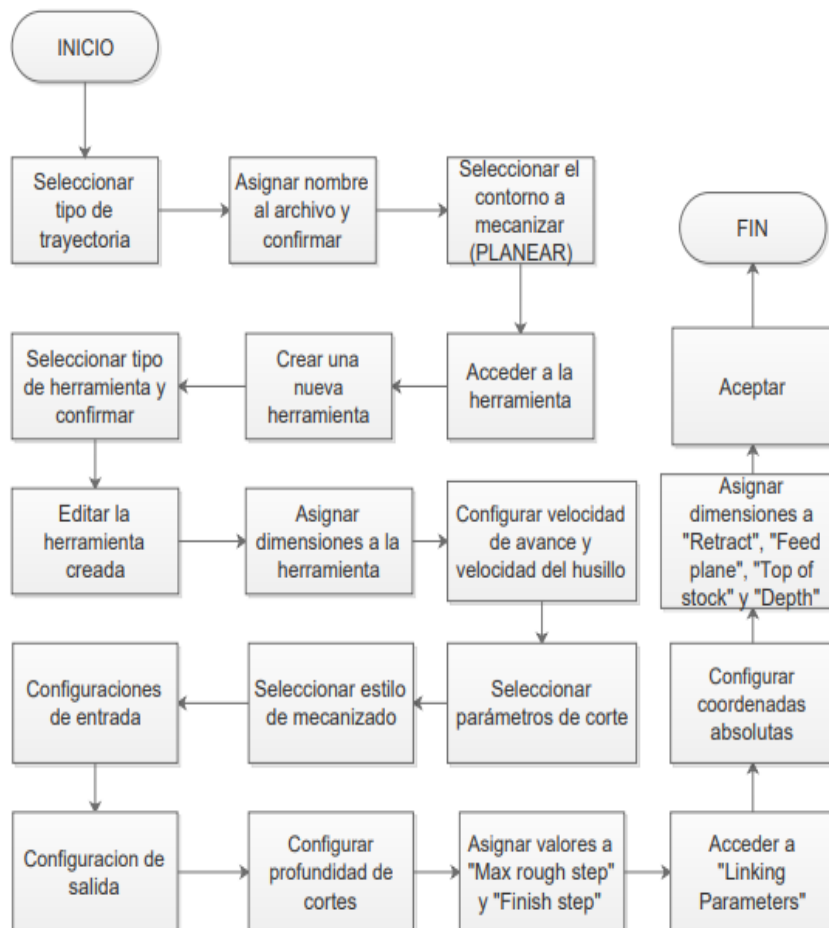
Software Master Cam

8. Procedimientos

Actividades	Descripción
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar " Facing" (planeado)
Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno a mecanizar	Marcar toda la pieza que se va a mecanizar.
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta requerida FACE MILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.
Asignar dimensiones a la herramienta	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones de la herramienta real
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") y a la velocidad del husillo ("spindle speed") se puede ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte.
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "style" y elegir el estilo de mecanizado deseado, por ejemplo, "Zigzag" escoge el que mejor te convenga
Configurar profundidad de cortes	Hacer clic en "Depth Cuts" y seleccionar la casilla correspondiente.
Asignar valores a "Max rough step" y "Finish step"	Ingresar los valores numéricos para el paso máximo brusco "Max rough step" RECUERDA que no sobre pase de 3 mm se podría romper la herramienta o sufrir un gran desgaste y el paso de acabado "Finish step" y "n° finish cuts" escoge el número de pasadas finales.
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.

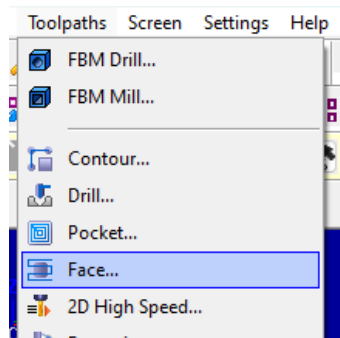
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad). En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar (colocar un valor negativo)
Aceptar	Dar clic en el icono CHECK

9. Diagramas de flujo:

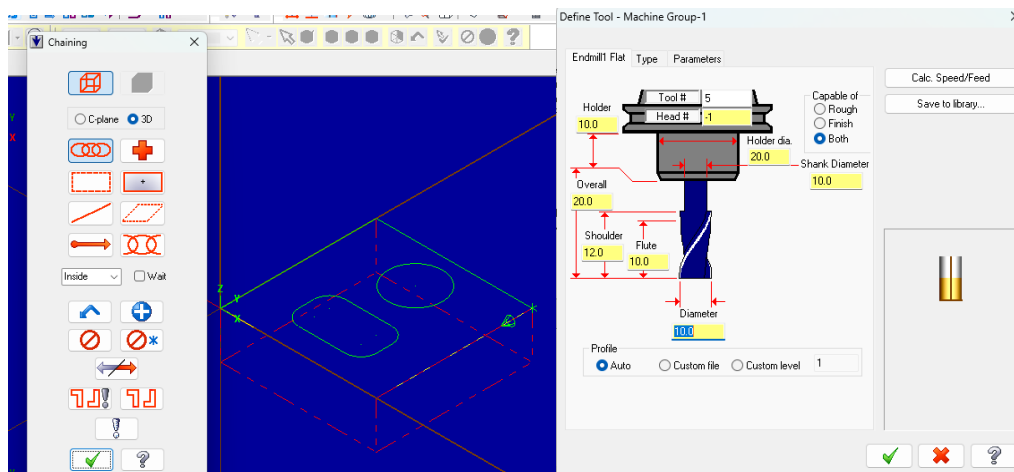


10. Anexos

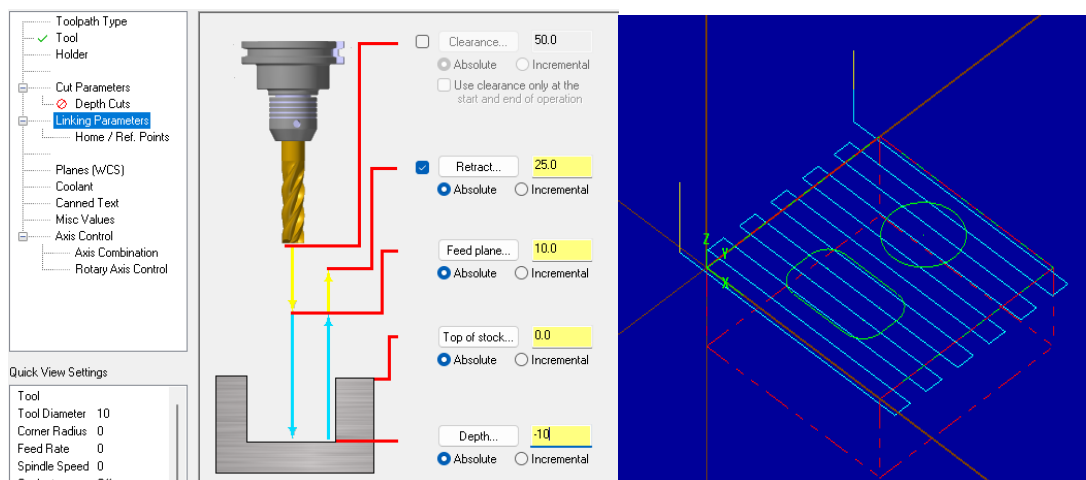
Anexo 1: Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar "Facing" (planeado)




Anexo 2: Marcar toda la pieza que se va a mecanizar, Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones de la herramienta real.




Anexo 3: Establecer "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth" en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.



	Manual de procedimiento para Operación de mecanizado Taladrado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	7 de 26
		Código:	UNACH-NII- MPB-002

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para Operación de mecanizado Taladrado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	8 de 26
		Código:	UNACH-NII-MPB-002

1. Objetivo

Definir los pasos para programar una operación de utilizando el software Mastercam.

2. Alcance

Este manual está destinado a ser utilizado por estudiantes de carreras de ingeniería, industrial, para la asignatura de máquinas y herramientas. Aplicable a usuarios del software CAD/CAM que requieran programar operaciones de taladrado.

3. Definiciones

- **Trayectoria de mecanizado:** Ruta de la herramienta para remover material.
- **Contorno:** Perímetro de la pieza a taladrar.
- **Herramienta de corte:** Utensilio para realizar taladros mediante mecanizado.
- **Parámetros de corte:** Valores de velocidad de avance, husillo y condiciones de corte.
- **Estilo de mecanizado:** Tipo de operación de taladrado seleccionada (por ejemplo, peck drilling).

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

7. Herramientas

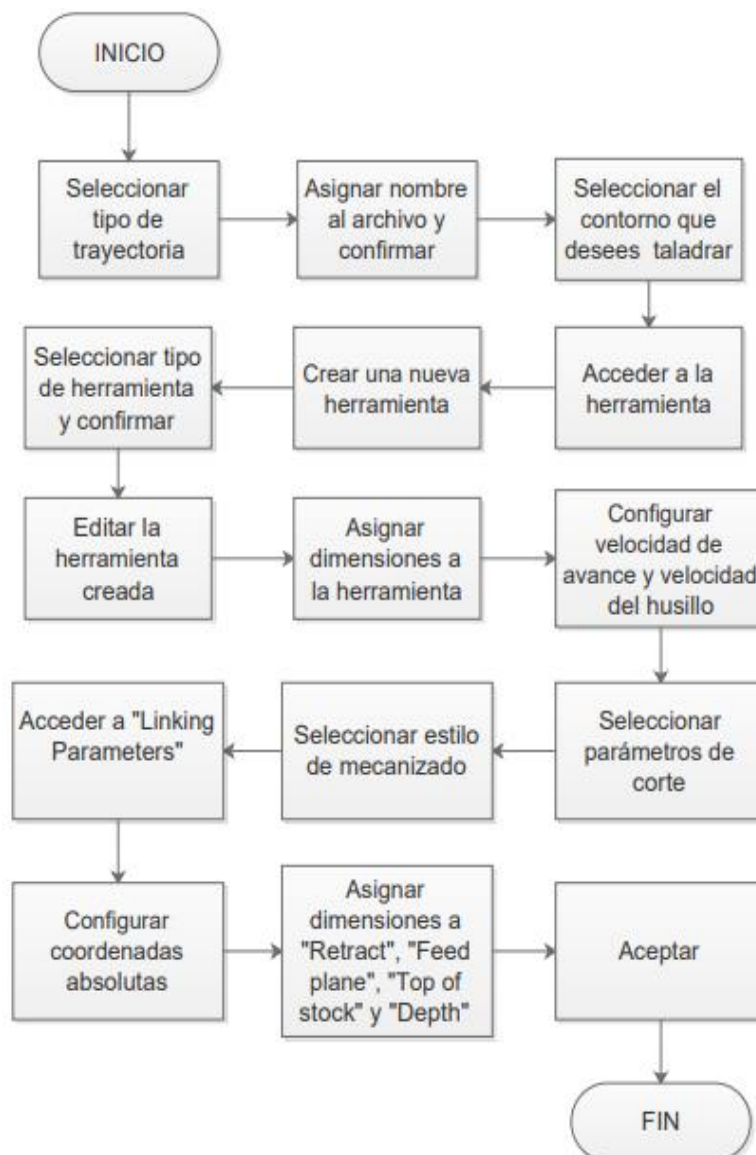
Software Master Cam

8. Procedimientos

Actividades	Descripción
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar " Drill" (taladrado)
Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno que desees taladrar	Marca el Centro del círculo o cilindro a taladrar
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta requerida DRILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.
Asignar dimensiones a la herramienta	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones de la herramienta real
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") y a la velocidad del husillo ("spindle speed") se puede ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte.
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "CYCLE" y elegir el estilo de mecanizado deseado, por ejemplo, (PECK DRILL) escoge el que mejor te convenga, en "PECK" coloca unidades menores a 3 es el picoteo que la pieza va a realizar. Podrías dañar la herramienta
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.

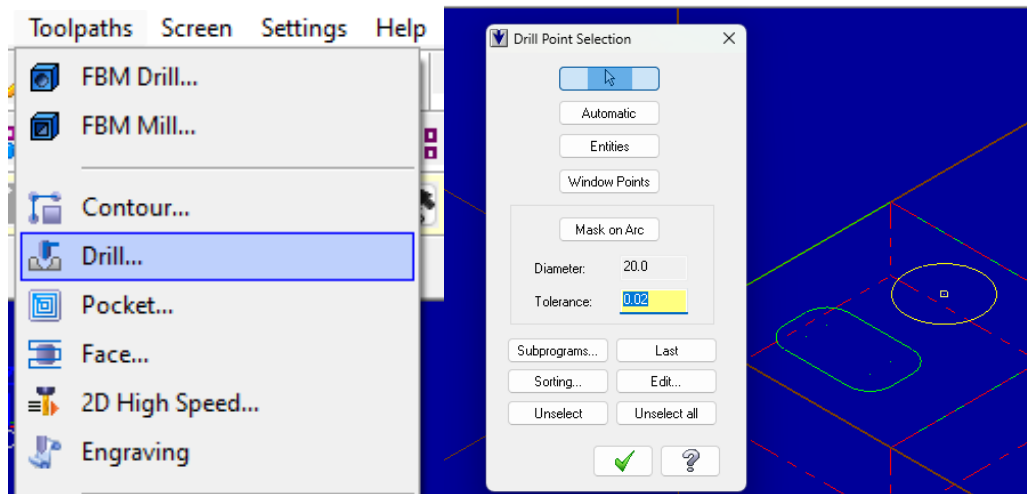
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad). En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar (colocar un valor negativo)
Aceptar	Dar clic en el icono CHECK

9. Diagramas de flujo:

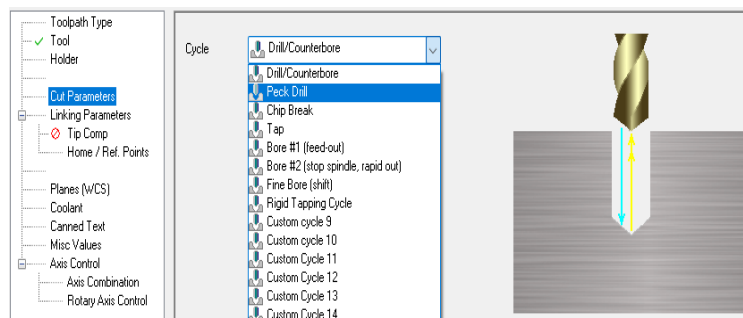


10. Anexos

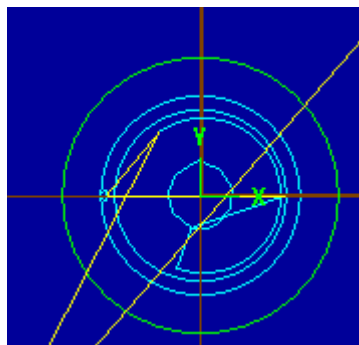
Anexo1: Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar " Drill" (taladrado), Marca el Centro del círculo




Anexo 2: Hacer clic en "CYCLE" y elegir el estilo de mecanizado deseado, por ejemplo, (PECK DRILL)




Anexo 3: Trazo de cómo se va a taladrar el material



	Manual de procedimiento para Operación de mecanizado Vaciado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	11 de 26
		Código:	UNACH-NII- MPB-003

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para Operación de mecanizado Vaciado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	12 de 46
		Código:	UNACH-NII-MPB-003

1. Objetivo

Definir los pasos para programar una operación de vaciado utilizando el software Mastercam.

2. Alcance

Este manual está destinado a ser utilizado por estudiantes de carreras de ingeniería, industrial, para la asignatura de máquinas y herramientas. Aplicable a usuarios del software CAD/CAM que requieran programar operaciones de vaciado.

3. Definiciones

- **Trayectoria de mecanizado:** Ruta de la herramienta para remover material.
- **Contorno:** Perímetro de la cavidad a vaciar.
- **Herramienta de corte:** Utensilio para realizar operaciones de vaciado mediante mecanizado.
- **Parámetros de corte:** Valores de velocidad de avance, husillo y condiciones de corte.
- **Estilo de mecanizado:** Tipo de estrategia de vaciado seleccionada (roughing).
- **Profundidad de corte:** Distancia que penetra la herramienta en cada pasada.
- **Entrada/Salida:** Movimientos de aproximación y retiro de la herramienta (helix, ramp).

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

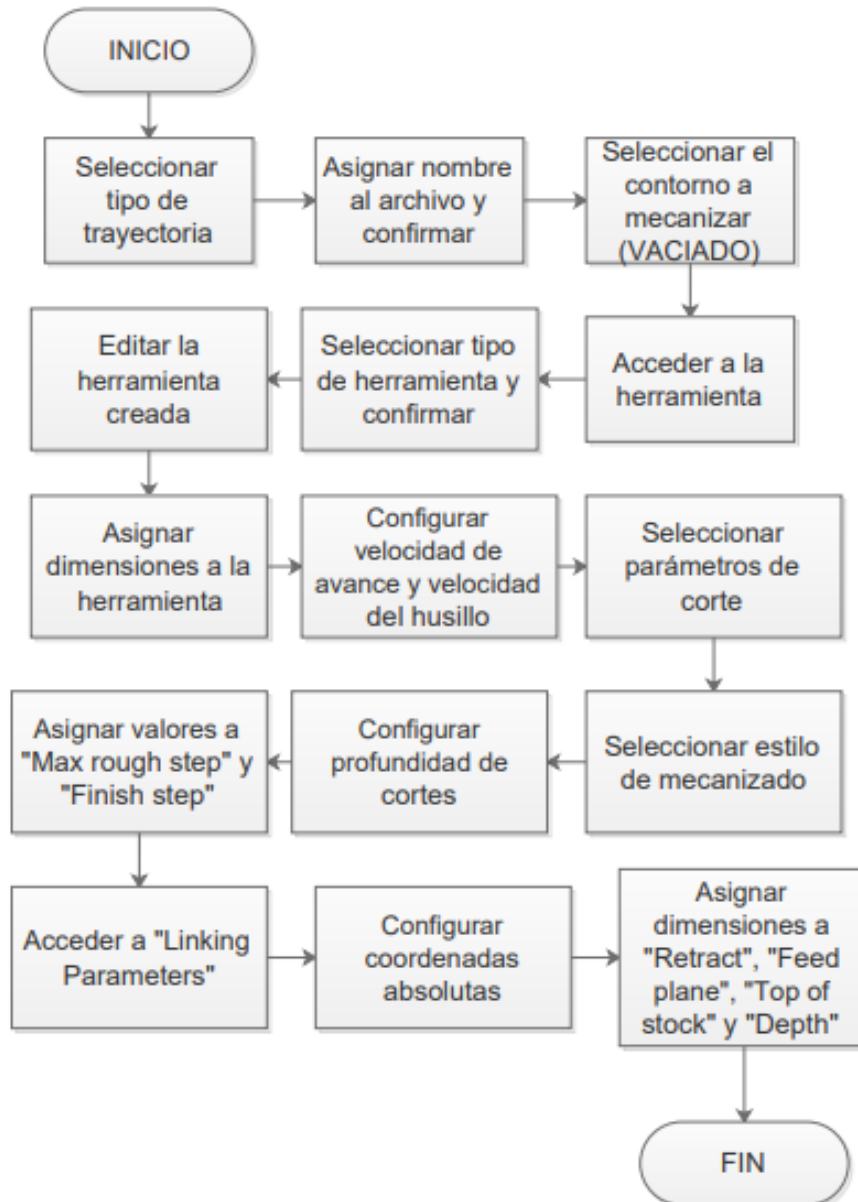
7. Herramientas

8. Procedimientos

Actividades	Descripción
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar "Pocket" (vaciado)
Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno a mecanizar	Da click en la figura a mecanizar, vigila que las flechas estén en la misma dirección
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta requerida END MILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.
Asignar dimensiones a la herramienta	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones de la herramienta real
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") y a la velocidad del husillo ("spindle speed") se puede ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte.
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "ROUGHING" y seleccionar el mecanizado que le ofrezca más beneficios.
Configuraciones de entrada	Hacer click en "HELIX" o "RAMP", escoge el radio medio recuerda debe ser menos de 46 mm
Configuración de salida	Escoger el número de pasadas finales y de cuantos milímetros se deben realizar
Configurar profundidad de cortes	Hacer clic en "Depth Cuts" y seleccionar la casilla correspondiente.
Asignar valores a "Max rough step" y	Ingresar los valores numéricos para el paso máximo

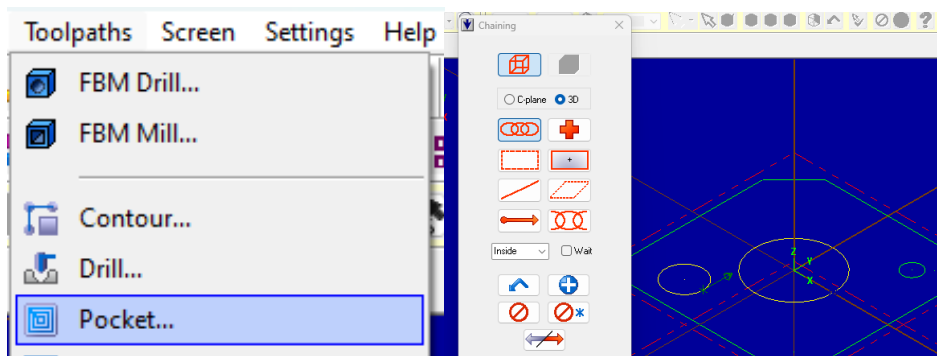
"Finish step"	brusco "Max rough step" RECUERDA que no sobrepase de 3 mm se podría romper la herramienta o sufrir un gran desgaste y el paso de acabado "Finish step" y "n° finish cuts" escoge el número de pasadas finales.
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad). En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar (colocar un valor negativo)
Aceptar	Dar clic en el icono CHECK

9. Diagramas de flujo:

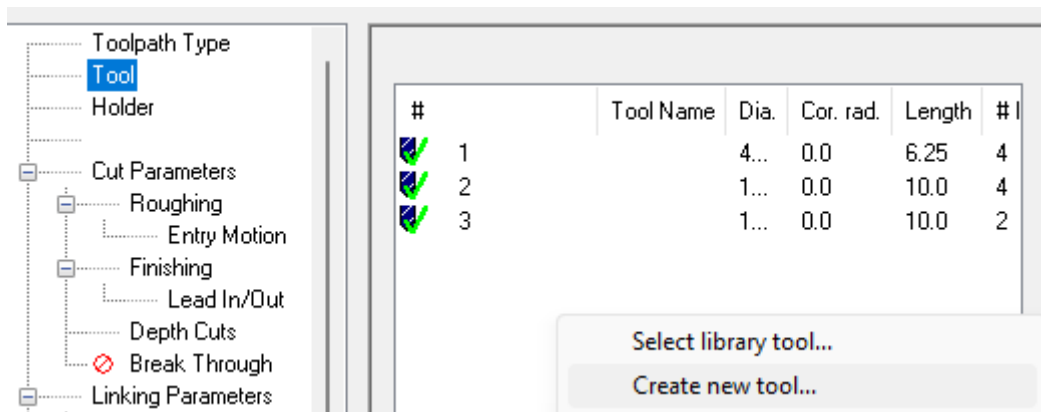


10. Anexos

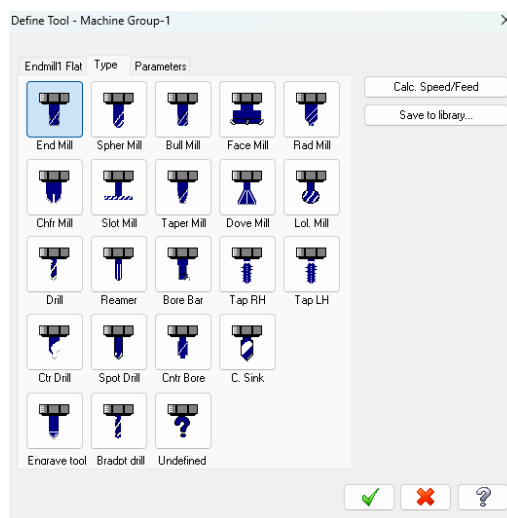
Anexo 1: Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar " Pocket" (vaciado),
Seleccionar el contorno a mecanizar




Anexo 2: Crear una nueva herramienta




Anexo 3: Seleccionar tipo de herramienta y confirmar



	Manual de procedimientos para la operación de contorneado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	17 de 26
		Código:	UNACH-NII- MPB-004

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLES
6. EQUIPOS
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimientos para la operación de contorneado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	18 de 26
		Código:	UNACH-NII- MPB-004

1. Objetivo

Establecer los pasos y consideraciones necesarias para realizar operaciones de contorneado utilizando el software Mastercam.

2. Alcance

Este procedimiento cubre la utilización del software Mastercam para programar y generar operaciones de contorneado de contornos exteriores en piezas.

3. Definiciones

- **Contorneado:** Operación de mecanizado que consiste en el corte y desbaste del perfil o contorno exterior de una pieza.
- **Desbaste (Roughing):** Operación inicial de remoción rápida de grandes cantidades de material sobrante de la pieza en bruto.
- **Velocidad de corte (Vc):** Velocidad lineal de la punta de la herramienta de corte al dar una vuelta completa.
- **Profundidad de corte (ap):** Profundidad a la que la herramienta penetra en la pieza para remover material en cada pasada.

4. Documentos de referencia

Norma ISO 9001.

