



---

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**NOMBRE DEL PROYECTO:  
“ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL  
ÁREA DE CONTROL DE PROCESOS”**

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA  
PROFESIONAL.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**PRESENTA:  
FERNANDO HUERTA LÓPEZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:  
MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ**

APIZACO TLAX, 13 MAYO 2026



Tzompantepec, Tlaxcala, **20/febrero/2025**

Oficio No. MM-110/2025

**Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.**

**ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**P R E S E N T E**

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

|                      |                                                                 |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Alumno (a):          | FERNANDO HUERTA LÓPEZ                                           |
| Carrera:             | INGENIERÍA MECATRÓNICA                                          |
| No. De Control:      | 19370753                                                        |
| Nombre del Proyecto: | "ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL ÁREA DE CONTROL DE PROCESOS" |
| Producto:            | TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.          |

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

**EDUCACIÓN** | **TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**  
**DIRECCIÓN ACADÉMICA**  
**LUZ FABIOLA SÁNCHEZ PARRA**  
**SUBDIRECTORA ACADÉMICA**

**JORGE AGUILAR VÁZQUEZ**  
**ASESOR**

c.p.- Expediente  
Archivo.  
JAV\*petry.



**2025**  
Año de  
**La Mujer**  
**Indígena**





**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco  
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala **16/octubre/2025**

**HUERTA LÓPEZ FERNANDO**  
**EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA**  
**MECATRÓNICA**  
**CON NÚMERO DE CONTROL 19370753.**  
**P R E S E N T E.**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL ÁREA DE CONTROL DE PROCESOS"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

#### AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastado, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

**CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

ccp. Archivo

CYAL/rrc



**2025**  
Año de  
**La Mujer**  
**Indígena**

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,  
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010  
Ext. 304, e-mail: [dep\\_titulacion@apizaco.tecnm.mx](mailto:dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx) | [apizaco.tecnm.mx](http://apizaco.tecnm.mx)



## ***AGRADECIMIENTOS:***

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en mi trayectoria durante estas residencias profesionales.

En primer lugar, quiero agradecer a mi querida madre, Nelly, por su constante apoyo, amor incondicional y aliento durante todo este proceso. Su sacrificio y motivación han sido la luz que me ha guiado en cada paso de mi carrera académica y profesional de igual modo deseo extender mi más sincero agradecimiento a mi querido hermano Erick, hermana Cynthia y padre Arturo por su apoyo incondicional y constante durante todo este período. Su aliento, comprensión y ánimo han sido pilares fundamentales en mi camino hacia el logro de mis metas. A través de su ejemplo y consejos, he encontrado inspiración y motivación para enfrentar cada desafío con determinación y perseverancia. Su presencia ha sido un recordatorio constante del valor del apoyo familiar en la búsqueda de mis sueños. Agradezco profundamente el amor y el respaldo que me han brindado en esta etapa crucial de mi vida.

También deseo reconocer y agradecer a todos mis estimados maestros a lo largo de mi vida estudiantil. Sus enseñanzas, orientación y dedicación han sido fundamentales para mi desarrollo académico y personal. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi camino hacia el crecimiento profesional.

A mis amigos y compañeros, les agradezco sinceramente por el compañerismo, colaboración y el intercambio de experiencias durante esta etapa. Sus palabras de aliento y apoyo han sido una fuente invaluable de inspiración.

Finalmente agradezco profundamente la oportunidad de contribuir al éxito del departamento de CNC en FUNHEDI y el apoyo recibido durante este invaluable período de aprendizaje.

A todos ustedes, gracias por ser parte de mi viaje hacia el éxito profesional.

## ***RESUMEN:***

Participar activamente en diversas áreas clave del departamento de CNC durante las residencias profesionales en FUNHEDI ha sido una experiencia enriquecedora que permitió una inmersión profunda en los procesos fundamentales de la producción.

1. **Identificación de Procesos Productivos:** Realizar un análisis detallado y documentar los distintos procesos productivos empleados en el maquinado de diversas piezas, tanto a través de maquinaria CNC como mediante métodos manuales. Estos procesos productivos incluyen operaciones críticas como barrenado, careado, roscado, desbaste, machueleado, entre otros.
2. **Acercamiento a Máquinas y Herramientas:** Adquirir conocimiento acerca de las máquinas CNC y las herramientas utilizadas en la producción. Esto implicó no solo familiarizarse con su ajuste y programación, sino también comprender cómo aplicar cada herramienta en las diferentes fases del proceso productivo. Este acercamiento permitió desarrollar habilidades técnicas esenciales.
3. **Gestión Documental y Archivado:** Gestionar de manera eficiente la documentación y el archivado de datos críticos relacionados con los lotes de piezas y el mantenimiento de las máquinas. Esta tarea incluyó el registro meticuloso de información sobre las operaciones de producción y el seguimiento detallado del rendimiento de las herramientas. Al asegurar un registro preciso y accesible aumenta la capacidad para realizar un seguimiento efectivo de la producción y garantizar la continuidad operativa.
4. **Validación de Productos:** Aplicar herramientas de medición de alta precisión para verificar las dimensiones y tolerancias de las piezas fabricadas, asegurando que cumplan con las estrictas especificaciones técnicas requeridas por los clientes. Este paso fue crucial para garantizar la calidad del producto final y mantener la satisfacción del cliente, validando cada componente antes de su envío.
5. **Supervisión de Reportes de Productividad:** Supervisar los reportes de productividad de los colaboradores, asegurando que la información refleje con precisión el estado real de los lotes en producción. Esta tarea permitió mantener una alineación entre la planificación y la ejecución, optimizando los tiempos de entrega y asegurando que se cumplan los compromisos con los clientes.
6. **Elaboración de Hojas de Operación Estándar:** Desarrollar hojas de operación detalladas para estandarizar y simplificar los procedimientos de producción. Estas hojas se diseñaron para facilitar la comprensión de todos los involucrados en el proceso, proporcionando una referencia clara

y accesible que mejora la eficiencia operativa y minimiza el margen de error.