5. Responsable

Operario de la maquina

6. Equipos

Computadora

7. Herramientas

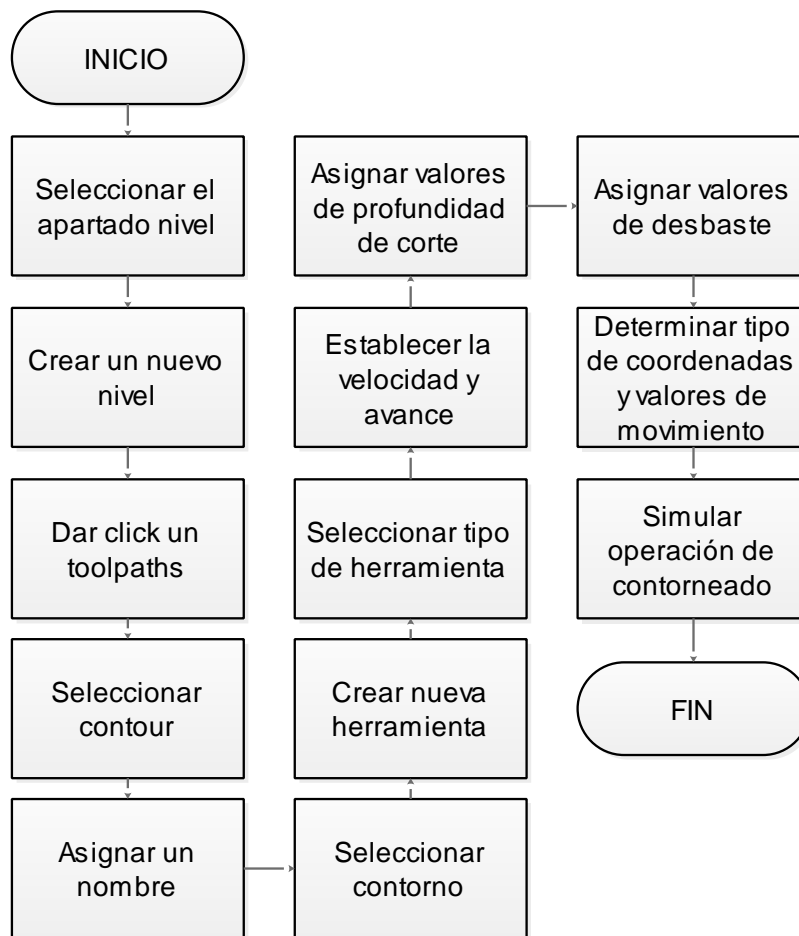
Software Mastercam,

8. Procedimientos

Actividad	Descripción
-----------	-------------

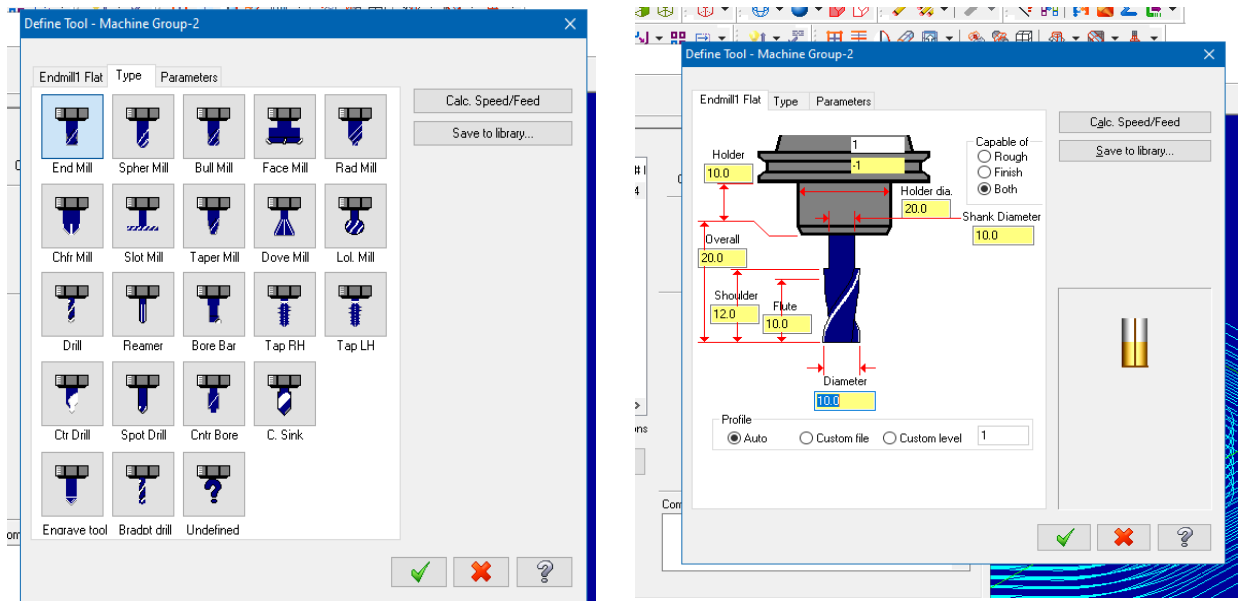
Seleccionar el apartado nivel	Dar click en el apartado level (Nivel) que se encuentra en la barra de herramientas en la parte inferior
Crear un nuevo nivel	Crear un nuevo nivel, asignar un nombre, un número y un color, luego dar click en el visto
Dar click un toolpaths	Dar click un toolpaths, en el apartado mill y seleccionar default
Seleccionar contour	Dar click un toolpaths seleccionar contour (contorno)
Asignar un nombre	Asignar un nombre y dar click en el visto
Seleccionar contorno	Seleccionar contorno de la pieza y dar click en el visto
Crear nueva herramienta	Dar click en tool, en el recuadro en blanco dar click derecho y create new tool
Seleccionar tipo de herramienta	Seleccionar End Mill(fresa) y asignar diámetro y largo de la herramienta, luego dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) y en spindle speed (velocidad del husillo) según el tipo de material
Asignar valores a la profundidad de corte	Seleccionar y poner el visto en la casilla Depth Cuts (Profundidad de Cortes) y asignar valores a Max rough step (Paso máximo aproximado) y Finish step (Paso final)
Asignar valores de desbaste	Seleccionar y poner el visto en la casilla Multi passes (Múltiples pasadas), en el apartado Rough(desbaste), asignar un valor en Number (Numero) y Spacing (Espaciado)
Determinar tipo de coordenadas y valores de movimiento	Seleccionar Linking Parameters, dar click en absolute (Absolutas) en estos apartados, Retract (Retracción), Feed plane (plano de avance), Top of stock (Parte superior del material en bruto) y Depth (Profundidad). Además, asignar valores todos los apartados menos en top of stock, en el apartado Depth dar valores negativos o con el signo menos
Simular operación de contorneado	Dar click en el visto, para establecer los parámetros, seleccionar verify selected operations y dar click en el botón play para comenzar con la simulación del contorneado de la pieza

9. Diagramas de flujo:

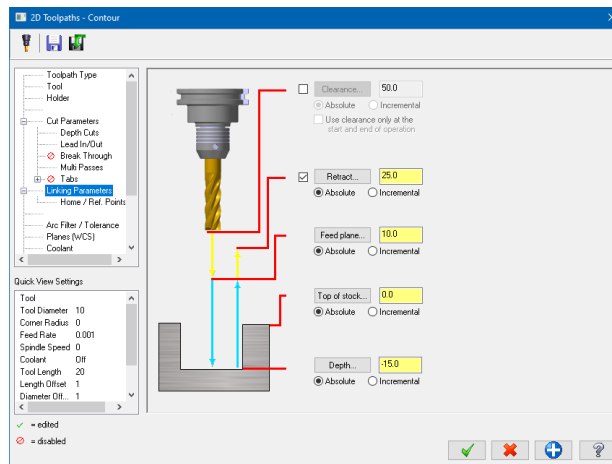


10. Anexos

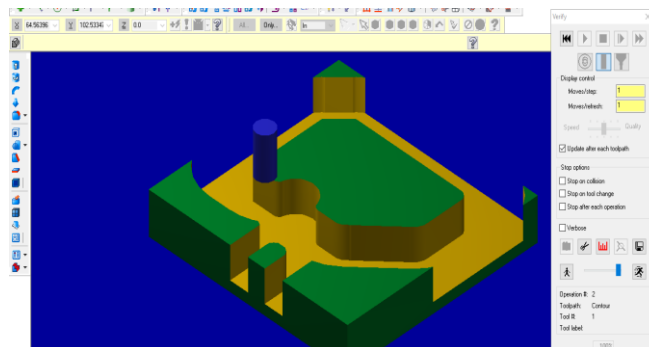
Anexo 1: Selección de tipo y dimensiones de herramienta




Anexo 2: Selección de parámetros de corte




Anexo 3: Simulación de contorneado



	Manual de procedimientos para el mecanizado por superficies	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	22 de 26
		Código:	UNACH-NII-MPB-005

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. EQUIPOS
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimientos para el mecanizado en superficies	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	23 de 26
		Código:	UNACH-NII-MPB-005

1. Objetivo

Establecer los pasos y consideraciones necesarias para realizar operaciones de mecanizado por superficies utilizando el software Mastercam.

2. Alcance

Este procedimiento abarca la utilización del software Mastercam para programar y generar operaciones de mecanizado por superficies.

3. Definiciones

Mecanizado por superficies: Operación de mecanizado utilizada para obtener un acabado superficial específico en una pieza.

Acabado superficial: Condición de la superficie de una pieza en términos de rugosidad, ondulación y defectos superficiales.

Velocidad de corte (Vc): Velocidad lineal de la punta de la herramienta de corte al dar una vuelta completa.

Velocidad de avance (f): Velocidad de desplazamiento lineal de la herramienta durante el corte.

Profundidad de corte (ap): Profundidad a la que la herramienta penetra en la pieza para remover material en cada pasada.

4. Documentos de referencia

ISO 9001:2015

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos

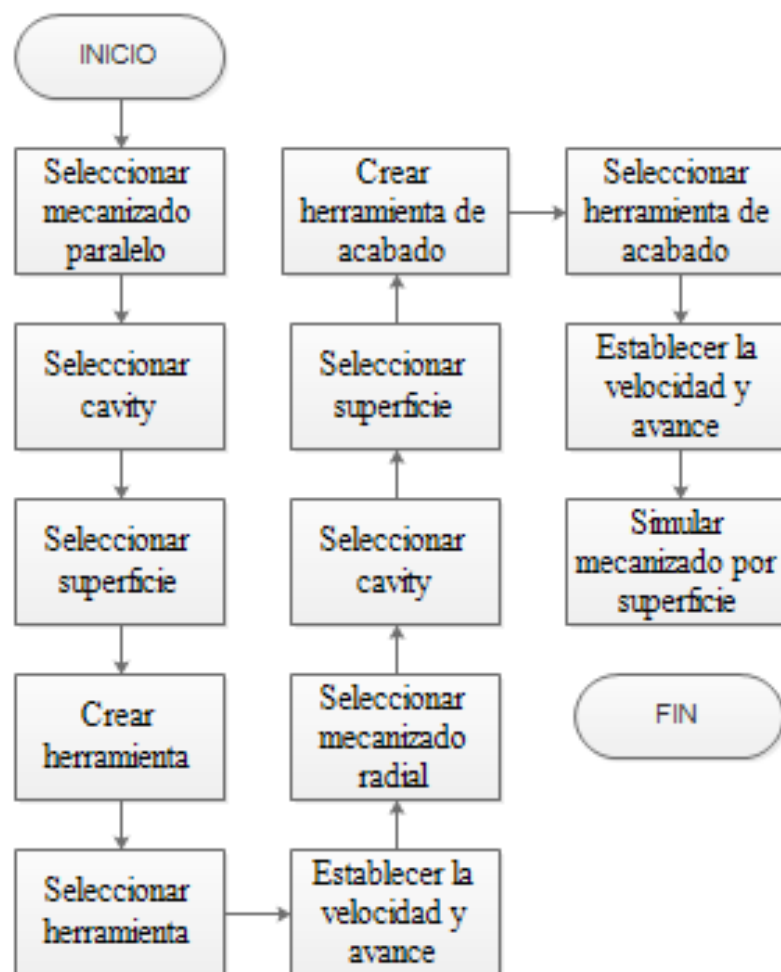
Computadora

7. Herramientas

8. Procedimientos

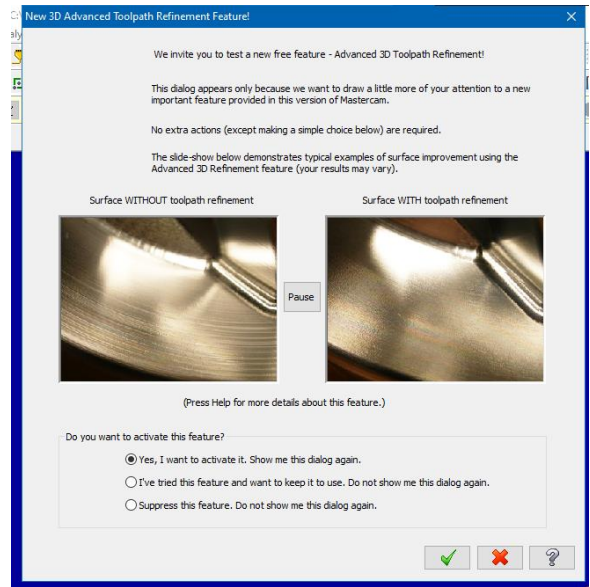
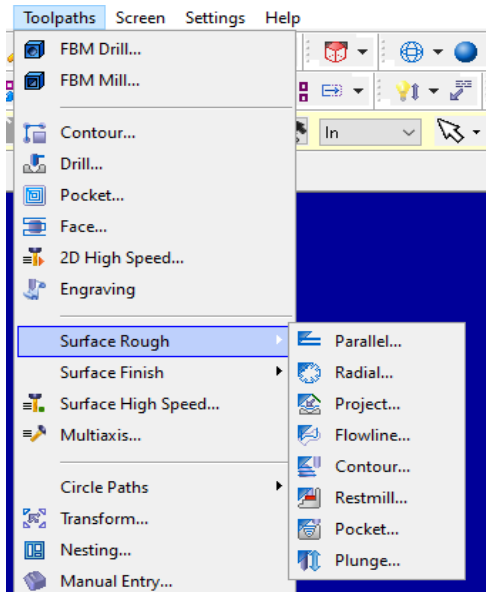
Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado paralelo	Dar click en toolpaths, seleccionar surface rough y dar click en parallel, en caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid (desde el sólido)
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar diámetro y longitud de herramienta, para finalizar dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) y en spindle speed (velocidad del husillo) según el tipo de material, para final dar click en visto
Seleccionar mecanizado radial	Dar click en toolpaths, seleccionar Surface rough y dar click en Radial, para obtener un acabado mejor
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta de acabado	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta de acabado	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar diámetro y longitud de herramienta, para finalizar dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) y en spindle speed (velocidad del husillo) según el tipo de material, para final dar click en visto
Simular mecanizado por superficie	Seleccionar verify selected operations y dar click en el boton play para comenzar con la simulación del mecanizado por superficie de la pieza

9. Diagramas de flujo:

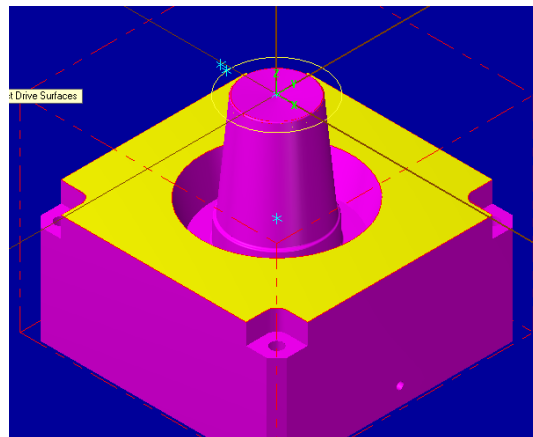
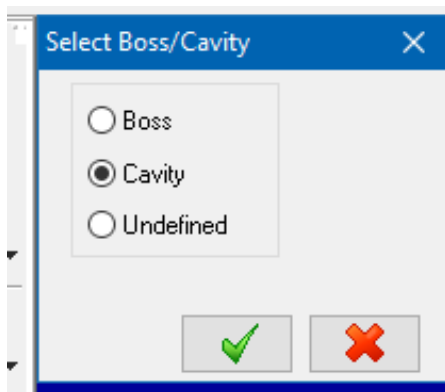


10. Anexos:

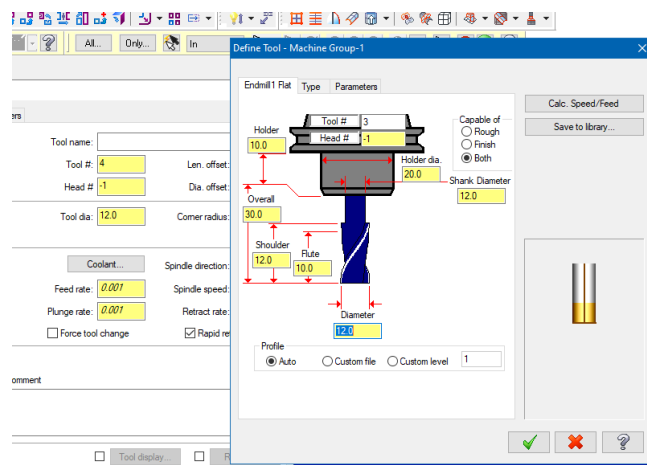
Anexo 1: Selección tipo de mecanizado por superficie



Anexo 2: Selección de superficie de trabajo



Anexo 3: Asignación de dimensiones de la herramienta





Universidad Nacional de Chimborazo

**Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial**

**Manual de
procedimiento para el
manejo de centro de
mecanizado vertical
CNC Chevalier QP
1620-L**



Elaborado por:


Anthony Ordoñez Jacome

Alejandro Ortega Puenguenan

Introducción


Este "Manual de Procedimientos para la Operación del Centro de Mecanizado CNC" ha sido desarrollado como una guía integral para el correcto manejo y operación del centro de mecanizado vertical CNC modelo QP1620-L de la marca Chevalier, ubicado en el laboratorio de máquinas y herramientas.

El manual está estructurado en secciones que cubren desde el encendido de la máquina hasta la ejecución de programas de mecanizado, incluyendo procedimientos críticos como el montaje de herramientas, la colocación del material a mecanizar, el encerado de piezas (tanto cúbicas como cilíndricas), la compensación de herramientas y la carga de programas en la máquina.

	Manual de procedimiento para encender centro de mecanizado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	1 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-001

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para encender centro de mecanizado	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	2 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-001

1. Objetivo

Establecer los pasos a seguir para encender de manera segura y correcta el centro de mecanizado.

2. Alcance

Este procedimiento se aplica al encendido del centro de mecanizado QP1620-L de la marca Chevalier ubicado en el laboratorio de máquinas y herramientas.

3. Definiciones

Compresor: Máquina que comprime un gas, generalmente aire, aumentando su presión y almacenándolo en un depósito o tanque.

Centro de mecanizado: Máquina-herramienta de control numérico utilizada para mecanizar piezas mediante operaciones de fresado, taladrado, roscado, etc. Cuenta con múltiples ejes de movimiento y un sistema de cambio automático de herramientas.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Compresor

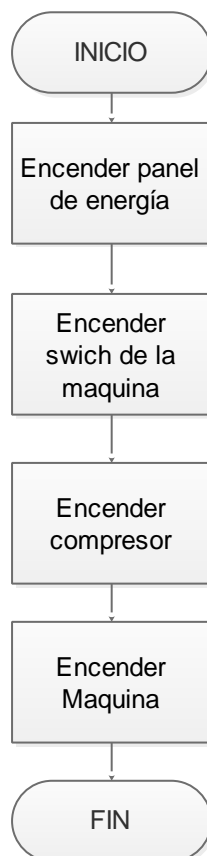
7. Herramientas

N/A

8. Procedimientos

Actividad	Descripción
Encender panel de energía	Rotar la perrilla y colocar la sección de encendido
Encender swich de la maquina	Rotar la perrilla y colocar la sección de ON
Encender compresor	Conectar compresor a la corriente y girar la perilla, poner en ON
Encender Maquina	Ir al panel de control y presionar botón de color verde (I) para el encendido de la maquina

9. Diagramas de flujo:




10. Anexos

Anexo 1: Interruptores de la maquina




Anexo 2: Compresor



	Manual de procedimiento para el montaje de la herramienta	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	5 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-002

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para el montaje de la herramienta	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	6 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-002

1. Objetivo

Establecer los pasos a seguir para realizar el montaje de la herramienta en la porta herramienta.

2. Alcance

Este procedimiento se aplica al montaje de herramientas en el portaherramientas modelo BT40 del centro de mecanizado.

3. Definiciones

Base porta conos: Dispositivo o accesorio que sirve como soporte para montar y sujetar el cono portaherramientas durante el proceso de montaje de la herramienta.

Cono portaherramientas: Componente cónico que se acopla al husillo de la máquina y permite el montaje y amarre de la herramienta de corte.

Boquilla: Pieza cilíndrica que se inserta en el cono portaherramientas y sujeta la herramienta de corte en su interior.

Llave para tuerca de porta boquillas: Herramienta utilizada para apretar o aflojar la tuerca o rosca de sujeción de la boquilla en el cono portaherramientas.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Base Porta conos

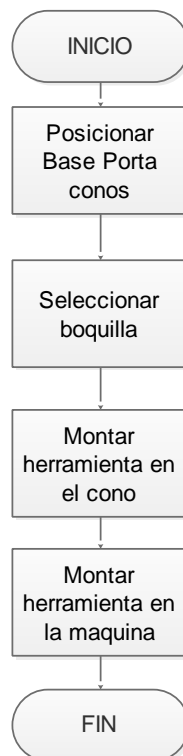
7. Herramientas

Herramienta de corte, llave de porta boquillas, boquillas

8. Procedimientos

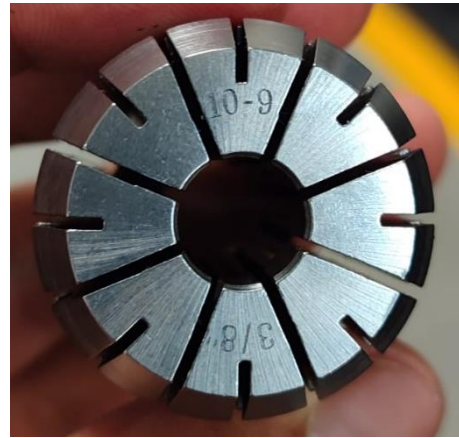
Actividad	Descripción
Posicionar Base Porta conos	Colocar Base Porta conos en mesa de trabajo y posicionar cono portaherramientas en la base
Seleccionar boquilla	Seleccionar boquilla según el diámetro de la herramienta
Montar herramienta en el cono	Colocar boquilla en la rosca de sujeción del cono y poner herramienta dentro de boquilla, ajustar rosca al cono portaherramientas, utilizando la llave para tuerca de porta boquillas
Montar herramienta en la maquina	Tomar cono portaherramientas, abrir puerta de la máquina, presionar botón de liberación rápida y montar cono porta herramienta en forma vertical dentro del husillo

9. Diagramas de flujo:




10. Anexos

Anexo 1: Base Porta conos y boquilla




Anexo 2: Portaherramientas y herramienta



	Manual de procedimiento para encerar el centro de mecanizado CNC	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	5 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-003

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para encerar el centro de mecanizado CNC	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	6 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-003

1. Objetivo

Definir el procedimiento para encerar el centro de mecanizado vertical CNC antes de iniciar cualquier operación de mecanizado

2. Alcance

Este procedimiento se aplica al centro de mecanizado vertical CNC y debe ser ejecutado antes de cada operación de mecanizado.

3. Definiciones

Perilla: Dispositivo de control manual en la máquina CNC que se utiliza para cambiar el modo de operación de la máquina.

Eje: Componente mecánico de la máquina CNC que se mueve a lo largo de un trayecto específico (ejes X, Y y Z) para posicionar la herramienta de corte en relación con la pieza de trabajo. Los ejes son responsables del desplazamiento de la herramienta y del mecanizado preciso en diferentes direcciones.

Encerar: Proceso de alinear y posicionar los ejes de la máquina CNC a su posición inicial o de referencia

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Maquinaria

Centro de mecanizado

7. Herramientas

N/A

8. Procedimientos

Actividad	Descripción
Posicionar maquina en HANDLE	Colocar con la perilla en modo HANDLE
Encerar ejes	Ubicar las flechas que representan el movimiento de los ejes y pulsar PRIMERO (+Z), DE SEGUNDO (+Y) y por ÚLTIMO (-X)
Verificar que la maquina este encerada	Verificar visualmente que tanto los ejes Z, X y Y se muevan a su posición original

9. Diagramas de flujo:




10. Anexos

Anexo 1: Perilla para seleccionar el modo de funcionamiento




Anexo 2: Tablero de ejes



	Manual de procedimiento para colocar material a mecanizar	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	13 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-004

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para colocar material a mecanizar	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	14 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-004

1. Objetivo

Establecer los pasos a seguir para colocar material a mecanizar en la mordaza del centro de mecanizado de manera segura y correcta.

2. Alcance

Este procedimiento es aplicable a las máquinas CNC de marca Fanuc, modelos 0i-MD y 30i-MD, utilizada en el taller de máquinas y herramientas.

3. Definiciones

Programa CNC: Conjunto de instrucciones codificadas numéricamente que controlan los movimientos y operaciones de corte de una máquina de control numérico computarizado (CNC).

Control Numérico Computarizado (CNC): Sistema automatizado que opera máquinas herramientas como tornos, fresadoras, centros de mecanizado, etc., mediante programas que contienen instrucciones codificadas numéricamente.

Interfaz Hombre-Máquina (HMI, por sus siglas en inglés): Panel de control o consola donde se visualizan y se introducen los comandos y programas para operar una máquina CNC.

Compact Flash: Tipo de tarjeta de memoria compacta utilizada en algunos controles CNC para almacenar programas, configuraciones y respaldos.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Centro de mecanizado

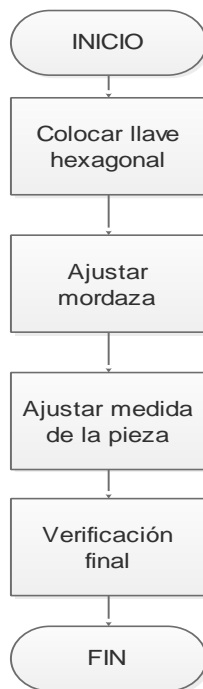
7. Herramientas

Llave hexagonal, pie de rey, Nivel

8. Procedimientos

Actividad	Descripción
Colocar llave hexagonal	Posicionar llave en el encaje hexagonal de la mordaza
Ajustar mordaza	Rotar llave hasta que el material a mecanizar este firme
Ajustar medida de la pieza	Utilizar calibrador pie de rey y un nivel partiendo de la base del material.
Verificación final	Inspeccionar visualmente que el material esté bien sujeto y en la posición correcta.

9. Diagramas de flujo:

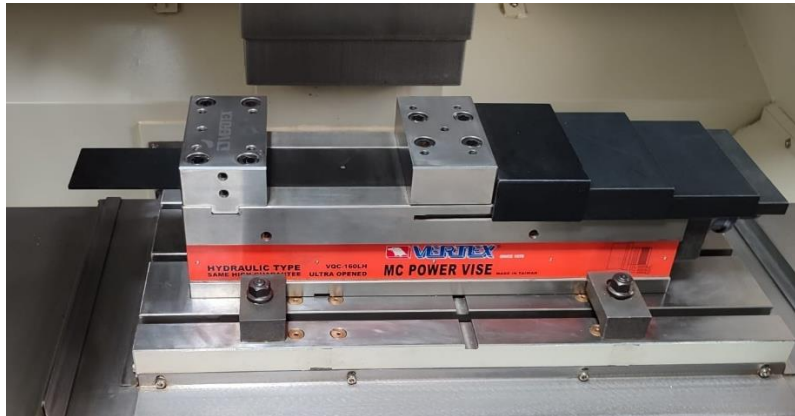



10. Anexos

Anexo 1: Llave hexagonal y encaje de la llave




Anexo 2: Mordaza para la sujeción del material a mecanizar



	Manual de procedimiento para encerar la pieza	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	5 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-005

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para encerar la pieza si es un cubo	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	6 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-005

1. Objetivo

Establecer el procedimiento adecuado para encerar una pieza cúbica en un centro de mecanizado vertical CNC antes de iniciar cualquier operación de mecanizado.

2. Alcance

Este procedimiento es aplicable a piezas cúbicas que se mecanizarán en el centro de mecanizado vertical CNC

3. Definiciones

- **Perilla:** Dispositivo de control manual en la máquina CNC que se utiliza para cambiar el modo de operación de la máquina.
- **Eje:** Componente mecánico de la máquina CNC que se mueve a lo largo de un trayecto específico (ejes X, Y y Z) para posicionar la herramienta de corte en relación con la pieza de trabajo. Los ejes son responsables del desplazamiento de la herramienta y del mecanizado preciso en diferentes direcciones.
- **Encerar:** Proceso de alinear y posicionar los ejes de la máquina CNC a su posición inicial o de referencia.
- **MDI:** modo de uso del equipo para insertar y cambiar parámetro.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Maquinaria

Centro de mecanizado

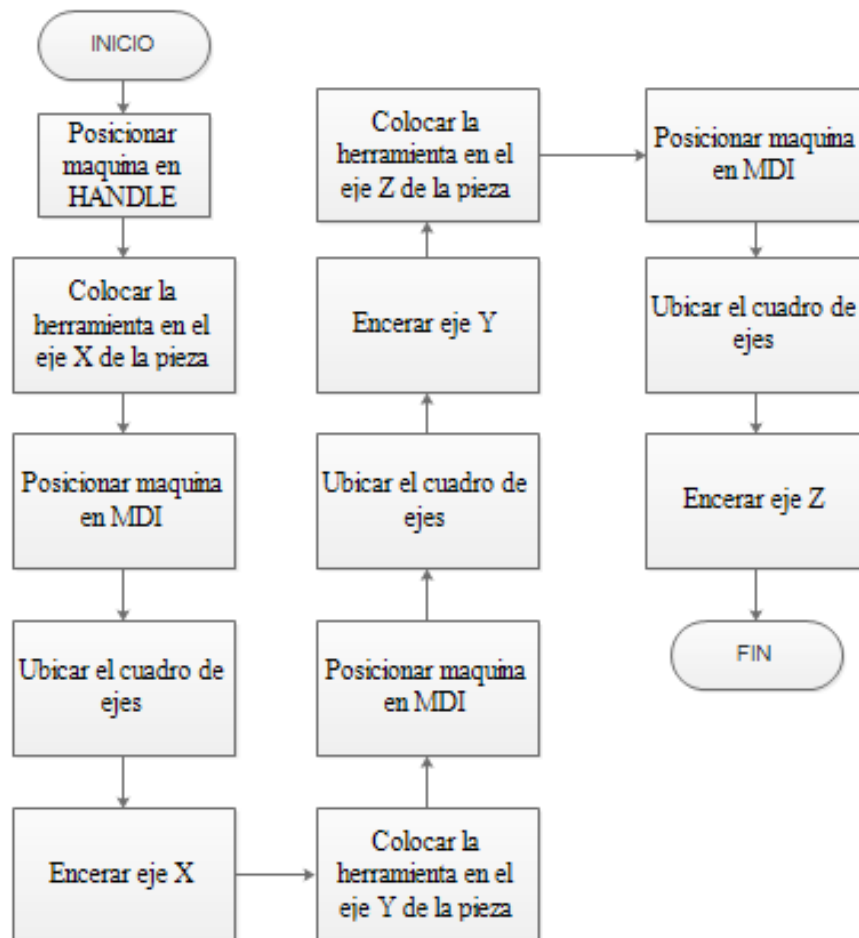
7. Herramientas

Fresa plana

8. Procedimientos

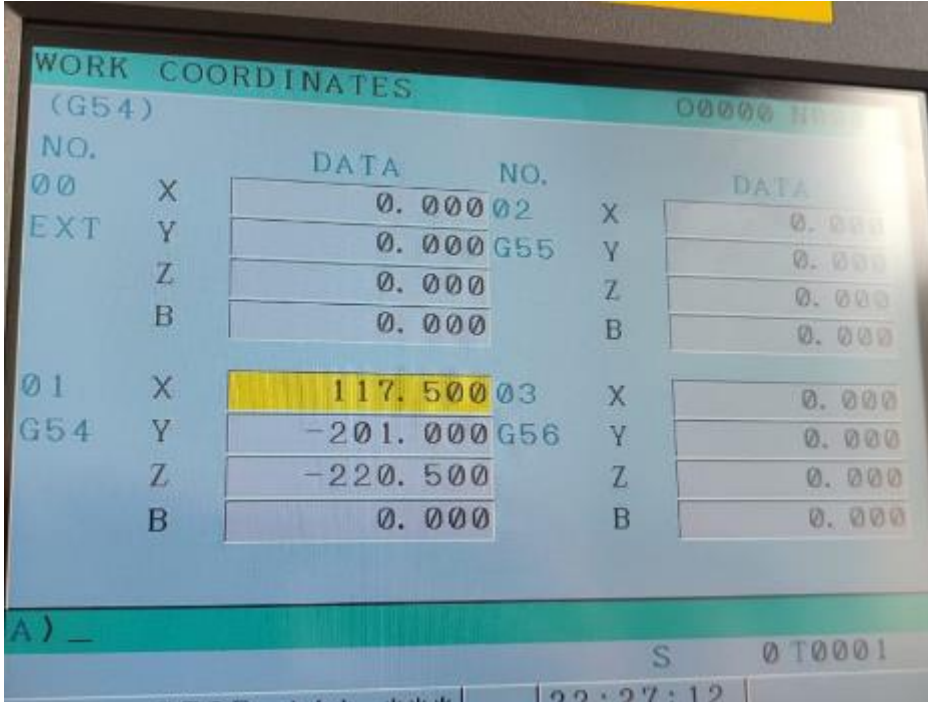
Actividad	Descripción
Posicionar maquina en HANDLE	Colocar con la perilla en modo HANDLE
Colocar la herramienta en el eje X de la pieza	Ubicar la herramienta donde roce a la pieza en lado izquierdo de manera horizontal de la pieza
Posicionar maquina en MDI	Colocar con la perilla en modo MDI pulsar offset y luego WORK
Ubicar el cuadro de ejes	Ubicar el Cuadro N01 G54 (Debe tener X, Y, Z, B)
Encerar eje X	Colocar con la flecha el cuadro del eje X e insertar X0 y pulsar MEASRE
Colocar la herramienta en el eje Y de la pieza	Ubicar la herramienta donde roce a la pieza en lado de debajo de manera vertical de la pieza
Posicionar maquina en MDI	Colocar con la perilla en modo MDI pulsar offset y luego WORK
Ubicar el cuadro de ejes	Ubicar el Cuadro N01 G54 (Debe tener X, Y, Z, B)
Encerar eje Y	Colocar con la flecha el cuadro del eje Y e insertar Y0 y pulsar MEASRE
Colocar la herramienta en el eje Z de la pieza	Ubicar la herramienta sobre la pieza tocando con la punta con la pieza
Posicionar maquina en MDI	Colocar con la perilla en modo MDI pulsar offset y luego WORK
Ubicar el cuadro de ejes	Ubicar el Cuadro N01 G54 (Debe tener X, Y, Z, B)
Encerar eje Z	Colocar con la flecha el cuadro del eje Z e insertar Z0 y pulsar MEASRE

9. Diagramas de flujo:



10. Anexos

Anexo 1: Cuadro de para encerar ejes de la pieza

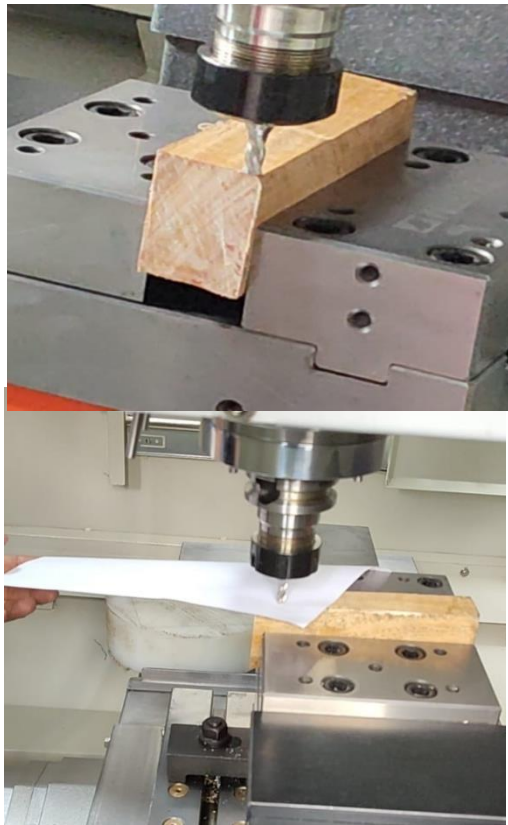



WORK COORDINATES				00000 N1			
(G54)							
NO.		DATA	NO.		DATA		
00	X	0.000	02	X	0.000		
EXT	Y	0.000	G55	Y	0.000		
	Z	0.000		Z	0.000		
	B	0.000		B	0.000		
01	X	117.500	03	X	0.000		
G54	Y	-201.000	G56	Y	0.000		
	Z	-220.500		Z	0.000		
	B	0.000		B	0.000		

A) _ S 0 T0001

22:27:12


Anexo 2: Encerar X, Y, Z



	Manual de procedimiento para encerar la pieza si es un cilindro	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	5 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-006

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para encerar la pieza si es un cilindro	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	6 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-006

1. Objetivo

Establecer el procedimiento adecuado para encerar la pieza y la herramienta cuando la pieza a mecanizar sea cilíndrica en un centro de mecanizado CNC.

2. Alcance

Este procedimiento se aplica a piezas cilíndricas que se mecanizarán, incluyendo tanto la encerar la pieza como de la herramienta utilizada en el proceso.

3. Definiciones

Perilla: Dispositivo de control manual en la máquina CNC que se utiliza para cambiar el modo de operación de la máquina.

Eje: Componente mecánico de la máquina CNC que se mueve a lo largo de un trayecto específico (ejes X, Y y Z) para posicionar la herramienta de corte en relación con la pieza de trabajo. Los ejes son responsables del desplazamiento de la herramienta y del mecanizado preciso en diferentes direcciones.

Encerar: Proceso de alinear y posicionar los ejes de la máquina CNC a su posición inicial o de referencia

Documentos de referencia

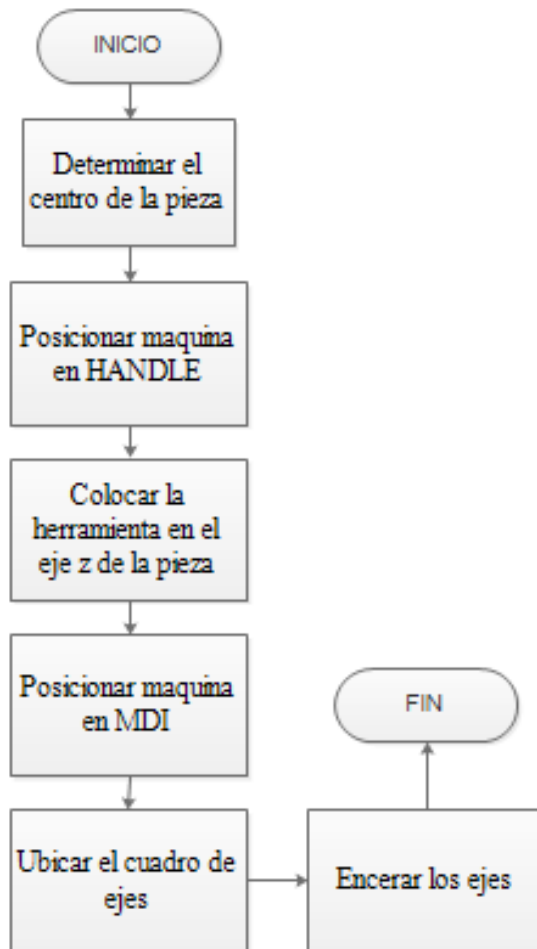
- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001


4. Responsable

5. Procedimientos

Actividad	Descripción
Determinar el centro de la pieza	Determinar con la ayuda de compas y escuadras el centro de la pieza cilíndrica
Posicionar maquina en HANDLE	Colocar con la perilla en modo HANDLE
Colocar la herramienta en el eje z de la pieza	Ubicar la herramienta sobre la pieza en el centro que se determinó. (que la herramienta este en contacto con la pieza)
Posicionar maquina en MDI	Colocar con la perilla en modo MDI pulsar offset y luego WORK
Ubicar el cuadro de ejes	Ubicar el Cuadro N01 G54 (Debe tener X, Y, Z, B)
Encerar los ejes	Colocar con la flecha el cuadro del eje X e insertar X0 y pulsar MEASURE, seguimos con el eje Y, en el recuadro del eje colocar Y0 y pulsar MEASURE, y proseguimos con el eje Z de la misma manera


6. Diagramas de flujo:



	Manual de procedimiento para compensar herramientas	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	17 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-007

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para compensar herramientas	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	18 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-007

1. Objetivo

Establecer los pasos a seguir para compensar las herramientas de manera segura y correcta.

2. Alcance

Este procedimiento abarca las operaciones específicas para la compensación de herramientas en el centro de mecanizado vertical CNC, el cual contempla la configuración del diámetro y altura de las herramientas.

3. Definiciones

Control Numérico Computarizado (CNC): Sistema automatizado que opera máquinas herramientas como tornos, fresadoras, centros de mecanizado, etc., mediante programas que contienen instrucciones codificadas numéricamente.

Interfaz Hombre-Máquina (HMI, por sus siglas en inglés): Panel de control o consola donde se visualizan y se introducen los comandos y programas para operar una máquina CNC.

Compensación de herramientas: Ajuste de los parámetros de la herramienta en el programa CNC para corregir diferencias entre la longitud y el diámetro nominales y reales de la herramienta.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR

- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Centro de mecanizado

7. Herramientas

Pie de rey, hoja de papel

8. Procedimientos

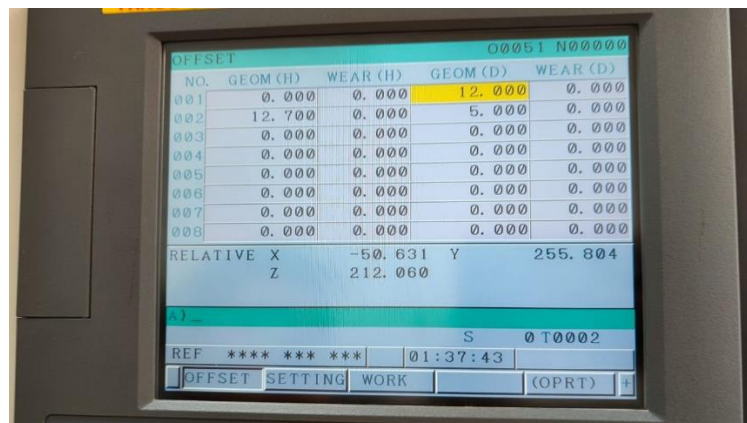
Actividad	Descripción
Cambiar modo	Girar la perilla de los modos y seleccionar MDI
Seleccionar OFS SET	Presionar el botón OFS SET y seleccionar OFF SET
Asignar diámetro de herramienta	Colocar el diámetro de la herramienta 1 en el apartado GEOM(D), para el resto de las herramientas se debe colocar la altura y el diámetro, escribo el valor del diámetro y presiono IMPUT.
Asignar altura de herramienta	Este valor se toma posicionado la herramienta en la superficie del material a mecanizar, presionamos el Botón POS y colocamos el valor de eje Z en el apartado GEOM(H), este procedimiento se realiza para todas las herramientas, sin tomar en cuenta la herramienta 1

9. Diagramas de flujo:



10. Anexos

Anexo 1: Dimensiones de herramientas en el apartado OFFSET



The screenshot shows the 'OFFSET' screen of a CNC machine. The screen displays a table with columns for tool number, geometry (H and D), and wear (H and D). The values for tool 001 are highlighted in yellow. Below the table, the relative coordinates for X, Y, and Z are shown. At the bottom, there are buttons for 'OFFSET', 'SETTING', 'WORK', and 'OPRT'.

NO.	GEOM(H)	WEAR(H)	GEOM(D)	WEAR(D)
001	0.000	0.000	12.000	0.000
002	12.700	0.000	5.000	0.000
003	0.000	0.000	0.000	0.000
004	0.000	0.000	0.000	0.000
005	0.000	0.000	0.000	0.000
006	0.000	0.000	0.000	0.000
007	0.000	0.000	0.000	0.000
008	0.000	0.000	0.000	0.000


RELATIVE X -50.631 Y 255.804
Z 212.060

REF **** * T0002 01:37:43

OFFSET SETTING WORK (OPRT)


Anexo 2: Ver altura de herramientas en apartado POS, posicionamiento de herramienta en la superficie del material



	Manual de procedimiento para cargar programación en la maquina	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	9 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-008

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para cargar programación en la maquina	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	10 de 16
		Código:	UNACH-NII-MPO-008

1. Objetivo

Establecer los pasos a seguir para cargar de manera segura y correcta la programación de mecanizado en el centro de mecanizado.

2. Alcance

Este procedimiento es aplicable a las máquinas CNC de marca Fanuc, modelos 0i-MD y 30i-MD, utilizada en el taller de máquinas y herramientas.

3. Definiciones

Programa CNC: Conjunto de instrucciones codificadas numéricamente que controlan los movimientos y operaciones de corte de una máquina de control numérico computarizado (CNC).

Control Numérico Computarizado (CNC): Sistema automatizado que opera máquinas herramientas como tornos, fresadoras, centros de mecanizado, etc., mediante programas que contienen instrucciones codificadas numéricamente.

Interfaz Hombre-Máquina (HMI, por sus siglas en inglés): Panel de control o consola donde se visualizan y se introducen los comandos y programas para operar una máquina CNC.

Compact Flash: Tipo de tarjeta de memoria compacta utilizada en algunos controles CNC para almacenar programas, configuraciones y respaldos.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Centro de mecanizado

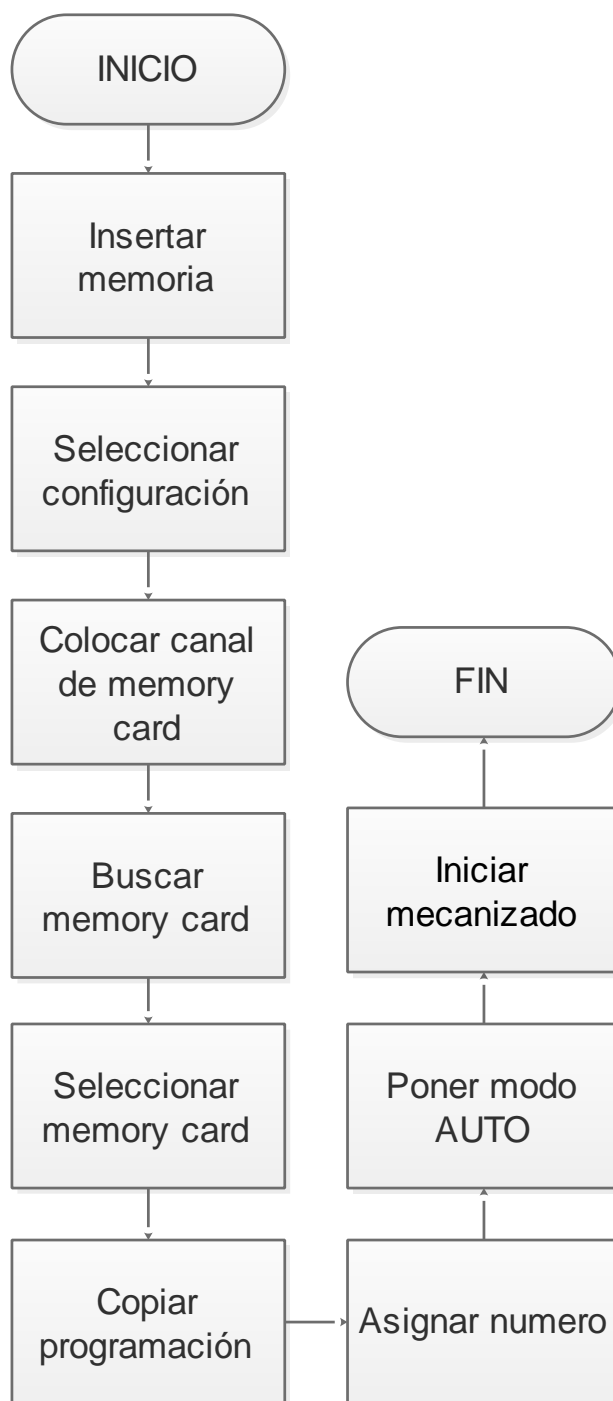
7. Herramientas

Adaptador de memoria, memoria

8. Procedimientos

Actividad	Descripción
Insertar memoria	Conectar memory card y poner modo MDI
Seleccionar configuración	Presionar Ops set, seleccionar setting
Colocar canal de memory card	colocar 4 en I/O channel, poner modo EDIT, PROGRAM
Buscar memory card	Poner DIR y seleccionar OPRT, presionar (Flecha) + y seleccionar DEVICE. Verificar que la llave de los parámetros esta puesta y en la posición de (I)
Seleccionar memory card	Revisar en la memoria del CNC que numero de programación no está ocupado, Seleccionar M_CARD y presionar F IMPUT
Copiar programación	Colocar el numero de la programación que se va a copiar y presionar "F SET"
Asignar numero	Colocar un número que no esté ocupado, presionar O SET, después EXEC
Poner modo AUTO	Presionar el boton program y seleccionar el apartado DIR, digitar el número de programación que asignaste, utilizando este formato (O001) y presionar O SRH. Finalmente gira la perilla de los modos y poner en modo AUT.
Iniciar mecanizado	Presionar botón Ciclo START, en caso de que no este seguro de la programación presionar botón SBK, este botón hace que la ejecución de la programación se haga línea por línea, es necesario que se presione el botón ciclo START en reiteradas ocasiones.

9. Diagramas de flujo:

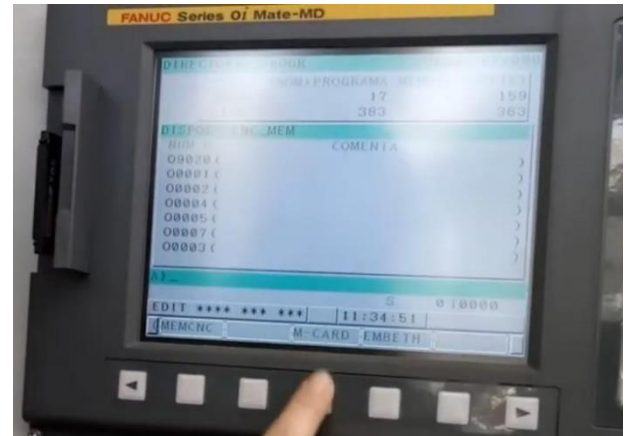


10. Anexos

Anexo 1: Ranura de tarjeta, adaptador y memory card



Anexo 2: Seleccionador de modo, pantalla de visualización de datos, Botón ciclo start.





Universidad Nacional de Chimborazo

**Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial**


**MANUAL DE
PROCEDIMIENTO
PARA ELABORAR
UN DE MOLDE
DE INYECCIÓN
PARA ENVASES DE
USO
ALIMENTARIO**



Elaborado por:


Anthony Ordoñez Jacome

Alejandro Ortega Puenguenan

	Manual de procedimiento para el diseño CAD de un solido	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	1 de 43
		Código:	UNACH-NII- MMI-001

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. EQUIPOS
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para el diseño CAD de un sólido	Versión: 0.1
		Fecha: 09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página: 2 de 43
		Código: UNACH-NII- MMI-001

1. Objetivo

Describir los pasos a seguir para diseñar un sólido utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD).

2. Alcance

Este manual está destinado a ser utilizado por estudiantes de carreras de ingeniería, industrial, para la asignatura de máquinas y herramientas. Los procedimientos descritos son aplicables al diseño CAD de cualquier tipo de sólido, independientemente de su complejidad o aplicación específica.

3. Definiciones

- **Diseño asistido por computadora (CAD):** Uso de software informático para crear, modificar, analizar y optimizar diseños de productos o componentes.
- **Modelo 3D:** Representación tridimensional de un objeto o sistema, creada en un entorno de diseño CAD.
- **Sólido:** Objeto tridimensional con un volumen definido y límites claramente establecidos.
- **Plano de Trabajo:** Es el plano 2D en el que se crean inicialmente los croquis o perfiles para posteriormente aplicar operaciones de modelado 3D.
- **Vista:** Es una representación 2D específica de un modelo 3D, como vistas ortogonales (superior, frontal, lateral), isométricas o en perspectiva.

4. Documentos de referencia

Norma ISO 9001-2015, Planos del sólido.