7. **Mejora de Hojas de Operación:** Colaborar estrechamente con el departamento de calidad en la mejora continua de las hojas de operación. Este trabajo incluyó asegurar que las hojas fueran claras y precisas. La retroalimentación constante de los usuarios finales permitió realizar ajustes y mejoras que incrementaron su efectividad.
8. **Administración y Capacitación del Área de CNC:** Apoyar en diversas actividades administrativas y de control de procesos dentro del departamento de CNC. Entre estas actividades se incluyen la recepción y entrega de material a clientes internos y externos, la elaboración del rol de turnos y el organigrama del departamento, así como la clasificación y suministro de herramientas. Además, se realizó la captura de datos sobre el desempeño del personal, lo que contribuyó a una mejor gestión del equipo y a la optimización de los recursos.

Estas experiencias han permitido desarrollar una comprensión integral de los procesos industriales, abarcando desde la identificación y documentación inicial hasta la implementación y mejora continua de procedimientos operativos estándar. A través de esta labor, se ha podido contribuir al éxito del departamento de CNC en FUNHEDI, aportando no solo en la ejecución diaria, sino también en la mejora a largo plazo de sus operaciones. Agradezco profundamente la oportunidad de haber sido parte de este equipo y el apoyo recibido durante este invaluable período de aprendizaje.

.

## INDICE

### Contenido

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| RESUMEN: .....                                                       | 1  |
| Introducción.....                                                    | 6  |
| Acerca de FUNHEDI .....                                              | 7  |
| Misión.....                                                          | 7  |
| Visión.....                                                          | 7  |
| Puesto del estudiante .....                                          | 7  |
| Responsabilidades y Tareas: .....                                    | 7  |
| Habilidades Requeridas: .....                                        | 8  |
| Problemas por resolver. ....                                         | 8  |
| Objetivo general .....                                               | 9  |
| Objetivos específicos. ....                                          | 10 |
| Justificación .....                                                  | 11 |
| Marco teórico.....                                                   | 11 |
| SOP y la Estandarización de Procesos en el Departamento de CNC.....  | 19 |
| Optimización de la Eficiencia Operativa mediante la SOP .....        | 19 |
| SOP y la Toma de Decisiones Basada en Evidencias .....               | 19 |
| Registro de puesta en punto y captura de datos de la maquinaria..... | 20 |
| Validación de productos en los procesos: .....                       | 22 |
| Archivar documentos del área: .....                                  | 23 |
| Apoyo a procesos:.....                                               | 25 |
| O-Ring: .....                                                        | 28 |
| Barrenos:.....                                                       | 29 |
| Poros:.....                                                          | 29 |
| Escoria: .....                                                       | 29 |
| Calibradores vernier: .....                                          | 30 |
| Calibrador de interiores: .....                                      | 30 |
| Gages de rosca Go / No go:.....                                      | 30 |
| Flexómetro: .....                                                    | 30 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Machuelos: .....                                       | 31 |
| Brocas: .....                                          | 31 |
| Martillo de goma: .....                                | 32 |
| Refrigerante: .....                                    | 32 |
| Paralela de acero: .....                               | 32 |
| Rebabador de uña: .....                                | 33 |
| Cuchillo de linóleo: .....                             | 33 |
| Granallado: .....                                      | 33 |
| Lima de acero: .....                                   | 34 |
| Desengrasante: .....                                   | 34 |
| Palpador punta de rubí: .....                          | 34 |
| Aluminio 356-T6: .....                                 | 35 |
| AlMag 319: .....                                       | 35 |
| Insertos: .....                                        | 36 |
| Cortadores de bola: .....                              | 36 |
| Cortador recto: .....                                  | 36 |
| Lijas: .....                                           | 37 |
| Agua desmineralizada: .....                            | 37 |
| Guantes showa: .....                                   | 37 |
| Guantes de fibra de vidrio: .....                      | 38 |
| Torno Feeler FTC 350XL: .....                          | 38 |
| Feeler FV-760: .....                                   | 38 |
| HAAS UMC-750SS: .....                                  | 41 |
| HAAS VF-2SS: .....                                     | 42 |
| HAAS VF6-SS: .....                                     | 42 |
| Challenger LT-42: .....                                | 43 |
| DESARROLLO: .....                                      | 44 |
| Registro de puesta en punto de la máquina. ....        | 44 |
| Validación de productos. ....                          | 47 |
| Archivo de documentos. ....                            | 59 |
| Apoyo a procesos. ....                                 | 60 |
| Apoyo a área de control de procesos. ....              | 85 |
| Planeación y programación de maquinado. ....           | 85 |
| Diseño de horario y organigrama del departamento. .... | 86 |
| Calcular premios de producción. ....                   | 88 |