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos

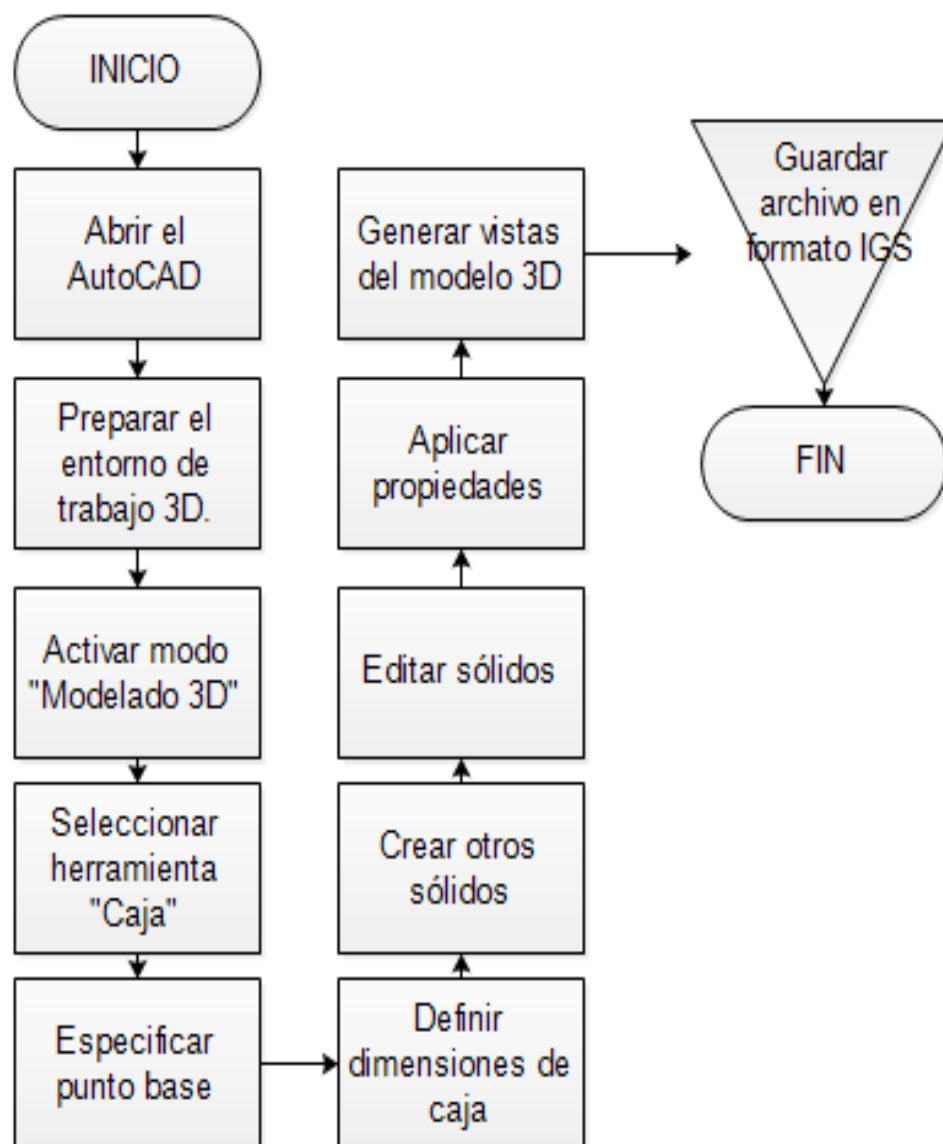
Computadora

7. Herramientas

8. Procedimientos

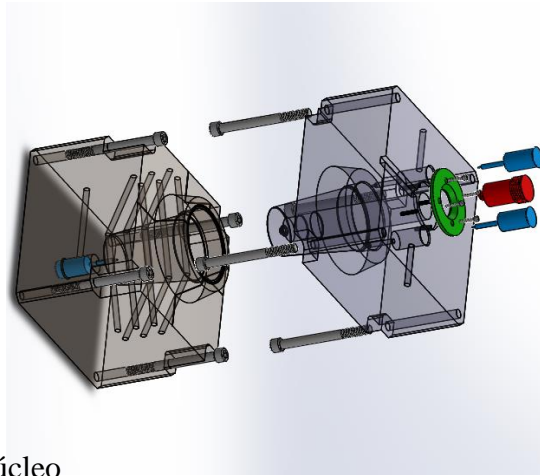
Actividades	Descripción
Abrir el AutoCAD	Iniciar el software AutoCAD, que es un programa de diseño asistido por computadora (CAD) ampliamente utilizado para el dibujo y modelado en 2D y 3D.
Preparar el entorno de trabajo 3D.	Configurar el entorno de trabajo en AutoCAD para trabajar con modelado 3D, lo cual implica activar las herramientas y vistas necesarias para crear y visualizar objetos tridimensionales
Activar modo "Modelado 3D"	Seleccionar la opción "Modelado 3D" en la barra de herramientas de vistas para activar el espacio de trabajo tridimensional, lo que permitirá crear y manipular objetos 3D.
Seleccionar herramienta "Caja"	Elegir la herramienta "Caja" del menú "Sólidos" o de la paleta de herramientas 3D, lo cual permitirá crear una forma sólida en forma de cubo o rectángulo tridimensional.
Especificar punto base	Seleccionar un punto en el área de dibujo para establecer el punto base o el origen de la caja sólida que se creará.
Definir dimensiones de caja	Ingresar los valores numéricos correspondientes a la longitud, anchura y altura de la caja sólida, y presionar la tecla Enter para confirmar y crear el objeto tridimensional.
Crear otros sólidos	Utilizar las herramientas disponibles en el menú "Sólidos" para crear diferentes formas sólidas tridimensionales, como cilindros, conos, esferas, cuñas o pirámides.
Editar sólidos	Emplear las herramientas de edición de sólidos, como "Unión", "Resta", "Intersección", "Cortar" y "Separar", para combinar, sustraer o modificar los objetos sólidos creados anteriormente.
Aplicar propiedades	Asignar propiedades visuales a los objetos sólidos, como colores, materiales (texturas, acabados) y luces, utilizando las paletas y herramientas correspondientes en AutoCAD.
Generar vistas del modelo	Crear diferentes vistas del modelo 3D, como vistas en planta, alzados, secciones transversales, entre otras, utilizando las herramientas de vistas en AutoCAD.
Guardar en formato IGS	Acceder al menú "Archivo" en AutoCAD, seleccionar la opción "Guardar como" y elegir el formato de archivo IGS para guardar el modelo 3D creado.

9. Diagramas de flujo:

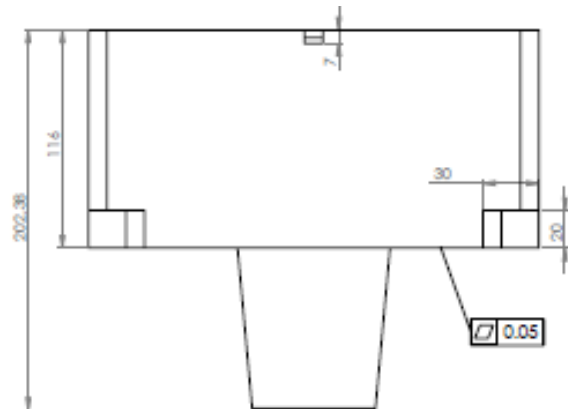
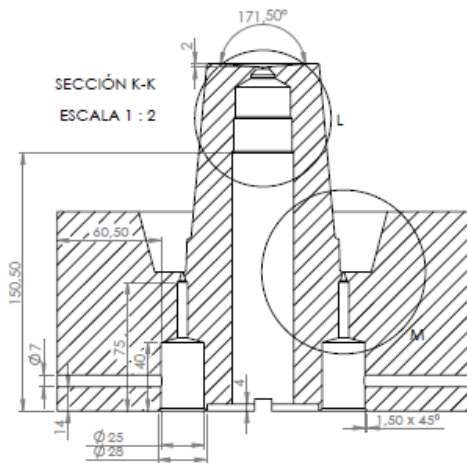


10. Anexos

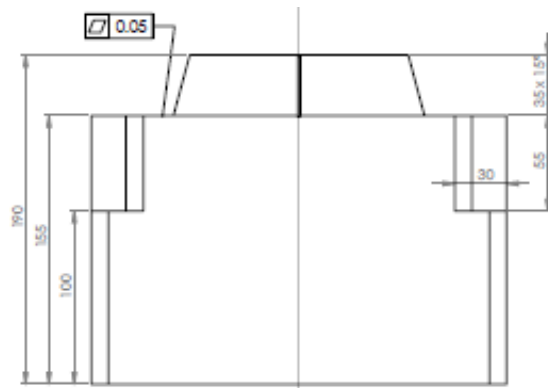
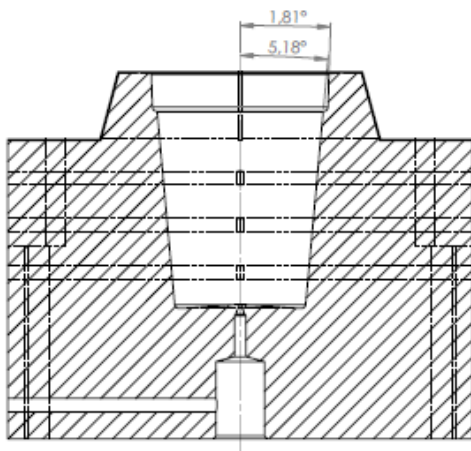
Anexo 1: Vista general de las partes del molde de inyección




Anexo 2: Placa fija/Núcleo




Anexo 3: Placa móvil/Cavidad



	Manual de procedimiento para elaborar placa fija/Núcleo	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	6 de 43
		Código:	UNACH-NII-MMI-002

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXOS

	Manual de procedimiento para elaborar placa fija/Núcleo	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	7 de 43
		Código:	UNACH-NII-MMI-002

1. Objetivo

Proporcionar instrucciones detalladas y claras sobre el procedimiento para programar el mecanizado de la placa fija/Núcleo del molde utilizando el software Mastercam.

2. Alcance

Este procedimiento es aplicable al mecanizado de la placa fija/Núcleo del molde de inyección para la fabricación de piezas plásticas, y cubre desde la configuración del entorno de trabajo en Mastercam hasta la generación del código NC.

3. Definiciones

- **Mastercam:** Software CAM (Manufactura Asistida por Computadora) utilizado para la programación de operaciones de mecanizado en máquinas CNC.
- **Contorneado:** Operación de mecanizado en la que la herramienta sigue el contorno o perfil de la pieza de trabajo.
- **Taladrado:** Operación de mecanizado que consiste en perforar agujeros en la pieza de trabajo.
- **Mecanizado por superficie:** Operación de mecanizado en la que la herramienta se mueve sobre una superficie 3D para darle forma.
- **Código NC:** Conjunto de instrucciones de programación numérica que controlan los movimientos y operaciones de una máquina CNC.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR

- ISO 9001

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

7. Herramientas

Software Mastercam

8. Procedimientos

Posicionar pieza

Actividad	Descripción
Importar archivo	Abrir, Mastercam, seleccionar file y dar click en Open, buscar archivo en formato IGS
Rotar pieza	Dar click en Translate 3D, seleccionar el sólido, presionar la tecla enter, en la ventana emergente marcar Move, en apartado Source view seleccionar Front
Cambiar ubicación	Presionar Alt + 1 para cambiar a vista superior, dar click en Translate, seleccionar el sólido, presionar la tecla enter, en la ventana emergente marcar Move, en apartado Delta colocar en X 125, en Y 125, en Z - 104
Asignar dimensiones del material	Seleccionar Machine Type, Mill, dar click en default, dar click en properties y en Stock setup, en X, Y colocar 250 y en Z 205, en el apartado Stock Origin en X, Y colocar 125

Contorneado del cilindro central

Actividad	Descripción
Crear nueva capa	Dar click en level (Nivel) y crear una nueva capa con el nombre contorneado
Cambiar vista	Presionar Alt+ 1 para cambiar a vista superior
Crear circulo	Ir a la barra de herramientas y dar click en la opción de crear circulo, seleccionar el centro de la matriz, asignar un valor 90 mm para el diámetro y presionar la tecla enter
Escoger tipo de mecanizado	Dar click en toolphats, seleccionar Contour, seleccionar circulo creado y dar click en visto
Crear herramienta	Seleccionar tool, dar click derecho en el recuadro blanco y seleccionar create new tool. Después seleccionar la herramienta End Mill (Fresa plana)
Colocar dimensiones de herramienta	Ingresar el valor 14 en el apartado diameter (diámetro), en el apartado Shank diameter (DIÁMETRO DEL VASTAGO) ingresar 12, seleccionar parameters y dar click en Calc. Speed/Feed, dar click en el visto

Asignar profundidad de cortes	de	Seleccionar depth cuts (profundidad de cortes) y colocar 3 en paso máximo de desbaste (max rough step) y en finish step (paso de acabado) un valor de 2
Asignar número de pasadas		Seleccionar y dar marcar visto en la casilla de Multi Passes (Múltiples Pasadas), en la sección Rough (Desbaste) asignamos el valor de 11 en Number (Número) y en Spacing (Espaciado) 12, en la sección finish (Acabado) en Spacing 0.5
Colocar parámetros de movimiento	de	Seleccionar y dar click en Retract (Retraer) 25, en Feed plane (Plano de avance)10, en Depth (Profundidad) -90 y marcar la opción Absolute (Absoluta) y para finalizar dar click en el visto

Contorneado de base de la pieza

Actividad		Descripción
Seleccionar nivel		Dar click en level, seleccionar el nivel contorneado y dar click en el visto.
Crear contorno		Presionar la tecla Alt + la tecla S para cambiar la vista a alámbrico, dar click en el icono de la línea y seleccionar en create line endpoint, seleccionar una esquina del sólido y asignar un valor de 200, presionar enter, hacer lo mismo con las demás esquinas, unir esquinas con una línea
Escoger mecanizado		Dar click en toolpaths, seleccionar contour, seleccionar el contorno creado, dar click en el visto
Escoger herramienta		Ir al apartado tool, seleccionar herramienta 1 creada del mecanizado anterior
Asignar profundidad de cortes	de	Seleccionar depth cuts (profundidad de cortes) y colocar 3 en paso máximo de desbaste (max rough step) y en finish step (paso de acabado) un valor de 2
Asignar número de pasadas		Seleccionar y dar marcar visto en la casilla de Multi Passes (Múltiples Pasadas), en la sección Rough (Desbaste) asignamos el valor de 2 en Number (Número) y en Spacing (Espaciado) 5, en la sección finish (Acabado) en Spacing 0.5
Colocar parámetros de movimiento	de	Seleccionar y dar click en Retract (Retraer) 25, en Feed plane (Plano de avance)10, en Top of stock (Tope de material) -90, en Depth (Profundidad) -210 y marcar la opción Absolute (Absoluta) y para finalizar dar click en el visto

Mecanizado por superficie esquinas

Actividad		Descripción
Escoger mecanizado		Dar click en toolpaths, seleccionar surface rough, escoger radial, dar click en el visto de la ventana emergente y seleccionar cavity
Seleccionar superficie		Seleccionar la superficie de las cavidades de las 4 esquinas y presionar tecla enter, dar click en el visto
Crear herramienta		Click derecho y seleccionar create new tool, asignar un valor de 7 en el apartado diameter, en flute 16, en Shank diameter 10, seleccionar paramaters y dar click en Calc. Speed/Feed y dar click en el visto

Escoger mecanizado	Dar click en toolpaths, seleccionar surface finish, escoger Parallel, dar click en el visto de la ventana emergente y seleccionar cavity
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie de las cavidades de las 4 esquinas y presionar tecla enter, dar click en el visto
Seleccionar herramienta	Escoger herramienta de diámetro 7 del mecanizado anterior y dar click en el visto

Taladrado de esquinas

Actividad	Descripción
Cambiar vista	Presionar tecla Alt + tecla con el numero 1
Escoger mecanizado	Dar click en toolpaths, seleccionar Drill (Taladrado), seleccionar el centro de los 4 orificios de las esquinas, dar click en el visto
Crear herramienta	En el apartado tool, click derecho y seleccionar create new tool, asignar un valor de 10 en el apartado diameter, en flute 87, en Shank diameter 10, seleccionar paramaters y dar click en Calc. Speed/Feed y dar click en el visto
Colocar parámetros de movimiento	Seleccionar y dar click en Retract (Retraer) 90, en Feed plane (Plano de avance)10, en Depth (Profundidad) -149 y marcar la opción Absolute (Absoluta) y para finalizar dar click en el visto

Mecanizado por superficie cilindro

Actividad	Descripción
Escoger mecanizado	Dar click en toolpaths, seleccionar surface rough, escoger radial, dar click en el visto de la ventana emergente y seleccionar cavity
Seleccionar superficie	Seleccionar toda la superficie cilíndrica y presionar tecla enter, dar click en el visto
Crear herramienta	Click derecho y seleccionar create new tool, escoger end mill, asignar un valor de 7 en el apartado diameter, en flute 16, en Shank diameter 10 y dar click en Calc. Speed/Feed y dar click en el visto
Seleccionar centro del cilindro	Dar click en el centro de la circunferencia del cilindro y presionar enter

Mecanizado por superficie de la cavidad de la base del cilindro

Actividad	Descripción
Escoger mecanizado	Dar click en toolpaths, seleccionar surface rough, escoger radial, dar click en el visto de la ventana emergente y seleccionar cavity
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie de la cavidad de la base del cilindro y presionar tecla enter, dar click en el visto
Escoger herramienta	Ir al apartado tool, seleccionar herramienta creada del mecanizado anterior y dar click en el visto
Seleccionar centro del cilindro	Dar click en el centro de la circunferencia del cilindro y presionar la tecla enter

Posicionar pieza

Actividad	Descripción
Importar archivo	Abrir, Mastercam, seleccionar file y dar click en Open, buscar archivo en formato IGS
Rotar pieza	Dar click en Translate 3D, seleccionar el sólido, presionar la tecla enter, en la ventana emergente marcar Move, en apartado Source view seleccionar Front
Cambiar ubicación	Presionar Alt + 1 para cambiar a vista superior, dar click en Translate, seleccionar el sólido, presionar la tecla enter, en la ventana emergente marcar Move, en apartado Delta colocar en X 125, en Y 125, en Z - 104
Asignar dimensiones del material	Seleccionar Machine Type, Mill, dar click en default, dar click en properties y en Stock setup, en X, Y colocar 250 y en Z 205, en el apartado Stock Origin en X, Y colocar 125

Taladrado de esquinas

Actividad	Descripción
Seleccionar mecanizado	Dar click en toolpaths y seleccionar drill (Taladrado) y dar click en el centro de los 4 orificios a realizar, dar click en el visto
Crear herramienta	Seleccionar tool, y dar click derecho en el recuadro blanco y seleccionar create new tool, dar click en drill, colocar en diameter 10, en flute 87, en overall 90, seleccionar paramaters y dar click en Calc. Speed/Feed, dar click en el visto
Seleccionar parámetros de taladrado	Seleccionar linking paramaters, colocar en absolute todos los parámetros, en Depth poner el valor de -60, dar click en el visto

Mecanizado por superficie de Anillo central

Actividad	Descripción
Seleccionar superficie	Dar click en toolpaths y seleccionar Surface finish y dar click en parallel, dar click en el visto y seleccionar cavity, dar click en el visto, marcar la superfice del anillo central,
Crear herramienta	Dar click derecho en el recuadro en blanco, seleccionar create new tool, en diameter colocar 8, en flute 20, seleccionar paramaters y dar click en Calc. Speed/Feed, dar click en el visto
Seleccionar superficie	Dar click en toolpaths y seleccionar surface Rough y dar click en poket, dar click en el visto y seleccionar cavity, dar click en el visto, marcar la superficie del anillo central y presionar enter

Crear herramienta	En el apartado tool, click derecho y seleccionar create new tool, asignar un valor de 14 en el apartado diameter, en flute 16, seleccionar paramaters y dar click en Calc. Speed/Feed y dar click en el visto
-------------------	---

Mecanizado por Superficie de Anillos laterales

Actividad	Descripción
Seleccionar superficie	Dar click en toolpaths y seleccionar surface Rough y dar click en poket, dar click en el visto y seleccionar cavity, dar click en el visto, marcar la superfice de las paredes de los orificios laterales.
Seleccionar herramienta	En el apartado de tool parameters, seleccionar la herramienta de 14 de diameter y 16 en el apartado flute, dar click en el visto

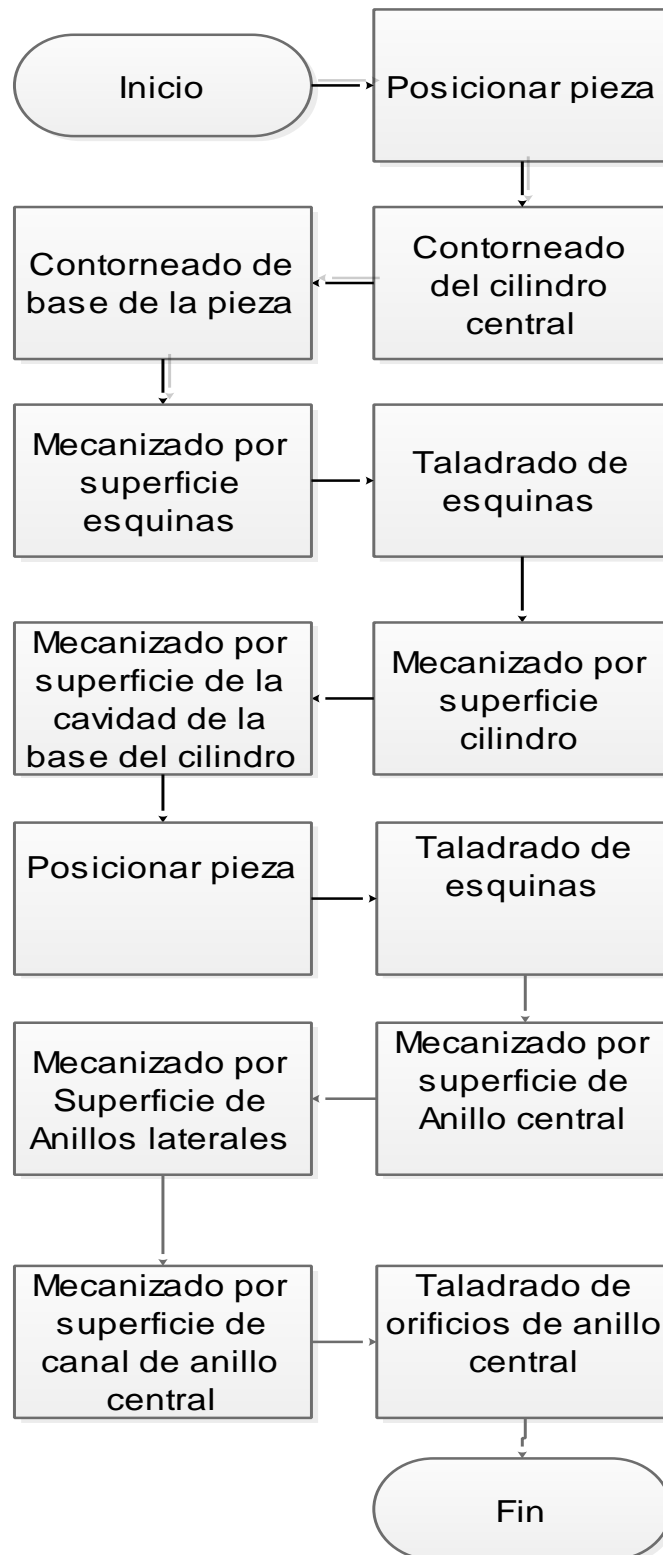
Mecanizado por superficie de canal de anillo central

Actividad	Descripción
Seleccionar superficie	Dar click en toolpaths y seleccionar surface Rough y dar click en parallel, dar click en el visto y seleccionar cavity, dar click en el visto, marcar la superficie de las paredes de las paredes del canal.
Seleccionar herramienta	En el apartado de tool parameters, seleccionar la herramienta de 8 de diameter y 22 en el apartado flute, dar click en el visto
Seleccionar superficie	Dar click en toolpaths y seleccionar surface Finish y dar click en parallel, dar click en el visto y seleccionar cavity, dar click en el visto, marcar la superficie de las paredes del canal.
Seleccionar herramienta	En el apartado de tool parameters, seleccionar la herramienta de 8 de diameter y 22 en el apartado flute, dar click en el visto

Taladrado de orificios de anillo central

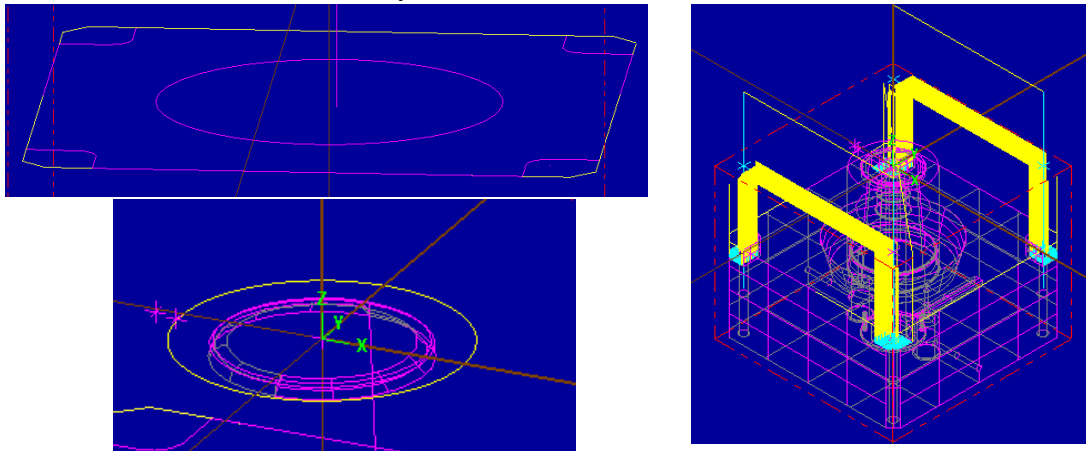
Actividad	Descripción
Seleccionar superficie	Dar click en toolpaths y seleccionar drill (Taladrado) y dar click en el centro de los 4 orificios a realizar, dar click en el visto
Crear herramienta	Seleccionar tool, y dar click derecho en el recuadro blanco y seleccionar create new tool, dar click en drill, colocar en diameter 4, en flute 44, seleccionar paramaters y dar click en Calc. Speed/Feed, dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar linking parameters, colocar en absolute todos los parámetros, en Depth poner el valor de -30, dar click en el visto

9. Diagramas de flujo:

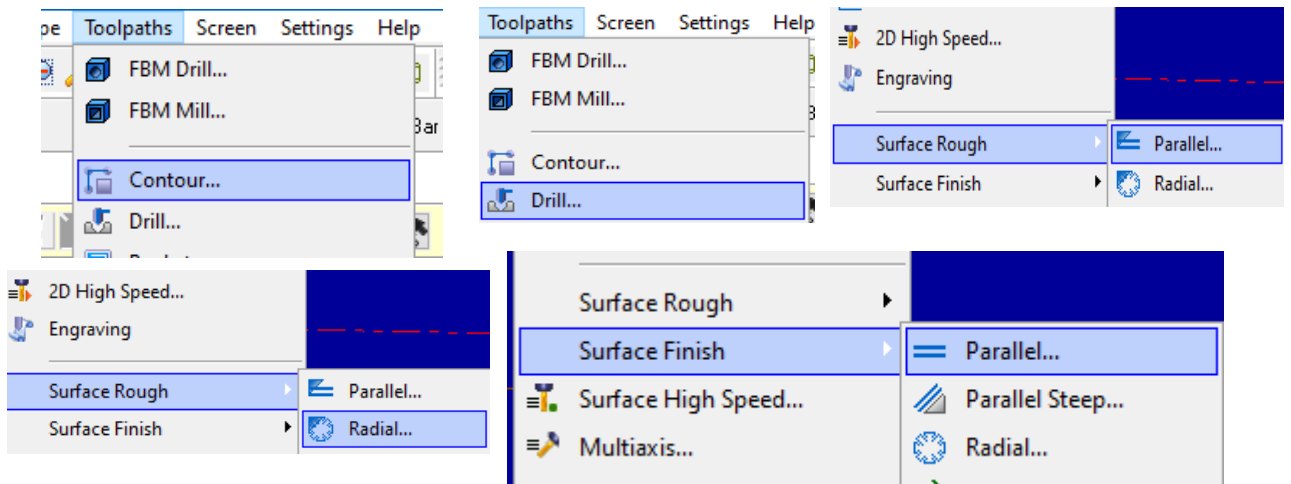


10. Anexos

Anexo 1: Áreas de contorneado, circunferencia para contorno de cilindro central, contorno de la base del molde y recorrido de la herramienta



Anexo 2: Procesos de mecanizado utilizados

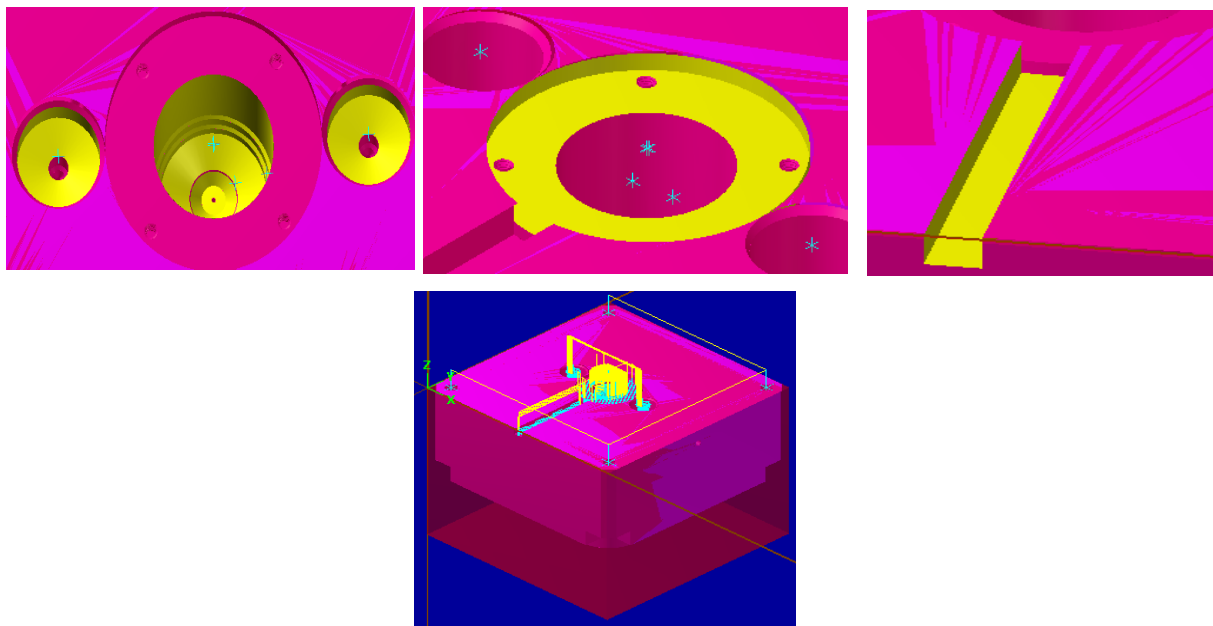


Anexo 3: Herramientas para el mecanizado y dimensiones de la herramienta

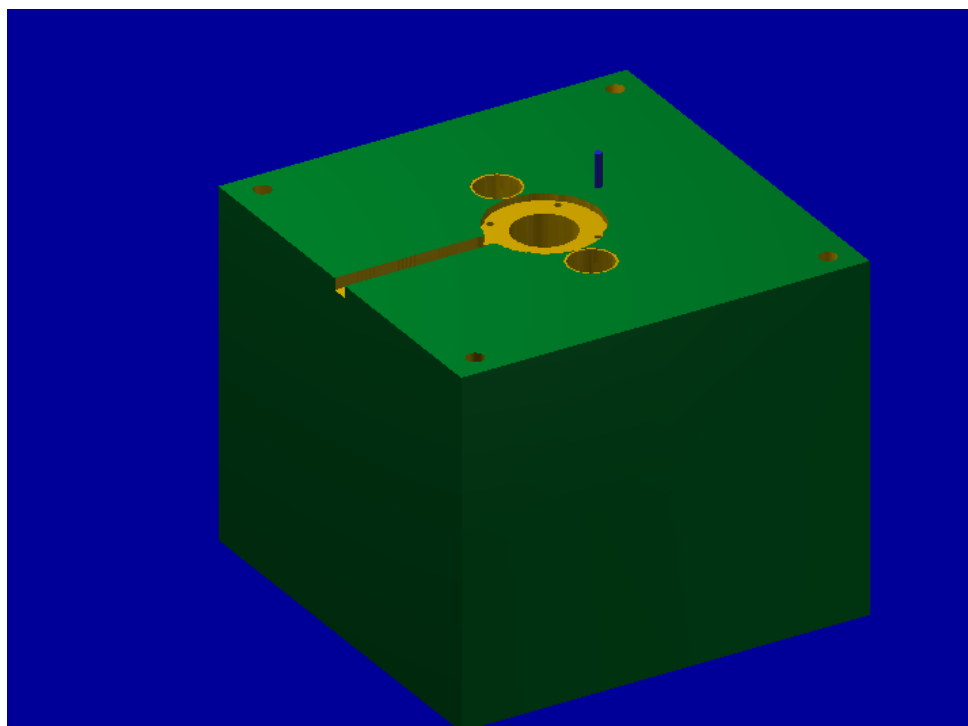
#	Tool Name	Dia.	Cor. rad.	Length	# l
1	1...	1...	0.0	25.0	4
2	7.0	0.0	16.0	4	
3	7.0	0.0	16.0	4	
4	1...	0.0	10.0	4	
5	1...	0.0	87.0	2	


#	Tool Name	Dia.	Cor. rad.	Length
1	1...	0.0	87.0	
2	8.0	0.0	20.0	
3	3.0	0.0	9.0	
4	1...	0.0	120.0	
5	1...	0.0	16.0	
6	4.0	0.0	43.0	

Anexo 4: Superficies a mecanizar y recorrido de la herramienta




Anexo 5: Mecanizado final



	Manual de procedimiento para elaborar Anillo centrador	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	16 de 43
		Código:	UNACH-NII-MMI-003

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXO

	Manual de procedimiento para elaborar Anillo centrador	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	17 de 43
		Código:	UNACH-NII-MMI-003

1. Objetivo

Proporcionar una guía detallada y sistemática para realizar operaciones de mecanizado en una máquina CNC para elaborar un anillo centrador de molde de inyección de polímeros para vasos plásticos

2. Alcance

Este manual está destinado a estudiantes de ingeniería industrial en la asignatura de máquinas y herramientas. Que deseen elaborar un anillo centrado de moldes de inyección de polímeros para vasos plásticos

3. Definiciones

- **Contorneado:** Operación de mecanizado en la que se sigue el contorno exterior de una pieza para darle forma.
- **Taladrado:** Operación de mecanizado que implica la creación de agujeros cilíndricos en una pieza de trabajo.
- **Vaciado:** Operación de mecanizado en la que se elimina material de una cavidad o área interior de una pieza de trabajo.
- **Mecanizado de superficies:** Operación de mecanizado que implica el acabado y suavizado de una superficie en una pieza de trabajo.
- **Herramienta de corte:** Elemento utilizado en la máquina CNC para realizar la remoción de material en la pieza de trabajo.
- **Velocidad de avance:** Velocidad a la que la herramienta de corte se mueve a través de la pieza de trabajo durante el mecanizado.
- **Velocidad del husillo:** Velocidad de rotación del husillo que sostiene y gira la herramienta de corte.
- **Profundidad de corte:** Distancia que la herramienta de corte penetra en la pieza de trabajo en cada pasada.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001:2015
- Planos

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

7. Herramientas

Software Master Cam

8. Procedimientos

Primer Contorneado

Actividad	Descripción
Seleccionar el apartado nivel	Dar click en el apartado level (Nivel) que se encuentra en la barra de herramientas en la parte inferior
Crear un nuevo nivel	Crear un nuevo nivel, asignar el nombre CONTORNO, un número y un color, luego dar click en el visto
Dar click un toolpaths	Dar click un toolpaths, en el apartado mill y seleccionar default
Seleccionar contour	Dar click un toolpaths seleccionar contour (contorno)
Asignar un nombre	Asignar un nombre y dar click en el visto
Seleccionar contorno	Seleccionar contorno de la pieza y dar click en el visto
Crear nueva herramienta	Dar click en tool, en el recuadro en blanco dar click derecho y create new tool
Seleccionar tipo de herramienta	Seleccionar End Mill(fresa) 10 mm Diámetro y 25 mm Longitud, luego dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) con 1000 mm/mn en spindle speed (velocidad del husillo) con 2546 rpm
Asignar valores a la profundidad de corte	En la configuración de cortes de profundidad, se recomienda seleccionar y marcar la casilla "Depth Cuts" (Profundidad de Cortes) con un valor de 2. Este valor permitirá realizar cortes más detallados y precisos. Además, es aconsejable asignar un valor de 1 a las opciones "Max gross step" (Paso máximo aproximado) y "Finish step" (Paso final).
Asignar valores de desbaste	Seleccionar y poner el visto en la casilla Multi passes (Múltiples pasadas), en el apartado Rough(desbaste), asignar un valor en Number (Numero) y Spacing (Espaciado) como creas adecuado

Determinar tipo de coordenadas y valores de movimiento	Seleccionar Linking Parameters, dar click en absulte en estos apartados, Retract (Retracción), Feed plane (plano de avance), Top of stock (Parte superior del material en bruto) y Depth (Profundidad). Colocar en Depth -8 para que tenga una profundidad de 8 mm
Simular operación de contorneado	Dar click en el visto, para establecer los parámetros, seleccionar "verify selected operations" y dar click en el botón play para comenzar con la simulación del contorneado de la pieza

Taladrado de cilindros pequeños

Actividades	Descripción
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar " Drill" (taladrado)
Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno que desees taladrar	Marca el Centro de los 5 cilindro a taladrar (se realizar un taladrado en el centro para ayudar a la herramienta y que no se desgaste)
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta DRILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.
Asignar dimensiones a la herramienta	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones de la herramienta (4 mm Diámetro y 10mm de Longitud)
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") a 1250 mm/mn y a la velocidad del husillo ("spindle speed") a 1250 rpm se puede ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "CYCLE" y elegir el estilo de mecanizado deseado, por ejemplo, (PECK DRILL, recomendable) escoge

	el que mejor te convenga, en "PECK" coloca unidades menores a 3 (es el picoteo que la pieza va a realizar). Podrías dañar la herramienta
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) coloca una profundidad de (-8) mm. En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar (colocar un valor negativo)
Aceptar	Dar click en el icono CHECK

Taladrado grande

Actividades	Descripción
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar " Drill" (taladrado)
Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno que desees taladrar	Marca el Centro de los 4 cilindros a taladrar
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta DRILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.

Asignar dimensiones a la herramienta	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones de la herramienta (8 mm Diámetro y 20 mm de Longitud)
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") a 954.8 mm/mn y a la velocidad del husillo ("spindle speed") a 4770 rpm se puede ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "CYCLE" y elegir el estilo de mecanizado deseado, por ejemplo, (PECK DRILL, recomendable) escoge el que mejor te convenga, en "PECK" coloca unidades menores a 3 (es el picoteo que la pieza va a realizar). Podrías dañar la herramienta
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) coloca una profundidad de (-8) mm. En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar (colocar un valor negativo)
Aceptar	Dar clic en el icono CHECK

Vaciado

Actividades	Descripción
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar "Pocket" (vaciado)

Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno a mecanizar	Da click en la circunferencia central.
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta requerida END MILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.
Asignar dimensiones a la herramienta	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones 8 mm Diámetro y 25 mm Longitud
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") a 1000 mm/mn y a la velocidad del husillo ("spindle speed") a 2546 rpm se puede ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte.
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "ROUGHING" y seleccionar el mecanizado que le ofrezca más beneficios. (prueba el que te ayude más)
Configuraciones de entrada	Hacer click en "HELIX" o "RAMP", escoge el radio medio recuerda debe ser menos de 46 mm
Configuración de salida	Escoger el número de pasadas finales y de cuantos milímetros se deben realizar
Configurar profundidad de cortes	Hacer clic en "Depth Cuts" y seleccionar la casilla correspondiente.
Asignar valores a "Max rough step" y "Finish step"	Ingresar los valores numéricos para el paso máximo brusco "Max rough step" RECUERDA

	que no sobre pase de 3 mm se podría romper la herramienta o sufrir un gran desgaste y el paso de acabado "Finish step" y "N° finish Cuts" escoge el número de pasadas finales.
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad). En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar coloca (-8) mm.
Aceptar	Dar clic en el icono CHECK

Primer mecanizado en bruto de superficie

Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado parallel	Dar click en toolpaths, seleccionar surface rough y dar click en parallel En caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid y selecciona la superficie a mecanizar.
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar herramienta 8mm Diámetro y 25 mm Longitud, para finalizar dar click en el visto

Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) a 1900 mm/mn y en spindle speed (velocidad del husillo) a 4770 rpm según el tipo de material, para final dar click en visto
Establecer Espacio de mecanizado	Max stepover coloca cantidades menores a 5 debido a que no podría cubrir toda la superficie y dar click en check

Acabados de mecanizado de superficies

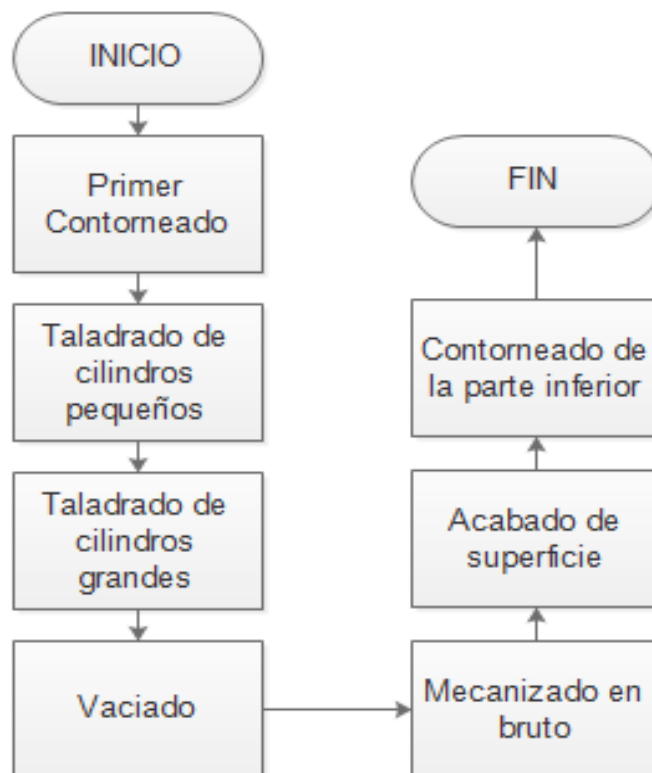
Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado para Radial	Dar click en toolpaths, seleccionar Surface finish y dar click en radial En caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid y selecciona la superficie a mecanizar.
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar herramienta 8mm Diámetro y 25 mm Longitud, para finalizar dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) a 1900 mm/mn y en spindle speed (velocidad del husillo) 4770 rpm según el tipo de material, para final dar click en visto
Selección de punto de mecanizado	Selecciona un punto desde donde va a comenzar a mecanizar enseguida se comenzará a crear las líneas de mecanizado.

Contorneado de la parte inferior

Actividad	Descripción
Rotar la pieza	Rotar la pieza en el mecanizado real
Seleccionar el apartado nivel	Dar click en el apartado level (Nivel) que se encuentra en la barra de herramientas en la parte inferior
Crear un nuevo nivel	Crear un nuevo nivel, asignar el nombre CONTORNO INFERIOR, un número y un color, luego dar click en el visto
Dar click un toolpaths	Dar click un toolpaths, en el apartado mill y seleccionar default
Seleccionar contour	Dar click un toolpaths seleccionar contour (contorno)
Asignar un nombre	Asignar un nombre y dar click en el visto
Seleccionar contorno	Seleccionar contorno de la pieza y dar click en el visto

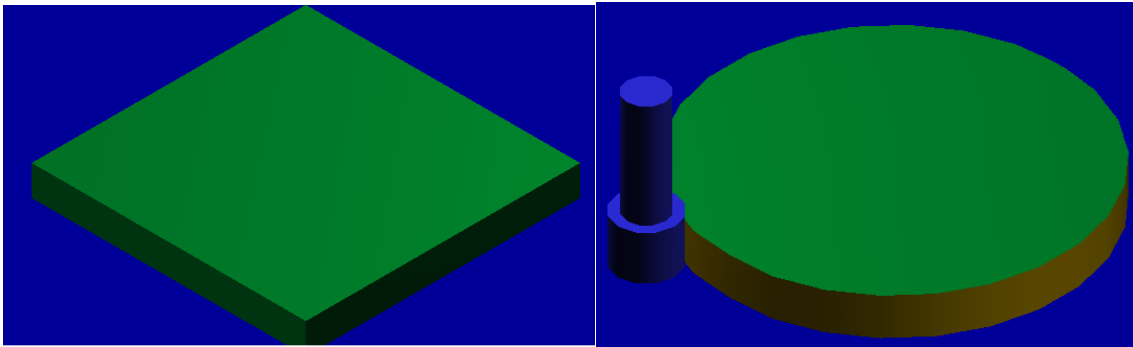
Crear nueva herramienta	Dar click en tool, en el recuadro en blanco dar click derecho y create new tool
Seleccionar tipo de herramienta	Seleccionar End Mill(fresa) 10 mm Diámetro y 25 mm Longitud, luego dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) con 1000 mm/mn en spindle speed (velocidad del husillo) con 2546 rpm
Asignar valores a la profundidad de corte	En la configuración de cortes de profundidad, se recomienda seleccionar y marcar la casilla "Depth Cuts" (Profundidad de Cortes) con un valor de 2. Este valor permitirá realizar cortes más detallados y precisos. Además, es aconsejable asignar un valor de 1 a las opciones "Max gross step" (Paso máximo aproximado) y "Finish step" (Paso final).
Asignar valores de desbaste	Seleccionar y poner el visto en la casilla Multi passes (Múltiples pasadas), en el apartado Rough(desbaste), asignar un valor en Number (Numero) y Spacing (Espaciado) como creas adecuado
Determinar tipo de coordenadas y valores de movimiento	Seleccionar Linking Parameters, dar click en absulte en estos apartados, Retract (Retracción), Feed plane (plano de avance), Top of stock (Parte superior del material en bruto) y Depth (Profundidad). Colocar en Depth -4 para que tenga una profundidad de 8 mm
Simular operación de contorneado	Dar click en el visto, para establecer los parámetros, seleccionar "verify selected operations" y dar click en el botón play para comenzar con la simulación del contorneado de la pieza

9. Diagrama de flujo:

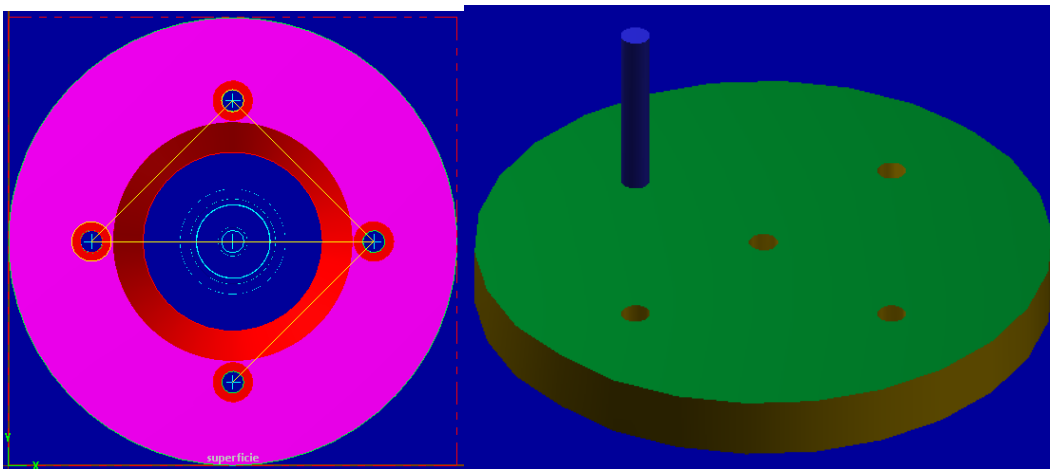


10. Anexos

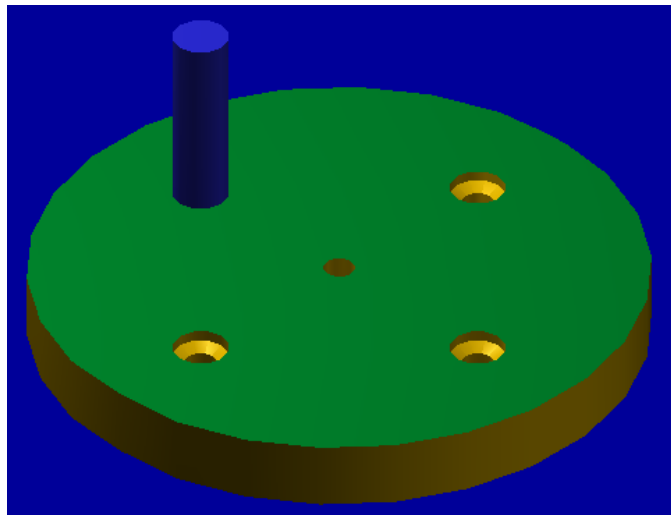
Anexo 1: Primer Contorneado



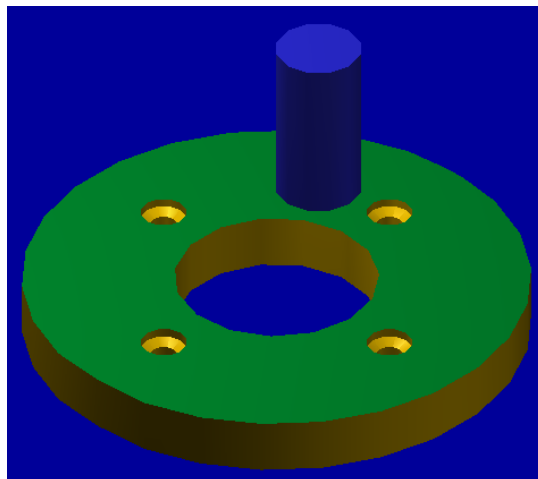
Anexo 2: Taladrado de cilindros pequeños



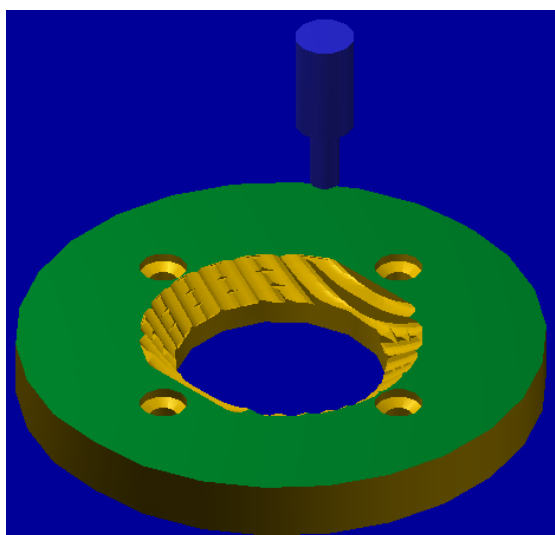
Anexo 3: Taladrado grande



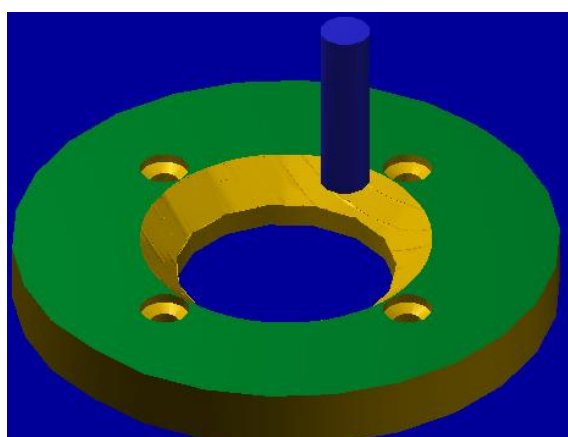
Anexo 4: Vaciado



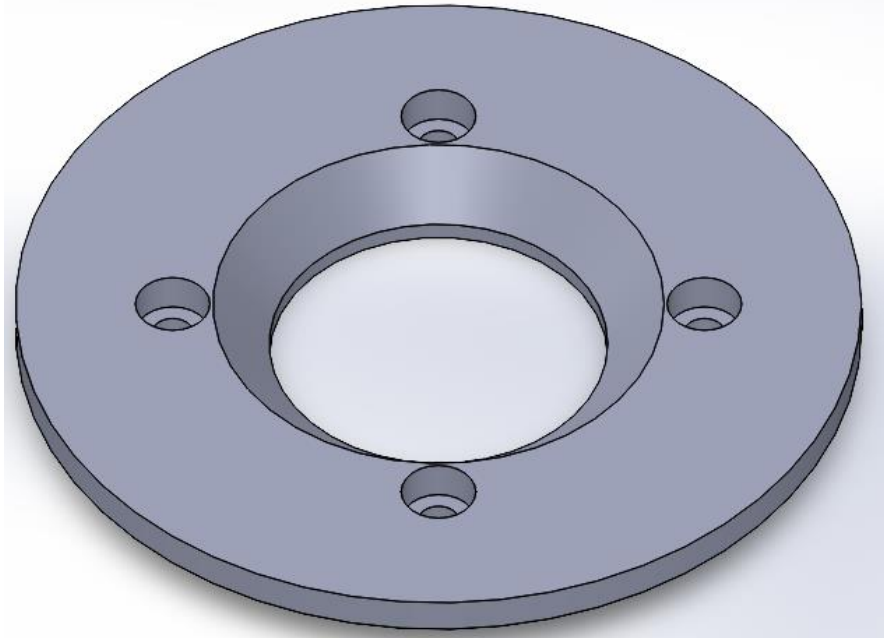
Anexo 5: Primer mecanizado en bruto de superficie




Anexo 6: Acabados de mecanizado de superficies




Anexos 7: Contorneado de la parte inferior



	Manual de procedimiento para elaborar placa móvil cavidad	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	29 de 43
		Código:	UNACH-NII-MMI-004

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXO

	Manual de procedimiento para Placa móvil cavidad	Versión:	0.1
		Fecha:	09/05/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	30 de 43
		Código:	UNACH-NII- MMI-004

1. Objetivo

Proporcionar una guía detallada y sistemática para realizar operaciones de mecanizado en una máquina CNC para elaborar Placa móvil cavidad de molde de inyección de polímeros para vasos plásticos

2. Alcance

Este manual está destinado a estudiantes de ingeniería industrial en la asignatura de máquinas y herramientas. Que deseen elaborar Placa móvil cavidad de moldes de inyección de polímeros para vasos plásticos

3. Definiciones

- **Contorneado:** Operación de mecanizado en la que se sigue el contorno exterior de una pieza para darle forma.
- **Mecanizado de superficies:** Operación de mecanizado que implica el acabado y suavizado de una superficie en una pieza de trabajo.
- **Vaciado:** Operación de mecanizado en la que se elimina material de una cavidad o área interior de una pieza de trabajo.
- **Taladrado:** Operación de mecanizado que implica la creación de agujeros cilíndricos en una pieza de trabajo.
- **Herramienta de corte:** Elemento utilizado en la máquina CNC para realizar la remoción de material en la pieza de trabajo.
- **Velocidad de avance:** Velocidad a la que la herramienta de corte se mueve a través de la pieza de trabajo durante el mecanizado.
- **Velocidad del husillo:** Velocidad de rotación del husillo que sostiene y gira la herramienta de corte.
- **Profundidad de corte:** Distancia que la herramienta de corte penetra en la pieza de trabajo en cada pasada.