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Reporte de piezas o insumos dañados. ....                  | 89  |
| Tiempos extra y tiempos pendientes. ....                   | 90  |
| Disposición de residuos de aluminio. ....                  | 91  |
| Suministro de insumos para el departamento de CNC. ....    | 91  |
| Solicitud de agua desmineralizada. ....                    | 92  |
| Comunicación y coordinación con el área de seguridad. .... | 93  |
| Gráfico de producto no conforme. ....                      | 95  |
| Escaneo de etiquetas de rastreo. ....                      | 98  |
| Entrega de materiales. ....                                | 98  |
| Desarrollo de hojas de operaciones ....                    | 101 |
| Resultados ....                                            | 105 |
| Manufactura avanzada: ....                                 | 119 |
| Dibujo asistido por computadora ....                       | 120 |
| Desarrollo de competencias directivas ....                 | 120 |
| Mantenimiento ....                                         | 121 |
| Metrología y normalización. ....                           | 121 |
| Procesos de fabricación ....                               | 122 |
| Fuentes de información. ....                               | 123 |

## *Introducción*

Durante el periodo comprendido entre el 12 de febrero del 2024 y el 12 de agosto del 2024, se tuvo la invaluable oportunidad de realizar prácticas profesionales en FUNHEDI, una empresa destacada por su experiencia en el sector del moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas. Este entorno, caracterizado por su alta especialización y demanda de precisión, requiere una constante optimización de procesos para mantener y mejorar los estándares de calidad y eficiencia que la empresa ha establecido a lo largo de los años.

En el marco de estas residencias profesionales, se planteó como objetivo principal el desarrollo de hojas de operación detalladas, un componente esencial para mejorar tanto la orientación como la ejecución de los procesos dentro de la planta de producción. Estas hojas de operación se conciben como una herramienta clave para proporcionar a los operadores de máquinas CNC y herramientas manuales una guía clara, estructurada y accesible, que facilite su comprensión y ejecución de los complejos procesos de fabricación que se llevan a cabo en la empresa.

El proyecto no solo consiste en la elaboración de documentos técnicos, sino en la descripción de cada fase del proceso productivo, incluyendo las herramientas utilizadas, los ajustes precisos en las máquinas y las medidas de control de calidad necesarias para asegurar resultados consistentes y de alta calidad. Al crear estas hojas de operación, se está contribuyendo a la estandarización de los procedimientos dentro de la planta, lo cual es fundamental para reducir la variabilidad en la producción y minimizar los errores que puedan surgir durante el proceso.

Además, este proyecto tiene como objetivo central la documentación exhaustiva de cada etapa del proceso, desde la preparación inicial hasta el producto final. Al hacerlo, se está estableciendo un marco de trabajo claro y detallado que no solo beneficiará a los operadores en su labor diaria, sino que también permitirá a la empresa mantener un control riguroso sobre la consistencia de su producción. La estandarización, en este contexto, se convierte en una estrategia esencial para garantizar que cada pieza producida cumpla con los altos estándares de calidad que exige la industria y que caracterizan a FUNHEDI.

Al iniciar estas prácticas profesionales en FUNHEDI, el enfoque fue no solo en la adquisición de un conocimiento profundo de los procesos de producción, sino también en el perfeccionamiento de habilidades técnicas y la contribución activa al equipo de trabajo. Esta experiencia proporcionó una valiosa perspectiva sobre la importancia de la precisión y la estandarización en la industria manufacturera, permitiendo no solo alcanzar los objetivos profesionales planteados, sino también comprender de manera integral cómo estas prácticas son fundamentales para el éxito operativo y competitivo de una empresa en un sector tan exigente.

En resumen, este proyecto busca fortalecer la capacidad operativa de FUNHEDI al proporcionar a los operadores herramientas que mejoren la eficiencia y la calidad de la producción, al tiempo que se contribuye al desarrollo profesional mediante la experiencia directa en un entorno de manufactura altamente especializado.

## **Acerca de FUNHEDI**

FUNHEDI S.A. DE C.V. especializada en Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas. Se dedica a la realización de distintos utensilios de cocina de creación de la propia empresa con el compromiso de ofrecer una alta calidad en estos y sus demás productos, además cuenta con distintos clientes y asociaciones para la creación de asas de ollas, cuenta con un departamento de CNC que se dedica a elaborar distintas piezas que requieren un mayor detalle como moldes de partes de automóviles, cuenta con su propia área de función y acabado para la realización de distintas piezas además de ofrecer un ambiente abierto al compañerismo, buena convivencia y aprendizaje.

### **Misión.**

Crear fabricar e innovar productos que atiendan a las necesidades de los diferentes sectores industriales, fundamentados en nuestros valores pilares honestidad, lealdad y confianza; generando una mejor calidad de vida para todos los que formamos la compañía.

### **Visión.**

Ser una empresa sólida, confiable y líder a nivel mundial por la calidad de nuestros productos, la mejor opción para diferentes sectores industriales, enfocada en la audacia y calidad de nuestra gente.

### **Puesto del estudiante**

Desempeñar un papel fundamental en el soporte y la gestión de las operaciones diarias del departamento de producción como Auxiliar de Control de procesos en FUNHEDI. Colaborar estrechamente con la Coordinadora de Producción para garantizar la eficiencia y el cumplimiento de los objetivos de producción establecidos.

### *Responsabilidades y Tareas:*

**1.-Planificación y Programación:** Asistir en la planificación y programación de la producción, aportando distintas ideas y realizando distintas tareas para asegurar que los cronogramas se cumplan y los estándares de calidad se mantengan.