4. Documentos de referencia

- MANUAL FANUC Oi-MD OPERADOR
- ISO 9001:2015
- Planos

5. Responsable

Operador de la maquina

6. Equipos:

Computador

7. Herramientas

Software Master Cam

8. Procedimientos

Contorneado

Actividad	Descripción
Seleccionar el apartado nivel	Dar click en el apartado level (Nivel) que se encuentra en la barra de herramientas en la parte inferior
Crear un nuevo nivel	Crear un nuevo nivel, asignar el nombre CONTORNO, un número y un color, luego dar click en el visto
Dar click un toolpaths	Dar click un toolpaths, en el apartado mill y seleccionar default
Seleccionar contour	Dar click un toolpaths seleccionar contour (contorno)
Asignar un nombre	Asignar un nombre y dar click en el visto
Seleccionar contorno	Seleccionar contorno de la pieza y dar click en el visto
Crear nueva herramienta	Dar click en tool, en el recuadro en blanco dar click derecho y create new tool
Seleccionar tipo de herramienta	Seleccionar End Mill(fresa) 10 mm Diámetro y 25 mm Longitud, luego dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) con 1000 mm/mn en spindle speed (velocidad del husillo) con 2546 rpm
Asignar valores a la profundidad de corte	En la configuración de cortes de profundidad, se recomienda seleccionar y marcar la casilla "Depth Cuts" (Profundidad de Cortes) con un valor de 2. Este valor permitirá realizar cortes más detallados y precisos. Además, es aconsejable asignar un valor de 1 a las opciones "Max gross step" (Paso máximo aproximado) y "Finish step" (Paso final).
Asignar valores de desbaste	Seleccionar y poner el visto en la casilla Multi passes (Múltiples pasadas), en el apartado Rough(desbaste), asignar un valor en Number (Numero) y Spacing (Espaciado) como creas adecuado

Determinar tipo de coordenadas y valores de movimiento	Seleccionar Linking Parameters, dar click en absolute en estos apartados, Retract (Retracción), Feed plane (plano de avance), Top of stock (Parte superior del material en bruto) y Depth (Profundidad). Colocar en Depth -90 para que tenga una profundidad de 8 mm
Simular operación de contorneado	Dar click en el visto, para establecer los parámetros, seleccionar “verify selected operations” y dar click en el botón play para comenzar con la simulación del contorneado de la pieza

Superficie de boquilla

Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado para Radial	Dar click en toolpaths, seleccionar Surface finish y dar click en radial En caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid y selecciona la superficie a mecanizar.
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar herramienta 12 mm Diámetro y 30 mm Longitud, para finalizar dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) a 1900 mm/mn y en spindle speed (velocidad del husillo) 4770 rpm según el tipo de material, para final dar click en visto
Selección de punto de mecanizado	Selecciona un punto desde donde va a comenzar a mecanizar enseguida se comenzará a crear las líneas de mecanizado.

Acabado de boquilla

Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado para Radial	Dar click en toolpaths, seleccionar Surface finish y dar click en radial En caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid y selecciona la superficie a mecanizar.
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto

Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar herramienta 12 mm Diámetro y 30 mm Longitud, para finalizar dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) a 1270 mm/mn y en spindle speed (velocidad del husillo) 3180 rpm según el tipo de material, para final dar click en visto
Selección de punto de mecanizado	Selecciona un punto desde donde va a comenzar a mecanizar enseguida se comenzará a crear las líneas de mecanizado.

Vaciado

Actividades	Descripción
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar "Pocket" (vaciado)
Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno a mecanizar	Da click en la circunferencia central.
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta requerida END MILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.
Asignar dimensiones a la herramienta	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones 12 mm Diámetro y 75 mm Longitud
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") a 1270 mm/mn y a la velocidad del husillo ("spindle speed") a 3183 rpm se puede

	ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte.
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "ROUGHING" y seleccionar el mecanizado que le ofrezca más beneficios. (prueba el que te ayude más)
Configuraciones de entrada	Hacer click en "HELIX" o "RAMP", escoge el radio medio recuerda debe ser menos de 46 mm
Configuración de salida	Escoger el número de pasadas finales y de cuantos milímetros se deben realizar
Configurar profundidad de cortes	Hacer clic en "Depth Cuts" y seleccionar la casilla correspondiente.
Asignar valores a "Max rough step" y "Finish step"	Ingresar los valores numéricos para el paso máximo brusco "Max rough step" RECUERDA que no sobre pase de 3 mm se podría romper la herramienta o sufrir un gran desgaste y el paso de acabado "Finish step" y "N° finish Cuts" escoge el número de pasadas finales.
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad). En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar coloca (122) mm.
Aceptar	Dar clic en el icono CHECK

Superficie de entrada

Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado para Radial	Dar click en toolpaths, seleccionar Surface finish y dar click en radial En caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid y selecciona la superficie a mecanizar.
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar herramienta 6 mm Diámetro y 20 mm Longitud, para finalizar dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) a 2546 mm/mn y en spindle speed (velocidad del husillo) 6366 rpm según el tipo de material, para final dar click en visto
Selección de punto de mecanizado	Selecciona un punto desde donde va a comenzar a mecanizar enseguida se comenzará a crear las líneas de mecanizado.

Acabado de entrada

Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado para Radial	Dar click en toolpaths, seleccionar Surface finish y dar click en radial En caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid y selecciona la superficie a mecanizar.
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar herramienta 6 mm Diámetro y 20 mm Longitud, para finalizar dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) a 2546 mm/mn y en spindle speed (velocidad del husillo) 6366 rpm según el tipo de material, para final dar click en visto

Selección de punto de mecanizado	Selecciona un punto desde donde va a comenzar a mecanizar enseguida se comenzará a crear las líneas de mecanizado.
----------------------------------	--

Superficie de vaso

Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado para Radial	Dar click en toolpaths, seleccionar Surface finish y dar click en radial En caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid y selecciona la superficie a mecanizar.
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar herramienta 6 mm Diámetro y 75 mm Longitud, para finalizar dar click en el visto
Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) a 2546 mm/mn y en spindle speed (velocidad del husillo) 6366 rpm según el tipo de material, para final dar click en visto
Selección de punto de mecanizado	Selecciona un punto desde donde va a comenzar a mecanizar enseguida se comenzará a crear las líneas de mecanizado.

Acabado de vaso

Actividades	Descripción
Seleccionar mecanizado para Radial	Dar click en toolpaths, seleccionar Surface finish y dar click en radial En caso de que la pieza no este creada en sólido, dar click en Create (Crear), seleccionar surface (Superficie) y dar click en From solid y selecciona la superficie a mecanizar.
Seleccionar cavity	Dar click en el visto de la venta emergente, seleccionar cavity y dar click en el visto
Seleccionar superficie	Seleccionar la superficie a mecanizar y presionar enter, dar click en el visto de la ventana emergente
Crear herramienta	Dar click derecho en la ventana de tool parameters, seleccionar create new tool
Seleccionar herramienta	Seleccionar la herramienta End Mill, y asignar herramienta 6 mm Diámetro y 75 mm Longitud, para finalizar dar click en el visto

Establecer la velocidad y avance	Asignar valores en feed rate (velocidad de avance) a 2546 mm/mn y en spindle speed (velocidad del husillo) 6366 rpm según el tipo de material, para final dar click en visto
Selección de punto de mecanizado	Selecciona un punto desde donde va a comenzar a mecanizar enseguida se comenzará a crear las líneas de mecanizado.

Taladrado

Actividades	Descripción
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar " Drill" (taladrado)
Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno que desees taladrar	Marca el Centro de los 4 cilindro a taladrar
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta DRILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.
Asignar dimensiones a la herramienta	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones de la herramienta (10 mm Diámetro y 75 mm de Longitud)
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") a 1250 mm/mn y a la velocidad del husillo ("spindle speed") a 1250 rpm se puede ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "CYCLE" y elegir el estilo de mecanizado deseado, por ejemplo, (PECK DRILL, recomendable) escoge el que mejor te convenga, en "PECK" coloca unidades menores a 3 (es el picoteo que la pieza va a realizar). Podrías dañar la herramienta

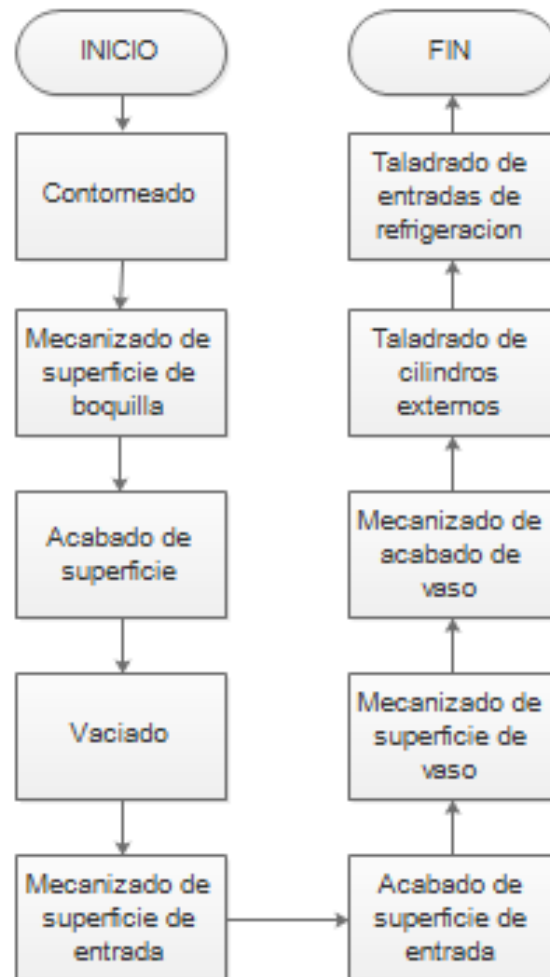
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) coloca una profundidad de (-8) mm. En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar (colocar un valor negativo)
Aceptar	Dar click en el icono CHECK

Dar la vuelta y taladrar

Actividades	Descripción
Gira hacia las caras laterales	Gira hacia los laterales con un ángulo de 23°
Seleccionar tipo de trayectoria	Hacer clic en "Toolpaths" y luego seleccionar " Drill" (taladrado)
Asignar nombre al archivo y confirmar	Ingresar un nombre para el archivo y hacer clic en el ícono de confirmación.
Seleccionar el contorno que desees taladrar	Marca el Centro de los 12 cilindro a taladrar
Acceder a la herramienta	Hacer clic en "Tool" para configurar la herramienta de mecanizado.
Crear una nueva herramienta	Hacer clic derecho en el recuadro blanco y seleccionar "Create new tool" para crear una nueva herramienta.
Seleccionar tipo de herramienta y confirmar	Elegir el tipo de herramienta DRILL y hacer clic en el ícono de confirmación.
Editar la herramienta creada	Hacer clic derecho en la herramienta creada y seleccionar "Edit tool" para editar sus parámetros.
Asignar dimensiones a	Ingresar los valores correspondientes a las dimensiones de la

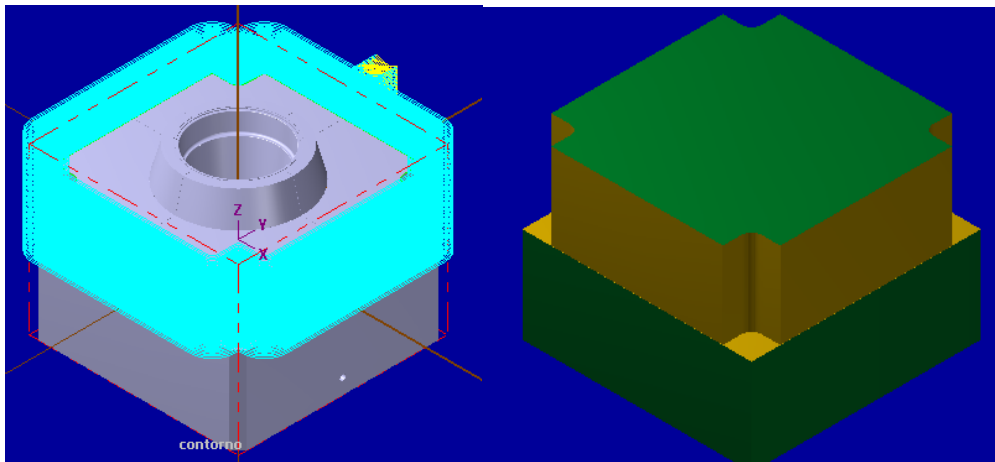
la herramienta	herramienta (4 mm Diámetro y 10mm de Longitud)
Configurar velocidad de avance y velocidad del husillo	Asignar valores a la velocidad de avance ("feed rate") a 1250 mm/mn y a la velocidad del husillo ("spindle speed") a 1250 rpm se puede ayudar de aplicaciones en internet
Seleccionar parámetros de corte	Hacer clic en "Cut parameters" para configurar los parámetros de corte
Seleccionar estilo de mecanizado	Hacer clic en "CYCLE" y elegir el estilo de mecanizado deseado, por ejemplo, (PECK DRILL, recomendable) escoge el que mejor te convenga, en "PECK" coloca unidades menores a 3 (es el picoteo que la pieza va a realizar). Podrías dañar la herramienta
Acceder a "Linking Parameters"	Hacer clic en "Linking Parameters" para configurar los parámetros de vinculación.
Configurar coordenadas absolutas	Establecer "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) en modo "Absolute" (coordenadas absolutas) en todas.
Asignar dimensiones a "Retract", "Feed plane", "Top of stock" y "Depth"	Ingresar los valores numéricos correspondientes a "Retract" (Retracción), "Feed plane" (Plano de alimentación), "Top of stock" (Parte superior del material) y "Depth" (Profundidad) coloca una profundidad de (-8) mm. En el apartado "Depth" es la profundidad que la herramienta va a mecanizar (colocar un valor negativo)
Aceptar	Dar click en el icono CHECK

9. Diagrama de flujo

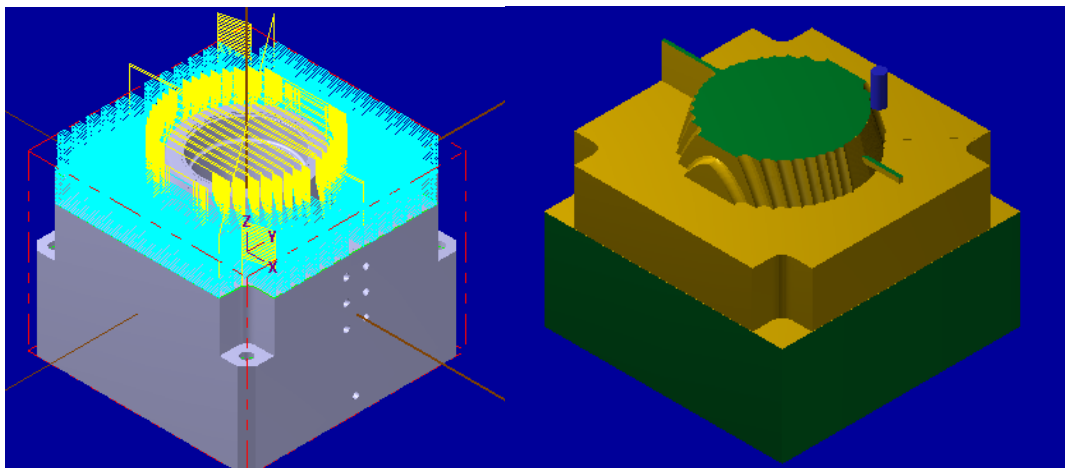


10. Anexos

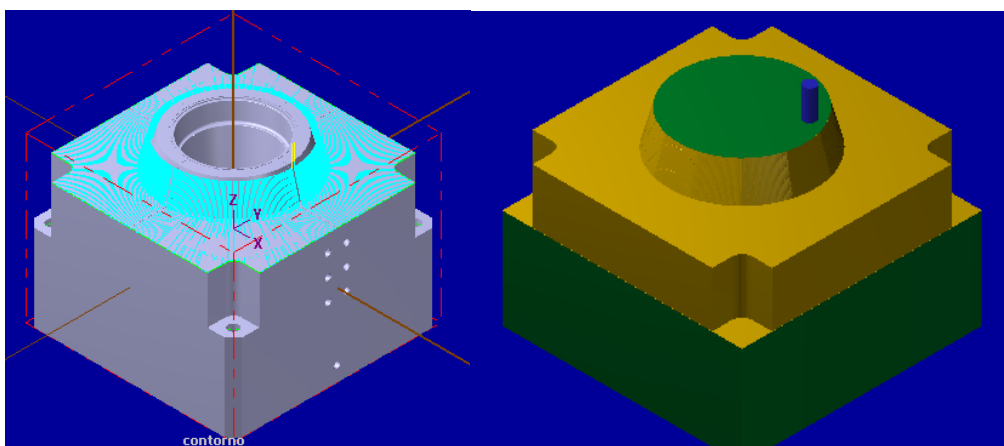
Anexo 1: Contorneado



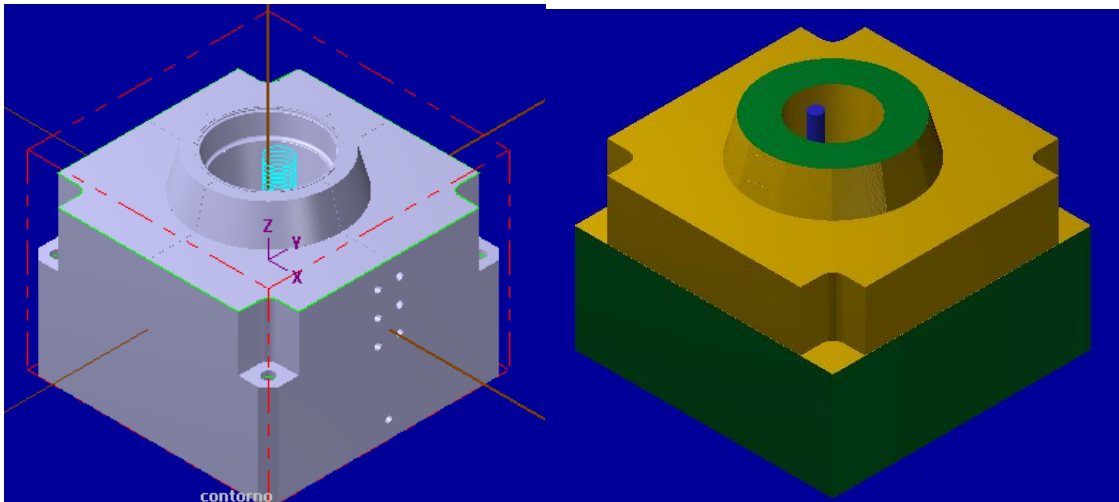
Anexo 2: Mecanizado de superficie de boquilla



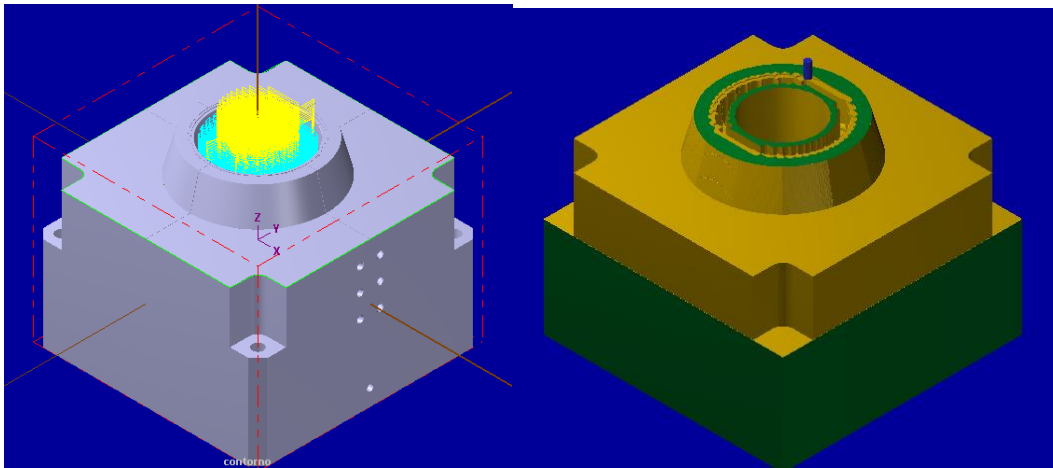
Anexo 3: Mecanizado de acabado de Boquilla



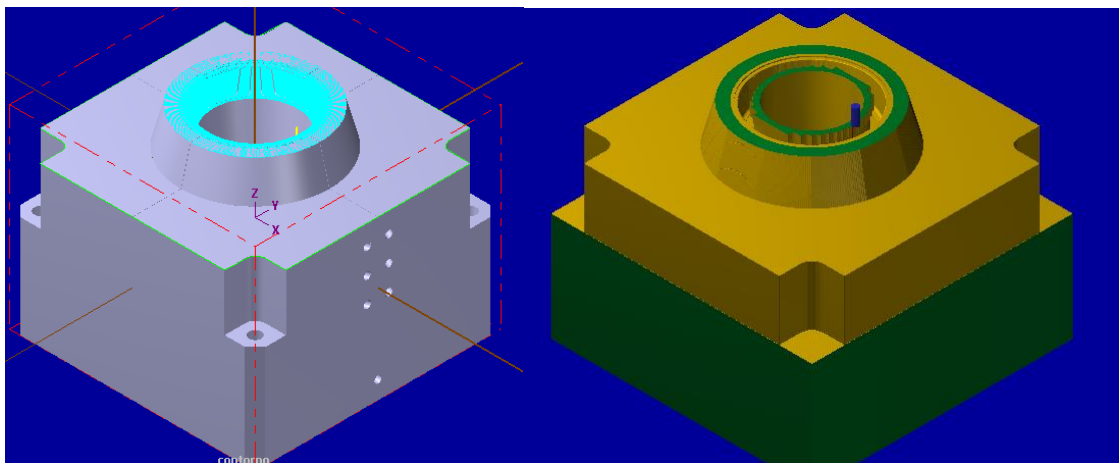
Anexo 4: Vaciado



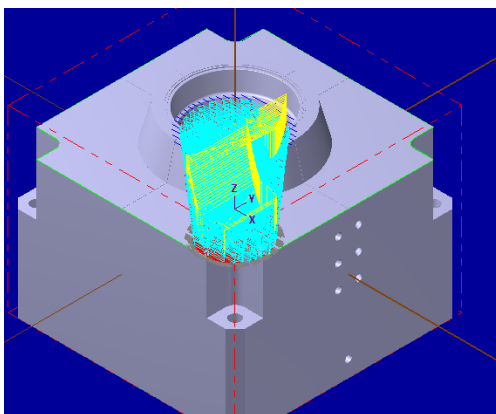
Anexo 5: Mecanizado de Superficie de entrada



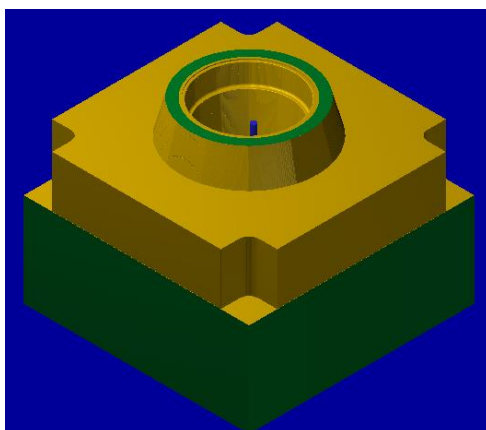
Anexo 6: Mecanizado de acabado de entrada



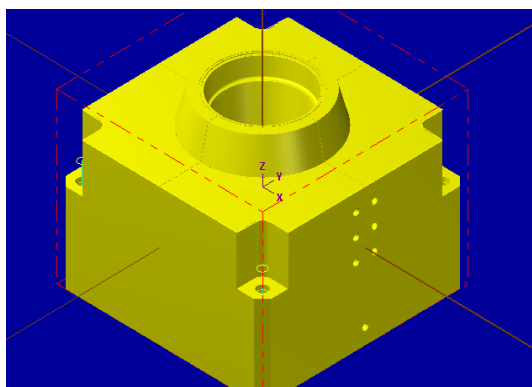
Anexo 7: Mecanizado de Superficie de Vaso



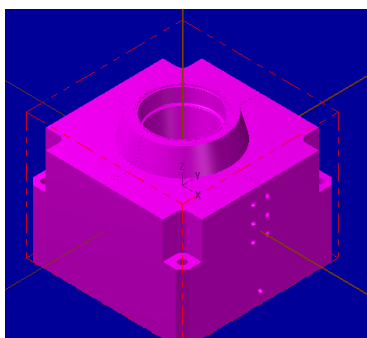
Anexo 8: Mecanizado de acabado de vaso



Anexo 9: Taladrado



Anexo 10: Taladrados laterales de refrigeración



RECOMENDACIONES GENERALES:

- Debido a que estás comenzando a operar esta máquina, pulsa el botón SBK del panel de control. Esto permitirá que la máquina ejecute el programa línea por línea, facilitando la identificación de cada operación realizada. Podrás pausar el proceso en caso de detectar un error.
- Antes de iniciar cualquier actividad en el equipo ENCERAR LA MAQUINA ya sea un cambio de herramienta o el comienzo del mecanizado, asegúrate de seguir los procedimientos adecuados. Al omitir este paso puede provocar daños en la pieza y en el equipo.
- Asegúrate de colocar correctamente el portaherramientas. Este debe encajar perfectamente en el orificio correspondiente; de lo contrario, podrían ocurrir daños severos tanto en la herramienta como en la máquina.
- No modifiques bajo ninguna circunstancia los parámetros que se encuentran en la sección de SETTINGS. Alterar estos parámetros podría descalibrar la máquina, afectando su precisión y rendimiento.
- Utiliza siempre los equipos de protección personal (EPP) recomendados y asegúrate de cerrar la compuerta antes de iniciar el mecanizado. Esto es crucial para garantizar la seguridad tanto del operador como de la máquina.
- Antes de realizar el mecanizado real, simula el proceso en el programa CAM. Esta simulación ayuda a identificar y corregir posibles errores, previniendo daños tanto en la máquina como al operador.
- Antes de realizar el mecanizado, se debe generar el sólido a mecanizar en un programa CAD. Guarde el archivo en formato IGS y posicionar el sólido adecuadamente. Consulte los documentos UNACH-NII-MPM-001 y UNACH-NII-MPM-002 para más detalles.
- Activar el botón de lubricación mensualmente para prevenir deterioro y obstrucciones en las vías del lubricante.
- Ajustar la velocidad de trabajo girando la perilla FEEDRATE OVERRIDE en el panel de control. Se recomienda mantenerla al 50% para minimizar riesgos de colisión.
- Para cargar programas en la memoria del CNC, asegurar que la llave de configuración de parámetros esté insertada en el equipo y colocada en la posición (I).

- Fijar firmemente el material a la mordaza antes de iniciar el mecanizado para evitar movimientos y errores en el proceso.
- Evitar el uso de madera como material de mecanizado. Sus residuos pueden dañar las guías lineales que permiten el desplazamiento de los carros.
- Cuando la memoria del CNC este llena, eliminar programaciones previamente guardadas, cabe recalcar que no se deben borrar las programaciones que no tienen nombre, ya que son parámetros de calibración de la máquina.
- Medir con precisión las herramientas para prevenir colisiones entre el cono portaherramientas y el material a mecanizar.
- Cambiar las baterías de los ejes cada 11 meses. Realizar este procedimiento con el equipo encendido, respetando la polaridad correcta, previo a la extracción de las baterías tomar foto para ver en la posición en la que se encuentran.

BIBLIOGRAFÍA

- Guzmán, O. J. (2019). *Sistema automatizado para corte por plasma para la Empresa Invenios 3D* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO].
[https://repositorio.utAlfonso, E. Y., & Ortiz, C. A. \(2021\).](https://repositorio.utAlfonso, E. Y., & Ortiz, C. A. (2021).) *Diseño y simulacion de molde de inyeccion de plastico para las tapas del envase de pegastic de 40g.* UNIVERSIDAD LIBRE.
- Arias, F. L. (2021). *Propuesta de un plan basado en RCM para evitar la indisponibilidad del torno CNC EMCO 250 en la empresa ARCRING INGENIEROS SAC* [Universidad Tecnológica del Perú].
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/5167>
- Belloví, M. B., Ramos, R. M. O., París, C. M., SEAT, S. A., & Trabajo, C. N. de C. de. (2004). Análisis modal de fallos y efectos . AMFE Introducción. *English*, 1–10.
- Bolivar, F. (2012). *Módulo control numérico computarizado*. 143.
https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36987933/Modulo_Control_Numerico_Computarizado.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1549322967&Signature=s2vnMB2i7Q8aSR44VK6BRdrZxME%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DMODULO_C
- Buenaño, N. E. (2017). *MANUAL DE PRÁCTICAS PARA EL TORNO SHADONG SLK 6140 CNC DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR DE CHIMBORAZO* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6423/1/85T00426.pdf>
- Castro, J. M. (2022). *Diseño y estudio de parámetros para la fabricación de un portaherramientas para torno CNC* [Escuela Politécnica Nacional].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22734>
- Contreras, D. G. (2017). *Plan De Mantenimiento Para Tornos Cnc De Renault Cormecánica* [UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA].
<https://hdl.handle.net/11673/43782>
- Crespo, A. (2006). The Maintenance Management Framework. En *Springer*. trademarks. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4588-2>
- Cuatrecasas, L. (2005). Gestión Integral de la Calidad: implantación control y certificación. En *Gestion integral de la calidad*.
https://books.google.com.ec/books?id=k449DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., & Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162–167.
[//www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es)
- Dirección General de la Carrera Judicial. (2007). Manual De Politicas, Normas Y Procedimientos Para El Personal Administrativo. *Poder Judicial*, 1, 103.
https://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic5_reptom_pj_anep.pdf
- Escobar, M. Á. (2013). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOLDE PARA INYECCIÓN DE UN CASCO DECORATIVO DE PLÁSTICO, UTILIZANDO INGENIERÍA CAD/ CAM* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2479>
- Espejo, A. L. (2018). *Diseño de un Sistema de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de los Tornos de la Empresa Full* [Universidad César

- Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64446%0A>
- Fernández, F. (2013). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO A UN SISTEMA DE MOLIENDA VERTICAL DE CEMENTO*. Universidad Católica Santa María Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales.
- García, S. (2009). Ingeniería de mantenimiento. En *Ingeniería química (Madrid)* (Vol. 31, Número 360). <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>
- Garnero, P., Ripani, L., Florencia, M., Coordinación, M., & Basco, A. I. (2023). *América Latina en movimiento: competencias y habilidades para la cuarta revolución Industrial en el contexto de pospandemia*. <https://publications.iadb.org/es/node/34253>
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna* (P. E. R. Vázquez & L. C. Rojas (eds.); 3a ed.).
- Guzmán, O. J. (2019). *Sistema automatizado para corte por plasma para la Empresa Invenios 3D* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29895/1/Tesis_t1595ec.pdf
- Horne Calzada, M. B., Brito Vallina, M. L., Del Castillo Serpa, A. M., Fraga Guerra, E., & Diaz Concepción, A. (2012). Análisis de criticidad de grupos de electrogenos de la tecnología Fuel oil en Cuba. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 21(3), 1–8. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93223725010>
- Leonel, C., Arcos, B., & Patricio, E. (2024). ELEMENTOS DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL, HERRAMIENTAS Y APLICACIONES. *EDITORIAL UNACH*, 1–216. <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.113>
- Martín, M. de los A., Berbos, E., Herránz, T., Carrobles, M., Rodríguez, F., Roija, G., Sánchez, Á., Pérez, R., & Gil, J. (2005). *Manual de Mecánica Industrial* (2008a ed.).
- Merino, B. C. (2006). *Planificación y Control de la Acción*. www.pearsoneducacion.net
- Morales, G. (2019). Análisis de Criticidad. *Análisis de criticidad personalizados*, 12(3), 07–12. <https://www.redalyc.org/pdf/2251/225114976001.pdf>
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Aladon LLC.
- Ortiz, L. O. (2008). *Manual de Procesos y Procedimientos bases estratégicas y organizacionales*. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2010b/689/689.pdf>
- Parra, C., & Marquez, A. C. (2020). *Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos*. December 2019. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21197.87524>
- Restrepo, C. M. (2023). *Fundamentos de ingeniería industrial* (C. editorial: J. R. Delgado, C. de estilo: J. Sánchez, F. de cubierta: V. M. A. Jones, P. gráfica: J. C. Villamil, & D. R. G. Angulo (eds.); Editorial).
- Rojas, O., & Salas, J. (1999). *PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA SISTEMAS CAD/CAE/CAM*. 2(1560–9146), 38–47.
- Solís, S. I., Solís, T. M., Lasluisa, H. G., & Albán, E. D. (2023). Evolución Y Utilidad Del Mecanizado Cnc En El Diseño Industrial Evolution and Usefulness of Cnc Machining in Industrial Design. *Revista Científica “INGENIAR”: Ingeniería, Tecnología e Investigación.*, 6(11), 2023. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11.0083>
- Vivanco, M. E. (2017). Los manuales de procedimientos como herramientas de control

interno de una organización. En *Revista Conrado* (Vol. 9, Número 58).
<http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>

Gupta, G., Mishra, R. P., y Jain, P. (2015). Reliability Analysis and Identification of Critical Components using Markov. 2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 777-781. Doi: 10.1109/IEEM.2015.7385753.

Buenaño, E. N. (2017). *Manual de prácticas para el torno Shadong SLK 6140 CNC de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior de Chimborazo*.

EONSI. (13 de Septiembre de 2022). *EONSI INDUSTRIAL DEVELOPMENT*.
<https://eonsi.eu/centro-mecanizado/>

helloauto. (s.f.). *helloauto*. helloauto: <https://helloauto.com/glosario/puesta-a-punto>

Mordor Intelligence. (14 de Mayo de 2019). *mordorintelligence*.
<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/computer-numerical-controls-market>

Pinacho. (25 de Agosto de 2023). *pinachocnc.com*.
<https://pinachocnc.com/general/tornos-cnc-y-la-importancia-de-la-capacitacion/>


UNIR. (14 de Octubre de 2021). *ecuador.unir.net*: <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/industria-4-0/>

ANEXOS

Anexo 1 Formato Ficha Técnica

		Universidad Nacional de Chimborazo		Código	UNACH-NII-FT-XXXX	
		Taller de Máquinas y Herramientas		Versión	1	
		FICHA TECNICA		Fecha	XX/XX/XXXX	
Información General						
Máquina - Equipo	XXX X	Ubicación:	XXXX			
Fabricante	XXX X	Sección:	XXXX			
Modelo	XXX X	Código Inventario	UNACH-NII-CM-XXXX			
Características generales						
Peso		Altura		Ancho		Largo
Características técnicas						
ESPECIFICACION		MAGNITUD		UINDADES		
Tamaño de mesa		mm		700 x 320		
Función						
REVISADO POR		APROBADO POR		REALIZADO POR		

Anexo 2 Formato Check list de inspección de funcionamiento de maquinaria previo

	CHECK LIST	Código: UNACH-NII-CL-001
	CENTRO DE	Versión: 1


		MECANIZADO				
Motivo de check list		Inspección del estado técnico del equipo				
Datos de maquinaria						
Modelo: XXX		Marca: XXX			Código Inventario: XXX	
Área: XXX		Responsable del chequeo			Valoración	
		Nombre: XX XX			Fecha de elaboración	XX/XX/X X
MANUALES		PLANOS			REPUESTOS	
SI () NO ()		SI () NO ()			SI () NO ()	
B: BUENO / R: REGULAR / M: MALO / MM: MUY MALO						
Evaluación General						
ESTADO TECNICO DE:		Condición				Observaciones
SISTEMA	SUB-SISTEMA	B	R	M	MM	
MECANICO	Estructural	X				
	Desplazamiento				X	Los ejes y guías NO se desplazan.
	Husillo	X				
TOTAL		2	0	0	1	3
ESTADO TECNICO DE LA MAQUINA					75%	
OBSERVACION:						
BUENO = X*1= 11 REGULAR = X * 0.8 = 0.8 MALO = X * 0.5= 1 MUY MALO = X * 0.3 = 0.9 CONCLUSION =(13.7/17) *100%						
BUENO.		MALO			75%	
REGULAR		MUY MALO				
REVISADO POR:		APROBADO POR:			ELABORADO POR:	

Anexo 3 Formato Check list de inspección de funcionamiento de maquinaria posterior

	CHECK LIST	Código: UNACH-NII-CL-001
	CENTRO DE MECANIZADO	Versión: 1
Motivo de check list	Inspección del estado técnico del equipo	
Datos de maquinaria		

Modelo: XXX		Marca: XXX				Código Inventario: XXX	
Área: XXX		Responsable del chequeo				Valoración	
		Nombre: XX				Fecha de elaboración	XX/XX/X X
MANUALES		PLANOS				REPUESTOS	
SI () NO ()		SI () NO ()				SI () NO ()	
B: BUENO / R: REGULAR / M: MALO / MM: MUY MALO							
Evaluación General							
ESTADO TECNICO DE:		Condición				Observaciones	
SISTEMA	Componente	B	R	M	MM		
MECANICO	Carro transversal			X			
	Carro vertical				X	Presencia de residuos de viruta	
	Carro longitudinal				X	Presencia de oxido, corrosión	
TOTAL		0	0	1	2	3	
ESTADO TECNICO DE LA MAQUINA						75%	
OBSERVACION:							
BUENO = X*1= 11 REGULAR = X * 0.8 = 0.8 MALO = X * 0.5= 1 MUY MALO = X * 0.3 = 0.9 CONCLUSION =(13.7/17) *100%							
BUENO.		MALO				75%	
REGULAR		MUY MALO					
REVISADO POR:		APROBADO POR:				ELABORADO POR:	

Anexo 4 Formato Taxonomía

	Universidad Nacional de Chimborazo		Código	UNACH-NII-TX-001
	Taller de Máquinas y Herramientas		Versión	1
	(NOMBRE DE MAQUINA)		Fecha	XX/XX/XXXX
TAXONOMIA				
REALIZADO POR:	X			
CARACTERISITCAS GENERALES				
Máquina - Equipo	XXXXX	Ubicación:	XXXXX	

Fabricante	XXXXX	Sección:	XXXXX
Modelo	XXXXX	Código Inventario	UNACH-NII-CM-001
Nivel Taxonómico	Jerarquía Taxonómica		Definición
1	Industria		
2	Categoría de Negocio		
3	Categoría de Instalación		
4	Categoría de Planta / Unidad		
5	Sección / Sistema		
6	Clase de Equipo / Unidad		
7	Sub -Unidad		
8	Componente/ ítem mantenible		
9	Pieza		
REVISADO POR:		APROBADO POR:	ELABORADO POR:

Anexo 5 Formato Análisis de Criticidad Cualitativo

Sistema	Componente	Codificación	Medioambiente (E)	Seguridad (S)	Calidad (Q)	Periodo de Operación(W)	Entrega (D)	Fiabilidad (F)	Mantenibilidad (M)	Criticidad ABC
SISTEMA MECANICO	Carro transversal	CM-SM-CT-002	C	A	B	C	A	C	A	A
SISTEMA X	X	--								
SISTEMA Y	Y	--								
SISTEMA Z	Z	--								

Anexo 6 Formato AMEF

N°	SISTEMA	COMPONENTE	Codificación	MODO DE FALLA	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones
1	SISTEMA MECANICO	Carro transversal	CM-SM-CT-002			2		1		6	12	
						2		2		7	28	
2	SISTEMA X	--				1		1		1	1	
						1		1		1	1	
						1		1		1	1	
3	SISTEMAY	--				1		1		1	1	
						1		1		1	1	
4	SISTEMAMZ	--				1		1		1	1	
						1		1		1	1	

Anexo 7 Formato Matriz de Diagrama de decisión RCM

Información de referencia		Evaluación de la consecuencia				Proceso de selección			Acciones por defecto		Tipo de mantenimiento según árbol de decisión RCM	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCION DE TAREAS DE MANTENIMIENTO	
Componente	Modo de falla	H	S	E	O	M. PREDICTIVO	M. PREVENTIVO		M. DETECTIVO					M. CORRECTIVO
						H1	H2	H3	H4	S4				H5
						S1	S2	S3						
						O1	O2	O3						
						N1	N2	N3						
Carro transversal,	Perdida del sistema de referencia	S	N	N	S	NO	SI				PREVENTIVO	RECONDICIONAMIENTO CICLICO	Revisar, Limpieza y/o reemplazo de baterías	
--	--													
--	--													
REVISADO						APROBADO						REALIZADO		

Anexo 8 Formato Matriz de Estrategia de mantenimiento

Información de referencia		Tipo de árbol de mantenimiento según decisión RCM	Estrategia de Mantenimiento	Descripción de actividades de mantenimiento
Componente	Modo de falla			
Carro transversal,	Perdida del sistema de referencia	Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Revisar, Limpieza y/o reemplazo de baterías
---	----	----	----	----
REVISADO		APROBADO		ELABORADO

Anexo 9 Formato descripción del Producto

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	
Nombre del producto	---
Descripción	---
Condiciones de Almacenamiento	---
Vida Útil	---
Indicaciones de Manejo	---
Consumidor Meta	---
Modo de Uso	---


Anexo 10 Formato PEPSU

		Proceso de mecanizo					Versión:		
		Alcance:					Código:		
		Responsable:					Fecha:		
P	Proveedores	E	Entradas	P	Proceso	S	Salidas	U	Usuario

Anexo 11 Diseño del manual de procedimientos

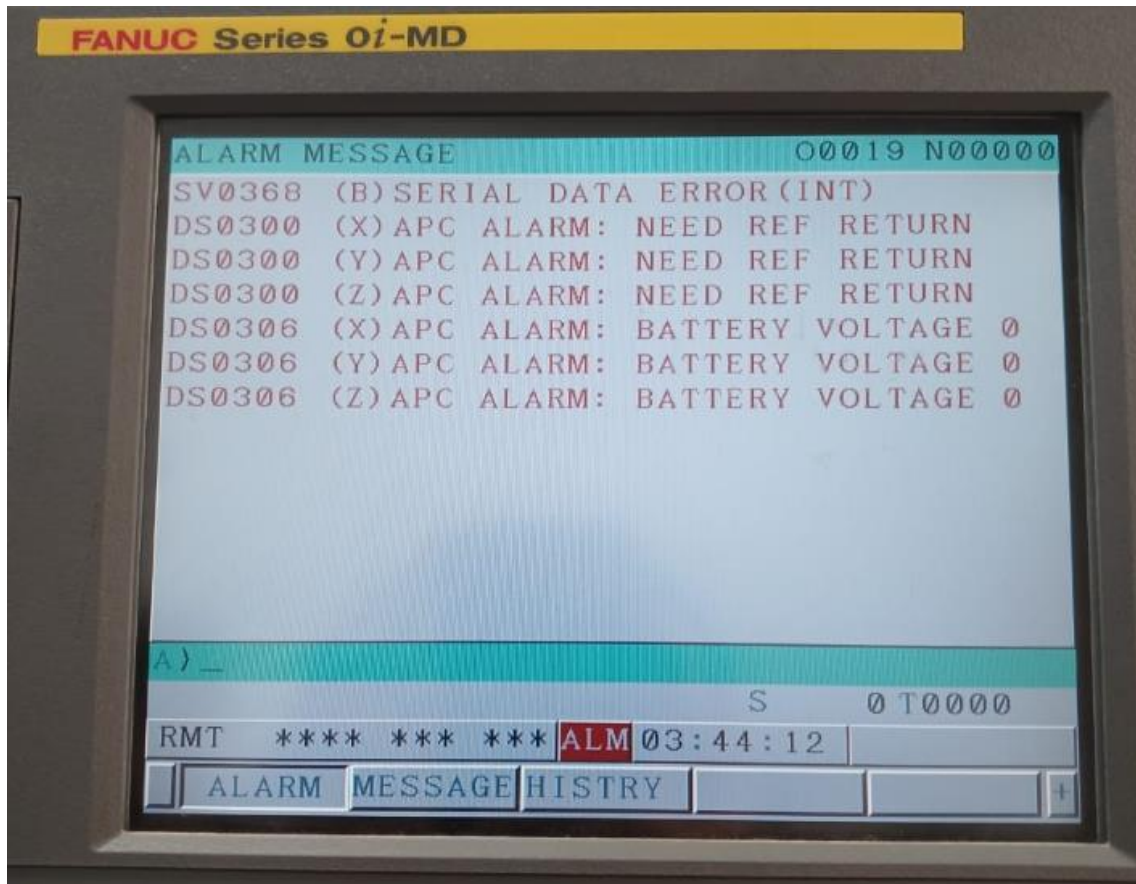
	CHECK LIST	Código: UNACH-NII-CL-001
--	-------------------	--------------------------

	CENTRO DE MECANIZADO	Versión: 1
		Elaborado: ORDOÑEZ- ORTEGA

	CHECK LIST		Código: UNACH-NII-CL-001			
	CENTRO DE MECANIZADO		Versión: 1			
			Elaborado: ORDOÑEZ-ORTEGA			
Motivo de check list	Inspección del estado técnico del equipo					
Datos de maquinaria						
Modelo: QP1620-L	Marca: Chevalier	Código Inventario: UNACH-NII-CM-001				
Área: Taller de máquinas y herramientas	Responsable del chequeo	Valoración				
	Nombre: Stalin Zambrano	Fecha de elaboración	15/2/2024			
MANUALES	PLANOS	REPUESTOS				
SI () NO (X)	SI () NO (X)	SI () NO (X)				
B: BUENO / R: REGULAR / M: MALO / MM: MUY MALO						
Evaluación General						
ESTADO TECNICO DE:		Condición			Observaciones	
SISTEMA	SUB-SISTEMA	B	R	M	MM	
MECANICO	Estructural	X				
	Desplazamiento				X	Los ejes y guías NO se desplazan y se encuentran con oxido y residuos de mecanizado
	Husillo	X				
Soporte y Posicionamiento	Mesa		X			La bancada se encuentra con oxido y residuos de mecanizado
	Almacenamiento de herramientas			X		No permite el cambio de herramienta
ELECTRONICO	Control Numérico				X	No existe tarjeta G, no existen componentes para cargar los programas
	Interfaz	X				
	Sensores	X				
	Software	X				
NEUMATICO	Alimentación				X	El compresor no brinda la presión de aire adecuado para el activo

	Distribución			X		Las tuberías no se encuentran conectadas
REFRIGERACION	REFRIGERACION DE PIEZA Y HERRAMIENTA	X				
LUBRICACION	LUBRICACION DE COMPONENTES	X				
SEGURIDAD	ACCESO	X				
ELECTRICO	SEGURIDAD	X				
	POTENCIA	X				
EVACUACION	EXPULSION DE VIRUTA	X				
TOTAL		11	1	2	3	17
ESTADO TECNICO DE LA MAQUINA						80%
OBSERVACION:						
BUENO = 11*1= 11 REGULAR = 1 * 0.8 = 0.8 MALO = 2 * 0.5= 1 MUY MALO = 3 * 0.3 = 0.9 CONCLUSION =(13.7/17) *100% = 80%						
BUENO.		MALO		80%		
REGULAR		MUY MALO				
REVISADO POR:		APROBADO POR:		ELABORADO POR:		

Anexo 13 Revisión del panel de control HMI: En la sección de ALARMAS



Alarmas	Eje	Mensaje	Actividades a realizar
---------	-----	---------	------------------------

DS0300	X	ALARMA APC: RETORNO A REFERENCIA	Se necesita un ajuste a la posición cero para el detector de posición absoluto (en asociación con la posición de referencia y el valor de contador del detector de posición absoluta) realice el retorno a la posición de referencia. Esta alarma se puede producir simultáneamente con otras alarmas. en tal caso solucionar primero las otras alarmas
	Y		
	Z		
SV0368	B	ERROR DATOS SERIE (INT)	No se han podido recibir datos de comunicaciones del encoder integrado
DS0306	X	ALARMA APC: TENSIÓN BATERÍA 0	La tensión de la pila del detector de posición absoluta ha disminuido hasta un nivel tal que ya no pueden conservarse los datos. O bien, se ha suministrado alimentación por primera vez al encoder. Si este problema persiste después de desconectar y volver a conectar la alimentación, la pila o el cable podrían estar defectuosos. Sustituya la pila con la máquina encendida
	Y		
	Z		
DS309	X	ALARMA APC: IMPOSIBLE RETORNO A REFERENCIA	Se ha intentado ajustar el punto de origen del detector de posición absoluta mediante una operación MDI cuando era imposible ajustar el punto de origen. Gire manualmente el motor como mínimo una vuelta y ajuste el punto de origen del detector de posición absoluta después de encender y apagar de nuevo el CNC y el amplificador servo
	Y		
	Z		

Anexo 14 Corrección del error "ABS BATTERY VOLTAGE LOW OR ZERO PLEASE CHANGE BATTERY"





Anexo 15 Restablecimiento de las referencias de los servomotores de los ejes X, Y y Z





Anexo 16 Solución del error "AIR PRESSURE LOW ALARM"





Anexo 17 Adquisición de componentes faltantes



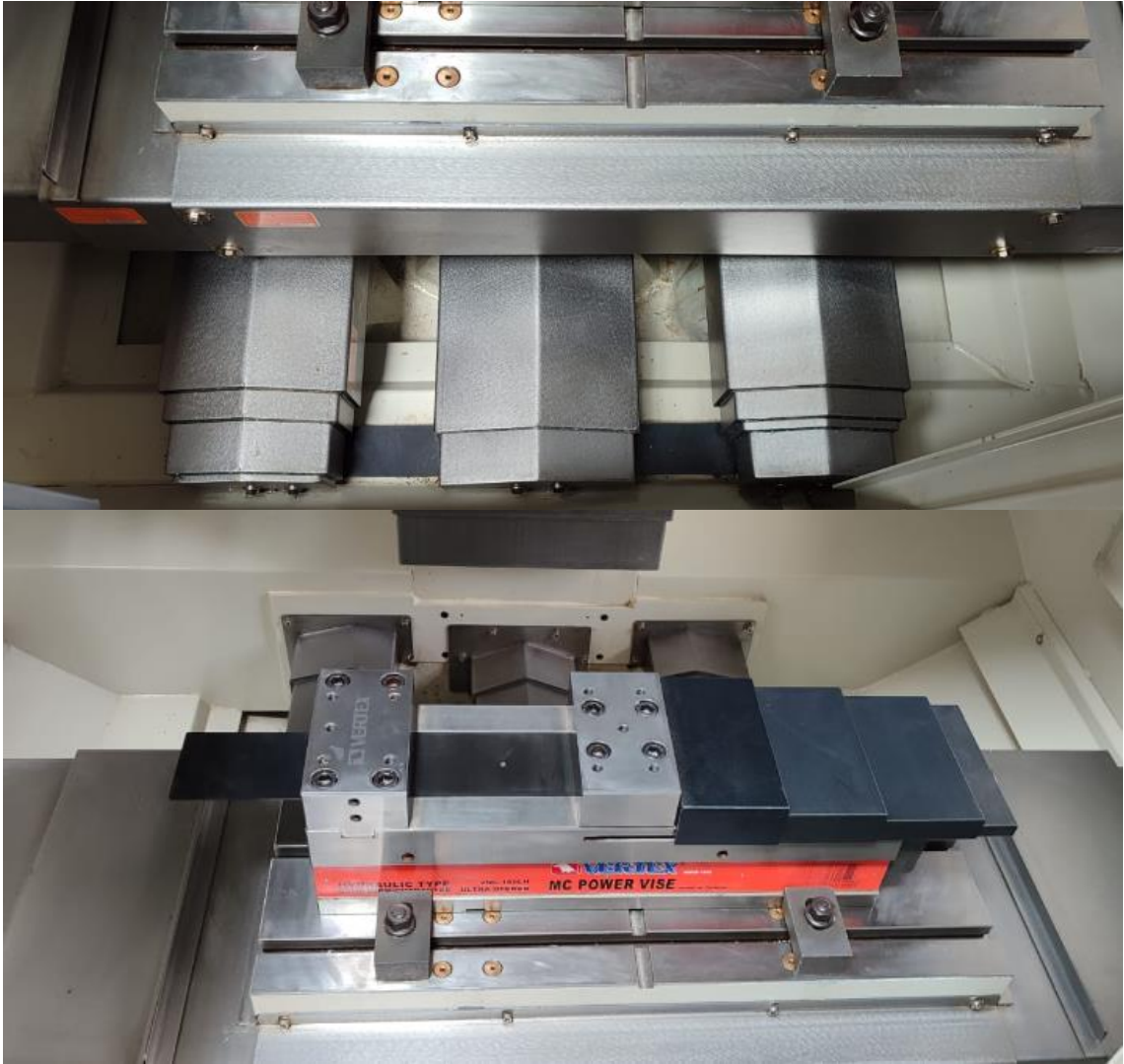
Anexo 18 Limpieza del activo.