**2.-Coordinación de Recursos:** Colaborar en la asignación adecuada de recursos humanos y materiales para optimizar la productividad y minimizar los

tiempos de inactividad.

**3.-Mantenimiento de Registros:** Encargarse de mantener registros precisos de la producción, incluyendo inventarios, tiempos de ciclo y niveles de eficiencia.

**4.-Seguridad y Cumplimiento:** Contribuir al cumplimiento de los estándares de seguridad y en el área de producción.

**5.-Comunicación y Coordinación:** Facilitar la comunicación efectiva entre diferentes departamentos, asegurando una coordinación fluida para alcanzar objetivos comunes.

**6.-Resolución de Problemas:** Participar en la identificación y resolución de problemas relacionados con la producción, implementando soluciones efectivas para mejorar la eficiencia y la calidad.

### **Habilidades Requeridas:**

1.-Organización: Capacidad para gestionar múltiples tareas y prioridades en un entorno dinámico de producción.

2.-Comunicación: Habilidad para comunicarse de manera clara y efectiva con el equipo de producción y otros departamentos.

3.-Resolución de Problemas: Destreza para identificar y abordar eficazmente los desafíos operativos.

4.-Trabajo en Equipo: Capacidad para colaborar con diversos equipos y liderar con ejemplo.

5.-Conocimiento Técnico: Familiaridad con los procesos y equipos de producción utilizados en la empresa.

6.-Adaptabilidad: Flexibilidad para adaptarse a cambios rápidos en las demandas de producción.

### **Impacto y Contribución:**

Tener un impacto significativo en el mantenimiento de la eficiencia y la calidad en la producción como Auxiliar de Coordinador de Producción, asegurando el cumplimiento de los objetivos operativos y estratégicos de la empresa. Coordinar recursos, resolver problemas y optimizar procesos es crucial para el éxito general del departamento de producción.

### ***Problemas por resolver.***

En el área de control de procesos hay diversos problemas a resolver con el día a día, problemas desde la falta de personal, la entrega de insumos y la estandarización de diversos procesos.

**1.-Dudas sobre los Procesos de Operación:** Enfrentar uno de los problemas

más significativos del departamento de producción: la presencia frecuente de dudas entre los nuevos operadores sobre los procesos de operación. Esta falta de claridad puede llevar a errores en la ejecución de tareas y a una menor eficiencia en la producción. Implementar hojas de operación detalladas y ofrecer capacitaciones adecuadas para resolver este problema.

**2.-Falta de Personal:** La escasez de personal capacitado, es un desafío crítico para mantener la producción en curso de manera efectiva. La falta de personal adicional puede resultar en largos tiempos de espera, acumulación de trabajo y una presión adicional sobre los empleados existentes. Considerar estrategias de reclutamiento y capacitación para abordar este problema.

**3.-Estandarización de Procesos:** La falta de estandarización en los procesos de producción, puede conducir a variaciones en la calidad del producto y a una menor eficiencia operativa. Establecer y documentar procedimientos estándar claros a través de hojas de operación para garantizar una ejecución consistente y mejorar los resultados finales.

**4.-Estandarización de Documentos del Área de CNC:** Estandarizar los documentos del área de CNC para asegurar coherencia y eficiencia en la gestión de información y procedimientos.

**5.-Tiempos de Operación por Pieza:** Enfrentar la variabilidad en los tiempos de operación por pieza, que puede afectar la planificación y programación de la producción. Identificar y abordar las causas subyacentes de estos tiempos fluctuantes, como ajustes de máquinas o métodos de trabajo ineficientes, es crucial para optimizar la productividad y cumplir con los plazos de entrega.

Abordar estos problemas de manera proactiva y estratégica para mejorar el rendimiento general del departamento de producción, aumentar la calidad del producto y garantizar la satisfacción del cliente. Implementar soluciones específicas, como la estandarización de procesos y la capacitación del personal, será fundamental para superar estos desafíos y lograr una operación eficiente.

### *Objetivo general*

Para documentar y estandarizar de manera integral los procesos productivos del departamento de CNC en FUNHEDI, se seguirá una metodología basada en la **Documentación de Procedimientos Operativos Estándar (SOP)**. Este enfoque incluye la participación, la observación directa de las operaciones, un análisis detallado de cada actividad, y la recopilación exhaustiva de información sobre las labores realizadas por los operadores de CNC. A través de esta metodología, se obtendrá una visión clara y completa de los procesos, asegurando que se cumplan los estándares e instrucciones especificadas en los planos proporcionados por los clientes. El objetivo es mejorar la calidad, la eficiencia y la consistencia en la producción de piezas, garantizando así la entrega de productos que satisfagan los más altos niveles de precisión y calidad.

Adicionalmente, la estandarización de los procesos productivos del departamento de CNC contribuirá significativamente a la mejora continua de la gestión y al aseguramiento de la calidad. La implementación de esta estandarización no solo optimizará la eficiencia operativa y la calidad del producto final, sino que también proporcionará una base sólida para las auditorías de certificación. Al contar con procedimientos bien definidos y documentados, FUNHEDI podrá demostrar su compromiso con la calidad y su capacidad para mantener estándares elevados de producción de manera consistente, fortaleciendo así su posición competitiva en el mercado.

### *Objetivos específicos.*

**1. Comprender los procesos del departamento de CNC:**

Investigar y comprender a fondo todos los procesos del departamento de CNC, abarcando desde la preparación de materiales hasta el acabado final, con el fin de documentar y estandarizar correctamente cada paso del proceso. Este enfoque garantizará que no se omitan detalles cruciales, permitiendo la optimización de tiempos de maquinado y facilitando la adaptación del nuevo personal a las operaciones del departamento.

**2. Conocer las máquinas y herramientas utilizadas:**

Estudiar las máquinas CNC y las herramientas empleadas en cada proceso productivo, comprendiendo su configuración y funcionamiento, con el fin de optimizar su uso y mejorar la eficiencia en los procedimientos, contribuyendo así a la estandarización y mejora continua en el departamento de CNC.

**3. Facilitar la Transferencia de Conocimiento y Capacitación:** Establecer un sistema efectivo de transferencia de conocimiento dentro del departamento de CNC, capacitando a los empleados en los procesos documentados para garantizar su comprensión y adherencia a los procedimientos estandarizados. Esto mejorará la eficiencia operativa y promoverá el desarrollo profesional continuo del personal.

**4. Documentar procesos de fabricación en hojas de operación:**

Identificar y documentar los parámetros clave de fabricación, como materiales, dimensiones, tolerancias y métodos, y realizar validaciones precisas de las piezas utilizando herramientas de medición. Esto asegurará el cumplimiento de los estándares de calidad y las especificaciones del cliente, garantizando así su satisfacción y manteniendo la consistencia en la producción.

**5. Identificar los parámetros para la fabricación de piezas:**

Documentar detalladamente los procesos de fabricación y desarrollar

hojas de operación estandarizadas para asegurar consistencia, calidad y eficiencia en la producción.

### *Justificación*

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar hojas de procedimientos para estandarizar los procesos de operación.

Al establecer procedimientos uniformes en áreas clave como la fabricación, el control de calidad, el almacenamiento y la distribución, garantizar una producción sin errores y tiempos de entrega más rápidos. La implementación de procedimientos estandarizados asegura que cada etapa del proceso se realice de manera consistente, fortalecer la confianza del cliente y mejorar la reputación de la marca. Además, la uniformidad en los procesos contribuir a una gestión de inventarios más eficaz, minimizar el riesgo de escasez o exceso de existencias.

La estandarización también proporcionar a la empresa la flexibilidad necesaria para adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y escalar sus operaciones de manera eficiente. Al contar con procedimientos bien definidos y documentados, permitir a la empresa implementar mejoras continuas, responder con agilidad a las demandas del mercado y mantener un alto nivel de calidad en todos los aspectos de su operación.

### *Marco teórico*

El proyecto se fundamenta en los principios establecidos por la norma **ISO 9001:2015**, que define los requisitos para un sistema de gestión de calidad (SGC) con el objetivo de garantizar que una organización pueda proporcionar productos y servicios que satisfagan las necesidades del cliente y cumplan con las regulaciones aplicables. La norma ISO 9001:2015 se enfoca en la satisfacción del cliente, el liderazgo efectivo, la planificación estratégica, el soporte adecuado, la gestión operativa eficiente y la evaluación continua del desempeño. Su implementación permite a las organizaciones mejorar la calidad de sus productos y servicios, optimizar sus procesos y fomentar la mejora continua.

La **ISO 9001** establece siete principios de gestión de calidad que forman la base para el desarrollo y la implementación de sistemas de gestión de calidad efectivos. Estos principios son:

1. **Enfoque en el Cliente:** Comprender y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes es esencial para el éxito de cualquier organización. Este proceso comienza con la recolección y el análisis detallado de la retroalimentación del cliente, lo cual proporciona valiosas perspectivas sobre sus preferencias y áreas de mejora. A partir de esta

información, es crucial implementar mejoras continuas en los productos y servicios para adaptarse a las demandas cambiantes del mercado y superar las expectativas del cliente. Además, asegurar una atención al cliente excepcional es fundamental para mantener altos niveles de satisfacción y fomentar la lealtad. Esto incluye no solo responder de manera eficiente y efectiva a las consultas y problemas, sino también anticipar necesidades y ofrecer soluciones proactivas. Al enfocar los esfuerzos en comprender profundamente a los clientes y en brindar una experiencia superior, una organización no solo asegura su competitividad, sino que también establece una sólida reputación basada en la confianza y la excelencia en el servicio.

2. **Liderazgo:** Para asegurar la calidad y el éxito sostenido de una organización, los líderes deben establecer una visión clara y una dirección estratégica robusta. Es fundamental que los líderes creen un entorno en el que el personal se sienta verdaderamente comprometido y motivado para alcanzar los objetivos de calidad.

Los líderes deben fomentar un ambiente donde la calidad se valore y se integre en todos los aspectos del trabajo. Esto incluye establecer y mantener altos estándares, proporcionar recursos adecuados y apoyar a los empleados en su desarrollo profesional.

La alineación del equipo con la misión y visión de la organización es otro aspecto esencial. Cuando todos los miembros del equipo comprenden y comparten los objetivos y valores fundamentales, se crea un sentido de propósito común que impulsa la cohesión y el esfuerzo conjunto. Los líderes juegan un papel clave en comunicar la misión y visión de manera efectiva, asegurando que cada individuo entienda cómo su trabajo contribuye al éxito general.

Al implementar estas estrategias, los líderes no solo orientan a su equipo hacia el cumplimiento de los estándares de calidad, sino que también cultivan un entorno de trabajo en el que el personal se siente valorado y motivado. Este sentido de pertenencia y propósito es crucial para el desempeño y la mejora continua, ya que impulsa a los empleados a superar expectativas, innovar y contribuir al crecimiento sostenido de la organización. En última instancia, un liderazgo efectivo en la definición de objetivos claros, la promoción de una cultura de calidad y la alineación del equipo con la misión y visión fomenta una base sólida para alcanzar la excelencia y el éxito a largo plazo.

3. **Compromiso de las personas:** El personal en todos los niveles de una organización representa su activo más valioso. El éxito de un sistema de gestión de calidad depende en gran medida del compromiso, la participación y la competencia de cada miembro del equipo. Para alcanzar y mantener altos estándares de calidad, es esencial ofrecer formación continua que permita a los empleados actualizar y ampliar sus habilidades. Además, involucrar a los colaboradores en el proceso de

toma de decisiones no solo fomenta un entorno de trabajo más inclusivo y colaborativo, sino que también fortalece su sentido de pertenencia y responsabilidad hacia los objetivos organizacionales. Reconocer y valorar la contribución de cada individuo es igualmente crucial, ya que este reconocimiento no solo motiva a los empleados, sino que también refuerza su compromiso con la misión y visión de la organización. Al invertir en el desarrollo profesional y en la participación de los empleados, una organización no solo mejora su desempeño en términos de calidad, sino que también construye una cultura de excelencia y cooperación que impulsa su éxito a largo plazo.

4. **Enfoque Basado en Procesos:** Gestionar las actividades y recursos de una organización como procesos interrelacionados es fundamental para mejorar la eficiencia y alcanzar resultados consistentes. Este enfoque integral implica identificar, gestionar y optimizar cada uno de los procesos clave dentro de la organización, garantizando que todas las partes trabajen de manera cohesiva y sinérgica.

El primer paso en esta gestión es mapear y comprender cada proceso en detalle, desde el inicio hasta el final, identificando cómo cada etapa contribuye al objetivo global. Luego, se deben implementar prácticas y herramientas para gestionar estos procesos de manera efectiva, asegurando que todos los recursos se utilicen de la mejor manera posible y que las actividades estén alineadas con los objetivos estratégicos de la organización.

Optimizar los procesos significa buscar continuamente oportunidades para mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y eliminar cuellos de botella. Esto puede implicar la implementación de nuevas tecnologías, la mejora de flujos de trabajo o la capacitación del personal para que se adapte a las mejores prácticas.

5. **Mejora continua:** La teoría de la mejora continua, es un enfoque sistemático para mejorar procesos, productos o servicios de manera constante y gradual.

Este enfoque se basa en la idea de que siempre hay oportunidades para mejorar, por lo que, en lugar de esperar grandes cambios o innovaciones, se enfoca en realizar pequeños ajustes y mejoras que se acumulen con el tiempo, generando resultados significativos.

Los principios clave de esta teoría son los siguientes:

5.1 Enfoque en el proceso: La mejora continua se centra en optimizar los procesos dentro de la industria, minimizar el culpar a las personas por los errores. En ese caso se trabaja en mejorar los procesos, para reducir los errores e incrementar la eficiencia.

5.2 Participación de todos los involucrados: Para que la mejora continua sea efectiva, es sumamente importante la participación de todos los

miembros de la organización, desde los niveles más altos hasta los empleados de base. Cada persona puede contribuir con ideas y sugerencias para mejorar su trabajo.

5.3 Pequeños cambios: En lugar de buscar grandes cambios de una manera repentina, la mejora continua promueve la implementación de pequeños cambios incrementales, lo que facilita su adopción y reduce el riesgo de errores.

5.4 Ciclo Planear-Hacer-Revisar-Actuar (PDCA): Este ciclo es una herramienta fundamental en la mejora continua. Porque implica planificar una mejora, implementarla, verificar los resultados y actuar para estandarizarla o hacer ajustes adicionales.

5.5 Cultura de aprendizaje: La mejora continua promueve a los errores como oportunidades de aprendizaje. A través de la reflexión y el análisis, se identifican áreas de mejora y se aplican soluciones efectivas.

La teoría de la mejora continua busca lograr una eficiencia y calidad sostenidas mediante la implementación constante de mejoras en los procesos, con el objetivo de optimizar el rendimiento de la organización a largo plazo.

Implementar la mejora continua en las actividades dentro del departamento de CNC en FUNHEDI puede generar mejoras significativas en varias áreas, impulsando tanto la eficiencia operativa como la calidad de los procesos. En primer lugar, revisar y actualizar regularmente la documentación y la estandarización de procesos permite ajustarse continuamente a los procedimientos y las necesidades cambiantes del entorno operativo. Esto implica no solo mantener los documentos actualizados, sino también realizar un análisis continuo de cada paso del proceso para identificar posibles mejoras que puedan aumentar la productividad y reducir los errores. Involucrar a los operadores en este proceso de revisión es esencial, ya que su experiencia en las operaciones diarias aporta conocimiento práctico que puede guiar las actualizaciones en los procedimientos. Además, incorporar un programa de capacitación continua a los empleados permite que estos adquieran nuevos conocimientos y que puedan aportar en la identificación de áreas de mejora dentro de sus propias actividades y en el departamento en general. Este enfoque fomenta una cultura de aprendizaje continuo, donde el personal siente para proponer y aplicar mejoras en su trabajo diario, lo que, a su vez, contribuye a una mayor adaptación a los cambios y a una mejora continua en la calidad del trabajo. En cuanto a la optimización del uso de las máquinas CNC, es fundamental establecer un sistema de monitoreo constante del rendimiento y de mantenimiento preventivo y con base a esos datos trabajar para continuar mejorándolo o actualizándolo. Esto no solo ayuda a reducir tiempos de inactividad y prolongar la vida útil de las máquinas, sino que también permite identificar patrones de uso y posibles áreas de mejora en la configuración y operación de las máquinas. A través de la mejora continua, es posible ajustar los parámetros operativos de las máquinas para optimizar su rendimiento y asegurar que se estén utilizando de una manera

eficiente.

El manejo de herramientas e insumos es otra área de oportunidad donde la mejora continua puede marcar una diferencia significativa. Aplicar la metodología 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mejorar) ayuda a mantener un entorno de trabajo ordenado y eficiente. Esto no solo otorga un acceso rápido a las herramientas necesarias, sino que también reduce el riesgo de accidentes y errores causados por el desorden. Implementar un sistema de organización visual, como el etiquetado de áreas de almacenamiento y la creación de señalizaciones claras, refuerza el orden y la disciplina en el manejo de herramientas, lo que contribuye a un entorno de trabajo más seguro y productivo.

Reducir los tiempos de maquinado es una prioridad en el departamento de CNC y la mejora continua ofrece un enfoque sistemático para lograrlo. Identificar y eliminar puntos débiles o cuellos de botella en los procesos es fundamental para optimizar el flujo de trabajo. Esto puede incluir la revisión de la secuencia de operaciones, la optimización de la programación de las máquinas y la implementación de técnicas de mejora de la eficiencia, como la reducción de tiempos de preparación y cambio de herramientas. Medir y analizar constantemente los resultados permite realizar los ajustes precisos que mejoren el rendimiento general y reduzcan los tiempos de ciclo sin comprometer la calidad del producto final.

En la validación de piezas y control de calidad, la mejora continua se manifiesta en la capacidad de realizar pequeños ajustes que tienen un impacto significativo en la precisión y la consistencia de los productos. Esto implica revisar y mejorar continuamente los métodos de medición, las herramientas utilizadas para la inspección y los criterios de aceptación, asegurando que se cumplan los estándares de calidad exigidos por la empresa y que se minimicen las inconformidades. Además, la mejora continua en este ámbito contribuye a incrementar la satisfacción del cliente al garantizar que los productos entregados cumplan con sus especificaciones y expectativas.

Fomentar la mejora continua en la comunicación y la transferencia de conocimiento dentro del equipo es muy importante para asegurar que los procedimientos estandarizados se sigan de manera consistente y que la información se transmita eficazmente entre todos los involucrados. Esto incluye utilizar canales de comunicación claros y efectivos, así como crear oportunidades para el intercambio de conocimientos, como reuniones regulares de retroalimentación, sesiones de formación cruzada y la documentación detallada de experiencias y lecciones aprendidas. Un flujo de comunicación eficiente asegura que todos los miembros del equipo tengan el conocimiento de los objetivos del departamento y puedan contribuir a la mejora continua.

Finalmente, optimizar la planificación y ejecución de los proyectos mediante la mejora continua permite ajustar dinámicamente los objetivos, los recursos y las estrategias, lo que conduce a una mayor calidad y eficiencia en los resultados finales. Este enfoque asegura que los proyectos no solo se completen a tiempo, sino que también cumplan con los estándares de calidad impuestos y la satisfacción del cliente. Mediante la implementación de ciclos de mejora

continua, como el ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, es posible evaluar constantemente el progreso de los proyectos, identificar áreas de mejora y realizar los ajustes necesarios para alcanzar resultados óptimos.

**Toma de decisiones basada en evidencia:** La teoría de toma de decisiones basada en evidencias se aplica ampliamente en el campo industrial para mejorar la eficiencia, la calidad y la productividad. En este contexto, se utiliza para evaluar opciones estratégicas, operativas y logísticas basándose en datos empíricos, análisis rigurosos y estudios previos. Las empresas recurren a esta metodología para optimizar procesos, reducir costos, mejorar la seguridad y garantizar el cumplimiento de las normas, asegurando que las decisiones se fundamenten en la mejor información disponible.

Los principios clave de la toma de decisiones basada en evidencias son 5.

1. **Usar la mejor evidencia disponible:** Esto implica buscar y utilizar datos, estudios y experiencias prácticas que respalden la decisión que se va a tomar. La evidencia debe ser objetiva, relevante y de alta calidad para ello se trabaja en conjunto con las partes interesadas dentro y fuera de la empresa para discutir y obtener un beneficio mutuo como resultado de la decisión tomada.
2. **Evaluación crítica de la evidencia:** Es esencial evaluar la validez, la relevancia y la aplicación de la información disponible para garantizar que las decisiones se basen en la mejor información posible, es por eso que las partes que se dedican a recopilar la información sigan las estrategias propicias para que dicha información sea confiable y aporte a la toma de decisiones.
3. **Integración de la experiencia profesional y el contexto organizacional:** Además de la evidencia científica, se debe considerar la experiencia y el conocimiento de los profesionales involucrados, así como las particularidades del entorno industrial, a pesar de que una de las partes más importantes de la toma de decisiones son los datos proporcionados por un estudio y análisis, es necesario que la gente experta evalúe estos datos y con base a experiencia personal y grupal ofrezcan comentarios que aporten a la toma de decisiones.
4. **Consideración de las preferencias y valores de los afectados:** Las decisiones deben tener en cuenta los valores, necesidades y preferencias de las personas y partes interesadas que serán impactadas.
5. **Monitoreo y evaluación de las decisiones:** Una vez que se toma una decisión basada en evidencia, es crucial monitorear su implementación y evaluar sus resultados para hacer ajustes, si es necesario se desarrollan distintas estrategias y formatos como un método para garantizar tener la evidencia que respalde dicha información.

Se sigue un proceso típico en la toma de decisiones basada en evidencias:

1. **Identificación del problema:** Se observa evalúa y define claramente el problema o situación la que requiere una decisión que repercutirá en el proceso de la industria.
2. **Búsqueda de la evidencia:** Recopilar la mejor evidencia disponible que sea relevante para el problema ayudándose de estrategias y formatos,

diseñados específicamente para la recolección de información, para tener información física que sustente las decisiones.

3. **Evaluación crítica de la evidencia:** Analizar la evidencia recopilada para determinar su calidad a través de discusiones por medio de las partes interesadas y desechar la información que no proporcione datos o información crítica que aporten a la decisión.
4. **Tomar la decisión:** Integrar la evidencia con la experiencia profesional, las preferencias de los afectados y el contexto industrial, discutirlo desde todas las perspectivas y tomar una decisión en la que todas las partes estén de acuerdo.
5. **Implementación y monitoreo:** Ejecutar la decisión y hacer un seguimiento continuo para evaluar su efectividad y mejora constante de la decisión tomada.

En la industria, este enfoque permite a las empresas tomar decisiones más informadas, reducir riesgos y mejorar los resultados operativos mediante un enfoque sistemático y orientado a los datos.

La implementación de la toma de decisiones basada en análisis para abordar los atrasos de producción en el departamento de CNC, causados por distintos factores, se puede seguir un proceso estructurado para tomar una decisión que ofrezca una solución. Primero, es esencial identificar claramente los problemas, a continuación, se deben recopilar datos relevantes registrados en los formatos que recopilan, las métricas de producción, las tasas de rechazo, condiciones de operación y reportes detallados de los operadores.

Una vez que ha sido reunida la información, se continua con un análisis de la evidencia para identificar patrones y causas subyacentes de las imperfecciones, utilizando herramientas de análisis de datos y técnicas como el análisis de causa raíz. Con esta información, se toman decisiones fundamentadas en los datos recopilados de parámetros de operación.

Finalmente, se realiza un seguimiento de los resultados para evaluar la efectividad de las soluciones implementadas, y se ajustan las acciones en función de los nuevos datos obtenidos, asegurando así una mejora continua en la producción. Este enfoque permite reducir imperfecciones y optimizar la eficiencia operativa en el departamento de CNC.

Sin embargo, también se requiere la colaboración de los socios para garantizar que el producto que estos envían este en óptimas condiciones para ser maquinado y evitar que se dañen insumos o se presente un retraso en la producción en el departamento.

La falta de personal en el departamento de CNC también puede abordarse mediante la toma de decisiones basada en evidencia. Al aplicar este enfoque, primero se debe identificar la magnitud del problema y su impacto en la producción. Esto incluye recopilar datos sobre las vacantes no cubiertas, la carga de trabajo por empleado, y los efectos directos en la productividad y los plazos de entrega.

Una vez se ha reunido la evidencia, se procede al análisis de las causas de la falta de personal, como problemas en el reclutamiento, retención de empleados, o condiciones laborales que puedan estar afectando la permanencia del personal. Con esta información, se pueden tomar decisiones estratégicas para solucionar el problema, como la mejora de los procesos de contratación, la implementación de programas de retención de talento, o la redistribución de tareas para optimizar los recursos disponibles.

Finalmente, se monitorean los resultados de las acciones implementadas y se realizan ajustes según sea necesario, asegurando que las decisiones tomadas efectivamente aborden la falta de personal y reduzcan su impacto en el departamento de CNC.

**Gestión de relaciones:** La organización debe gestionar de manera proactiva y estratégica sus relaciones con todas las partes interesadas, incluyendo proveedores, socios y otros colaboradores, con el fin de asegurar tanto el éxito como la sostenibilidad de su cadena de suministro y del sistema de gestión de calidad. Esto implica establecer y mantener relaciones mutuamente beneficiosas, también implica fomentar una comunicación abierta y continua, basada en la confianza y el compromiso compartido.

Al colaborar estrechamente con proveedores y socios, la organización puede identificar oportunidades para mejorar el desempeño, optimizar procesos y reducir costos, al tiempo que garantiza el cumplimiento de los estándares de calidad. Además, establecer objetivos comunes y trabajar de manera colaborativa con un objetivo en común permite no solo fortalecer la cadena de suministro, sino también generar ventajas competitivas sostenibles. La creación de alianzas estratégicas bien gestionadas contribuye a una mayor resiliencia, adaptabilidad y éxito a largo plazo tanto para la organización como para sus socios.

Dentro de este marco, la **Documentación de Procedimientos Operativos Estándar (SOP)** juega un papel importante en la metodología para recopilar la información necesaria para el proyecto. Los SOP son documentos que detallan de manera sistemática y uniforme cada paso de un proceso específico. La creación y aplicación de SOP aseguran que todos los procedimientos se realicen de manera consistente y conforme a los