Anexo 19 Check list de inspección de funcionamiento de maquinaria posterior.

	CHECK LIST					Código: UNACH-NII-CL-001
	CENTRO DE MECANIZADO					Versión: 1
						Elaborado: ORDOÑEZ-ORTEGA
Motivo de check list	Inspección del estado técnico del equipo					
Datos de maquinaria						
Modelo: QP1620-L	Marca: Chevalier				Código Inventario: UNACH-NII-CM-001	
Área: Taller de máquinas y herramientas	Responsable del chequeo					Valoración
	Nombre: Stalin Zambrano					Fecha de elaboración: 15/2/2024
MANUALES	PLANOS				REPUESTOS	
SI () NO (X)	SI () NO (X)				SI () NO (X)	
B: BUENO / R: REGULAR / M: MALO / MM: MUY MALO						
Evaluación General						
ESTADO TECNICO DE:	Condición					Observaciones
SISTEMA	Componentes	B	R	M	MM	
MECANICO	Bancada	X				
	Bastidor de la maquina	X				
	Chasis	X				
	Carro transversal		X			Presencia de oxido, corrosión y residuos de viruta
	Carro vertical		X			Presencia de oxido, corrosión y residuos de viruta
	Carro longitudinal		X			Presencia de oxido, corrosión y residuos de viruta
	Guías Lineales		X			Presencia de oxido, corrosión y residuos de viruta
	Motor principal	X				
	Husillo	X				
	Porta herramientas	X				
SOPORTE Y POSICIONAMIENTO	Amarre y sujeción de pieza		X			Presencia de oxido y corrosión
	Magazine	X				
	Batería de torreta	X				
	Sensor de disco giratorio	X				

	Amarre y sujeción de herramienta	X			
ELECTRONICO	Controlador CNC	X			
	Tarjeta de control G	X			
	Tarjeta de interfaz	X			
	Controladores (drivers)	X			
	Pantalla HMI	X			
	Sensores finales de carrera	X			
	FANUC Oi-MD	X			
NEUMATICO	Compresor	X			
	Filtro de aire	X			
	Válvula reguladora de presión			X	Rotura en la boquilla
	Regulador de presión	X			
	Electroválvulas	X			
	Actuadores neumáticos	X			
	Centro de servicio (Unidad de mantenimiento)	X			
	Mangueras		X		Obstrucción de cañerías por humedad
REFRIGERACION	Depósito de refrigerante	X			
	Bomba de refrigerante	X			
	cañerías de refrigerante	x			
LUBRICACIÓN	Depósito de lubricante	X			
	Bomba de lubricación	X			
	Cañería de lubricación	X			
	Engrasadores	X			
	Filtro de aceite	X			
SEGURIDAD	Puerta	X			
ELECTRICO	Botón de parada	X			
	Lampara de operación	X			
	Lámpara de precaución de 3 colores.	X			
	RELES TERMICOS	X			
	Servomotor	X			
	Interruptor Principal	X			
EVACUACION	BANDEJA	X			

	CONDUCTOS	X			
TOTAL		41	6	0	1
ESTADO TECNICO DE LA MAQUINA					95%
OBSERVACION:					
BUENO = 11*1= 11 REGULAR = 1 * 0.8 = 0.8 MALO = 2 * 0.5= 1 MUY MALO = 3 * 0.3 = 0.9 CONCLUSION =(13.7/17) *100%= 95%					
BUENO.	MALO				95%
REGULAR	MUY MALO				
REVISADO POR:	APROBADO POR:				ELABORADO POR:

Anexo 20 Análisis de criticidad

Sistema	SUB-SISTEMA	Componente	Codificación	Medioambiente (E)	Seguridad (S)	Calidad (Q)	Periodo de Operación(W)	Entrega (D)	Fiabilidad (F)	Mantenibilidad (M)	Criticidad ABC
SISTEMA MECANICO	ESTRUCTURA	Bancada	CM-SM-B-001	C	B	B	C	B	C	B	B
		Bastidor de la maquina	CM-SM-BM-002	C	C	B	C	B	C	B	C
		Chasis	CM-SM-CH-003	C	B	B	C	C	C	B	C
	DESPLAZAMIENTO	Carro transversal	CM-SM-CT-004	C	A	B	C	A	C	A	A
		Carro vertical	CM-SM-CV-005	C	A	B	C	A	C	A	A
		Carro longitudinal	CM-SM-CL-006	C	A	B	C	A	C	A	A
		Guías Lineales	CM-SM-GL-007	C	C	B	B	B	C	C	C
	HUSILLO	Motor principal	CM-SM-MP-008	C	A	B	C	A	C	A	A
		Husillo	CM-SM-H-009	C	C	A	C	A	C	B	A
		Porta herramientas	CM-SM-PH-010	C	C	B	C	B	C	C	C

		Motor del portaherramientas	CM-SM-MPH-011	C	C	B	C	A	C	B	A
SISTEMA DE SOPORTE Y POSICIONAMIENTO	MESA	Amarre y sujeción de pieza	CM-SSP-ASP-001	C	B	A	C	B	C	B	A
	ALMACEN DE HERRAMIENTAS	Magazine	CM-SSP-MM-002	C	C	C	C	B	C	B	C
		Batería de torreta	CM-SSP-BT-003	C	C	B	C	B	C	C	C
		Sensor de disco giratorio	CM-SSP-SG-004	C	B	C	C	B	C	B	C
		Amarre y sujeción de herramienta	CM-SSP-ASH-005	C	B	A	C	B	C	B	A
SISTEMA ELECTRONICO	CONTROL NUMERICO	Controlador CNC	CM-SE-CCN-001	C	C	A	C	A	C	C	A
		Tarjeta de control G	CM-SE-TG-002	C	B	B	C	B	C	B	B
		Tarjeta de interfaz	CM-SE-TI-003	C	C	C	C	B	C	C	C
		Controladores (drivers)	CM-SE-CC-004	C	C	B	C	B	C	C	C
	INTERFAZ	Pantalla HMI	CM-SE-PH-005	C	C	B	C	B	C	B	C
	SENSORES	Sensores finales de carrera	CM-SE-SFC-006	C	B	B	C	B	C	B	B
	SOFTWARE	FANUC Oi-MD	CM-SE-FA-007	C	C	C	C	B	C	B	C
SISTEMA NEUMATICO	ALIMENTACION	Compresor	CM-SN-CO-001	A	B	A	C	B	B	A	A

		Filtro de aire	CM-SN-FA-002	B	B	C	C	C	C	C	C	C	
		Válvula reguladora de presión	CM-SN-M-003	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C
		Regulador de presión	CM-SN-RP-004	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C
	DISTRIBUCION	Electroválvulas	CM-SN-EV-005	C	C	C	C	B	C	B	C	C	C
		Actuadores neumáticos	CM-SN-A-006	C	C	C	C	B	C	B	C	C	C
		Centro de servicio (Unidad de mantenimiento)	CM-SN-CS-007	B	B	C	C	C	C	B	C	C	C
		Mangueras	CM-SN-MNG-008	C	C	C	B	C	B	C	C	C	C
SISTEMA DE REFRIGERACION	Refrigerante	Depósito de refrigerante	CM-SR-DR-001	B	B	C	C	C	C	B	C	C	
		Bomba de refrigerante	CM-SR-BR-002	B	B	C	C	C	B	B	B	C	B
		Cañerías de refrigerante	CM-SR-CR-003	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	ACEITE	Depósito de lubricante	CM-SL-DL-001	B	C	C	C	C	C	C	C	C	
		Bomba de lubricación	CM-SL-BL-002	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C

		Cañería de lubricación	CM-SL-CL-003	B	C	C	C	C	C	C	C	C	
		Engrasadores	CM-SL-EN-004	C	C	C	C	C	C	C	B	C	
		Filtro de aceite	CM-SL-FAC-005	B	C	C	C	C	C	C	B	C	
SISTEMA DE SEGURIDAD	ACCESO	Puerta	CM-SS-PU-001	C	C	C	C	C	C	C	B	C	
SISTEMA ELECTRICO	SEGURIDAD	Botón de parada	CM-SE-BP-001	C	B	C	C	C	C	C	B	C	
		Lampara de operación	CM-SE-LO-002	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
		Lámpara de precaución de 3 colores.	CM-SE-LP-003	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
		RELES TERMICOS	CM-SE-RT-004	C	B	C	C	C	C	C	C	C	
	POTENCIA Y ACCIONAMIENTO	Servomotor	CM-SE-SM-005	C	B	B	C	B	C	B	C	B	B
		Interruptor Principal	CM-SE-IP-006	C	C	B	C	B	C	B	C	B	C
SISTEMA DE EVACUACION	EXPULSION DE VIRUTA	BANDEJA	CM-SEV-B-001	B	B	C	C	C	C	C	C	C	
		CONDUCTOS	CM-SEV-C-002	B	C	C	C	C	C	C	C	C	

Anexo 21 Componentes críticos

SISTEMA	SUB-SISTEMA	COMPONENTE	CATEGORIA
SISTEMA MECANICO	ESTRUCTURA	Bancada	B
	DESPLAZAMIENTO	Carro transversal	A
		Carro vertical	A
		Carro longitudinal	A
	HUSILLO	Motor principal	A
		Husillo	A
Motor del portaherramientas		A	
SISTEMA DE SOPORTE Y POSICIONAMIENTO	MESA	Amarre y sujeción de pieza	A
	ALMACEN DE HERRAMIENTAS	Amarre y sujeción de herramienta	A
SISTEMA ELECTRONICO	CONTROL NUMERICO	Controlador CNC	A
		Tarjeta de control G	B
	SENSORES	Sensores finales de carrera	B
SISTEMA NEUMATICO	ALIMENTACION	Compresor	A
SISTEMA DE REFRIGERACION	ALIMENTACION	Bomba de refrigerante	B
SISTEMA ELECTRICO	POTENCIA Y ACCIONAMIENTO	Servomotor	B

Anexo 22 Matriz de diagrama de decisión RCM.

Información de referencia		Evaluación de las consecuencias				Proceso de selección			Acciones por defecto			Tipo de mantenimiento según árbol de decisión RCM	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCION DE TAREAS DE MANTENIMIENTO	
Componente	Modo de falla	H	S	E	O	M. PREDICTIVO			M. DETECTIVO						M. CORRECTIVO
						S1	S2	S3	H4	S4	H5				
						N1	N2	N3							
Carro transversal,	Perdida del sistema de referencia	SI	NO	NO	SI	NO	SI						Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Revisar, Limpieza y/o reemplazo de baterías
Carro vertical	Perdida del sistema de referencia	SI	NO	NO	SI	NO	SI						Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Revisar, Limpieza y/o reemplazo de baterías
Carro longitudinal	Perdida del sistema de referencia	SI	NO	NO		NO	SI						Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Revisar, Limpieza y/o reemplazo de baterías
Motor principal	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI					Preventivo	Sustitución cíclica	Revisión y remplazo de cojinetes
	Sobrecalentamiento	SI	NO	NO	SI	NO	SI						Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Limpieza de las aletas de refrigeración
Servomotor	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI					Preventivo	Sustitución cíclica	Revisión y remplazo de cojinetes

	Sobrecalentamiento	SI	NO	NO	SI	NO	SI					Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Limpieza de las aletas de refrigeración
Amarre y sujeción de herramienta	Falla de referencia de holders	SI	NO	NO	SI	NO	SI					Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Realizar procedimientos de calibración y ajuste de las referencias
	Desalineación	SI	NO	NO	SI	NO	SI					Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Reemplazar los componentes desgastados o dañados
Husillo	Desalineamiento del husillo	SI	NO	NO	SI	NO	SI					Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Realizar ajustes de alineación del husillo siguiendo las instrucciones del fabricante.
Motor del portaherramientas	Desgaste de los cojinetes o rodamientos	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI				Preventivo	Sustitución cíclica	Revisión y remplazo de cojinetes
	Sobrecalentamiento	SI	NO	NO	SI	NO	SI					Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Limpieza de las aletas de refrigeración
Controlador CNC	Errores de mecanizado	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO				Detectivo	Rediseño de proceso	Comprobar que los programas NC (códigos G y M) estén correctamente escritos
Sensores finales de carrera	Descalibración de los sensores	SI	NO	NO	SI	NO	SI					Preventivo	Reacondicionamiento cíclico	Realizar una calibración periódica de los sensores según las especificaciones del fabricante.
Tarjeta de memory card	Virus	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO				Detectivo	Rediseño de proceso	Realizar copias de seguridad periódicas

																	de los programas y datos de mecanizado
	Fallos de memoria	SI	NO	NO	SI	NO	SI							Preventivo	Reacondicionamiento cíclico		Revisar y reemplazar las memorias defectuosas o dañadas
Compresor	Fugas en juntas, sellos o líneas de aire comprimido.	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI						Preventivo	Reacondicionamiento cíclico		Reemplazar las juntas y sellos desgastados o dañados.
	Contaminación en el sistema neumático	SI	NO	NO	SI	NO	SI							Preventivo	Reacondicionamiento cíclico		Drenar y purgar regularmente los tanques de aire comprimido
REVISADO					APROBADO					REALIZADO							
ING. DIEGO IGUASNIA					ING. LUIS LOPEZ					ORODONES - ORTEGA							

Anexo 23 Proformas para mejoras del activo.

NOTA DE VENTA

Fecha: 14-05-2024

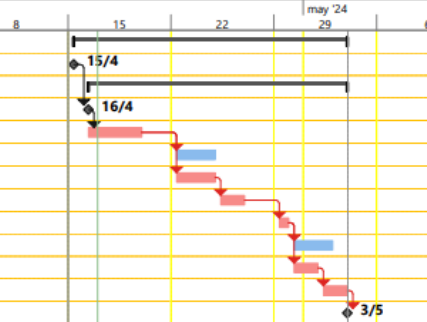
Cliente: PROFORMA

Cant.	ARTICULO	Precio Unitario	Valor Total
3	Conos BT40-ER40	115.00	345.00
3	Tirantes Para CNC BT40-45°	15.00	45.00
1	Fresa plana Carburo 4 Filo 6mm \varnothing		40.00
1	Fresa Plana 4 Filos 70mm \varnothing		66.00
1	Fresa plana 4 Filos 120mm \varnothing		89.50
1	Fresa plana 4 Filos 160mm \varnothing		185.00
1	Fresa Redonda 4 Filos 160mm \varnothing		196.00
1	Fresa Redonda 4 Filo 20mm \varnothing		278.50
4	Zncertos Triangulares	19.00	76.00
TOTAL			1,321

Salida la mercaderia no aceptamos devoluciones.



Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	
1	Puesta en marcha de centro de mecanizado	15 días	lun 15/4/24	
2	Inicio	0 días	lun 15/4/24	
3	ACTIVIDADES	14 días	mar 16/4/24	
4	Recepción de anticipo	0 días	mar 16/4/24	
5	Coordinación con ingeniero especialista	4 días	mar 16/4/24	
6	Programación de fresado CNC Fanuc.	3 días	lun 22/4/24	
7	Generación de códigos G Fanuc Oi-M	3 días	lun 22/4/24	
8	Cero piezas	2 días	jue 25/4/24	
9	Carga de herramientas y offsets	1 día	lun 29/4/24	
10	Ciclos de mecanizado	3 días	mar 30/4/24	
11	Capacitación de control y operación del CNC	2 días	mar 30/4/24	
12	Maquinado de una pieza de muestra	2 días	jue 2/5/24	
13	FIN	0 días	vie 3/5/24	



Carlos Solorzano
 ING. MECATRÓNICO
 MAG. DISEÑO MECÁNICO
 Capacitador Profesional Mecánico
 099 065 4440

Página 1



R.U.C.: 0603354218001

FACTURA

Nº 001-002-000000473

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN:

1405202401060335421800120010020000004730000000110

AMBIENTE:

PRODUCCION

EMISIÓN:

NORMAL

FECHA DE AUTORIZACIÓN:

2024-05-14 12:42:04

CLAVE DE ACCESO:

1405202401060335421800120010020000004730000000110



SOLORZANO PEÑAFIEL CARLOS ALBERTO

Dirección: PROVINCIA: CHIMBORAZO CANTÓN: RIOBAMBA
 Matriz: PARROQUIA: VELASCO

Dirección: PRIMERA CONSTITUYENTE 35/36 Y DIEGO DE
 Sucursal: IBARRA

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: NO

Información Cliente

RAZÓN SOCIAL/NOMBRES/APELLIDOS ORTEGA ALEJANDRO

IDENTIFICACIÓN 1729214005
 DIRECCIÓN RIOBAMBA

FECHA EMISIÓN: 14/05/2024

CODIGO PRINCIPAL	CANT.	DESCRIPCION	DETALLES ADICIONALES	PVP	DESCUENTO	TOTAL
162	2,50	NYLON 6A BLANCO DIAMETRO 200mm		10,70	0,67	26,08
1125	1,00	9/16MM FRESA FRONTAL		15,22	0,00	15,22
1117	1,00	7MM FRESA FRONTAL				
669	3,00	1500 GRANO LIJA ACERO FANDELLI				

Información Adicional

Mail: alejandrorortega1406@hotmail.com

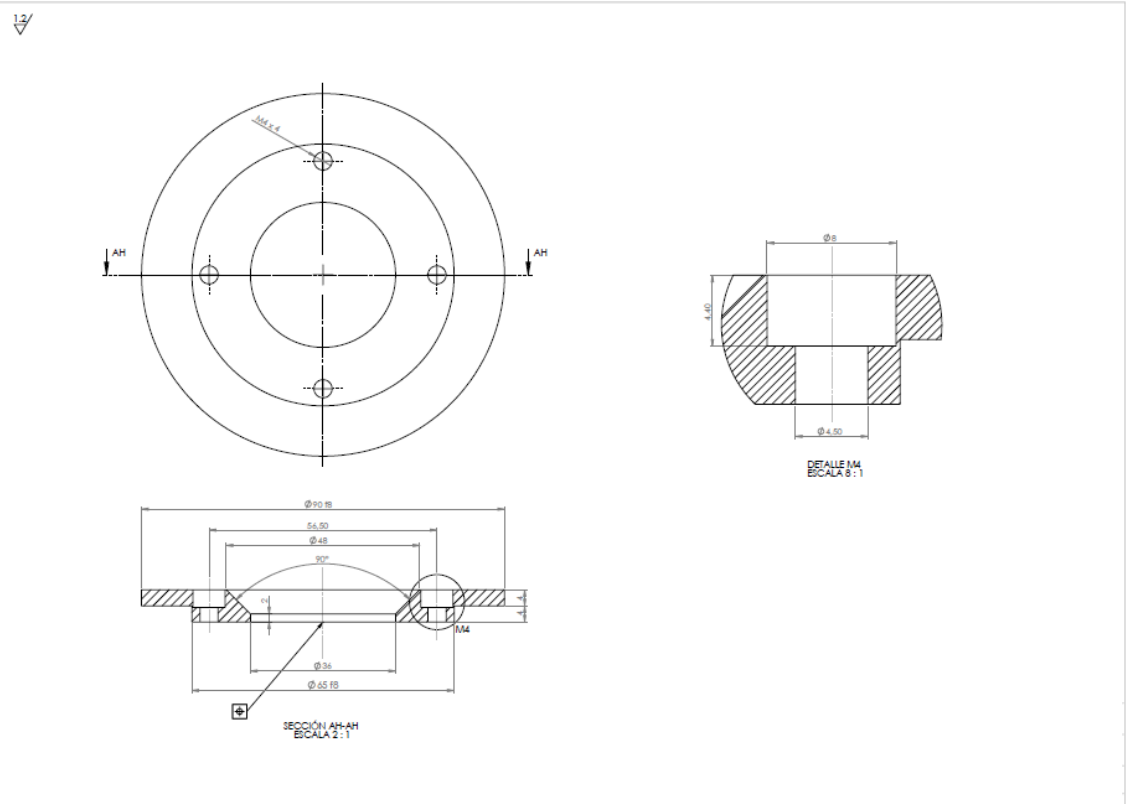
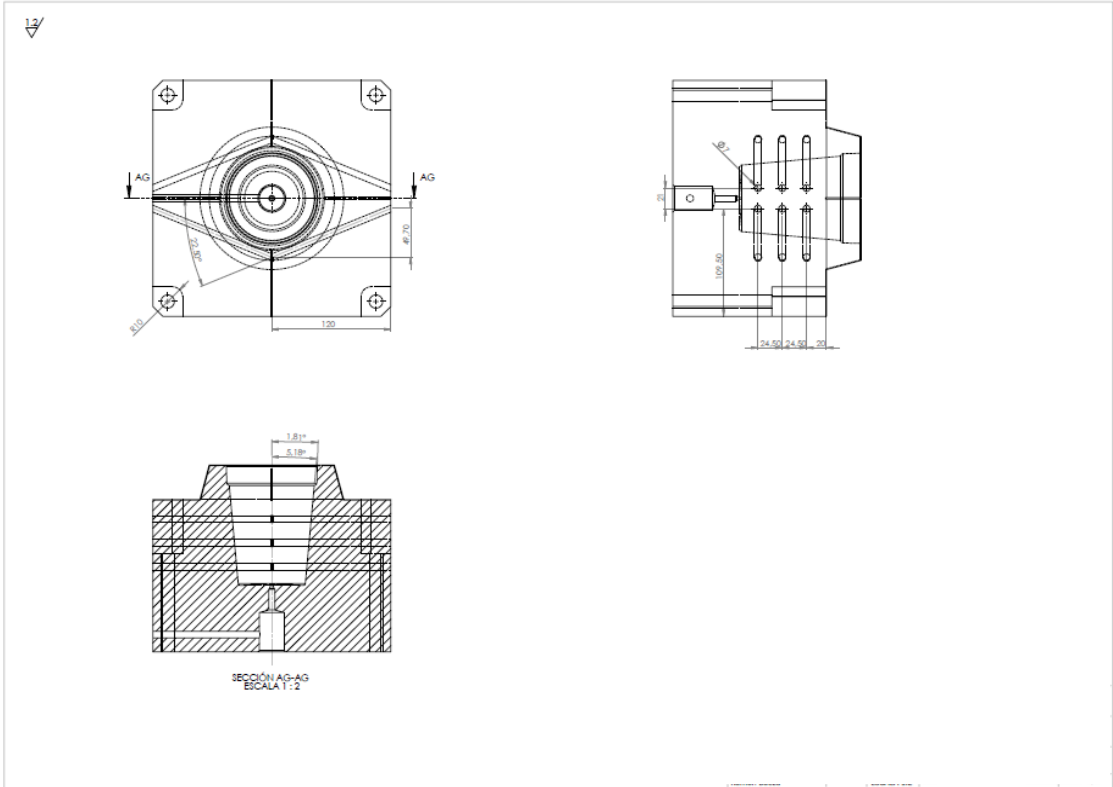
Teléfono: 0995484060

Condición de Crédito:

Observaciones:

SUBTOTAL 0	0,00
DESCUENTO	0,67
ICE	0,00
IVA 15%	7,26
IRBPNR	0,00
TRANSPORTE	0,00
VALOR TOTAL	55,66

Forma de Pago	Valor
20 OTROS CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	55.660000



Anexo 25: Códigos G y M

G&M PARA FRESADORAS CNC

CÓDIGOS GENERALES

G00: Posicionamiento rápido (sin maquinar)
G01: Interpolación lineal (maquinando)
G02: Interpolación circular (horaria)
G03: Interpolación circular (antihoraria)
G04: Compás de espera
G15: Programación en coordenadas polares
G20: Comienzo de uso de unidades imperiales (pulgadas)
G21: Comienzo de uso de unidades métricas
G28: Volver al home de la máquina
G40: Cancelar compensación de radio de curvatura de herramienta
G41: Compensación de radio de herramienta a la izquierda
G42: Compensación de radio de herramienta a la derecha
G50: Cambio de escala
G68: Rotación de coordenadas
G73: Ciclos encajonados
G74: Perforado con ciclo de giro antihorario para descargar virutas
G76: Alesado fino
G80: Cancelar ciclo encajonado
G81: Taladrado
G82: Taladrado con giro antihorario
G83: Taladrado profundo con ciclos de retracción para retiro de viruta
G90: Coordenadas absolutas
G91: Coordenadas relativas
G92: Desplazamiento del área de trabajo
G94: Velocidad de corte expresada en avance por minuto
G95: Velocidad de corte expresada en avance por revolución
G98: Retorno al nivel inicial
G99: Retorno al nivel R
G107: Programación del 4o eje

CÓDIGOS MISCELÁNEOS

M00: Parada
M01: Parada opcional
M02: Reset del programa
M03: Hacer girar el husillo en sentido horario
M04: Hacer girar el husillo en sentido antihorario
M05: Frenar el husillo
M06: Cambiar de herramienta
M08: Abrir el paso del refrigerante
M09: Cerrar el paso de los refrigerantes
M10: Abrir mordazas
M11: Cerrar mordazas
M13: Hacer girar el husillo en sentido horario y abrir el paso de refrigerante
M14: Hacer girar el husillo en sentido antihorario y abrir el paso de refrigerante
M30: Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio
M38: Abrir la guarda
M39: Cerrar la guarda
M62: Activar salida auxiliar 1
M67: Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON
M71: Activar el espejo en Y
M80: Desactivar el espejo en X
M81: Desactivar el espejo en Y
M98: Llamada a subprograma
M99: Retorno de subprograma

-

: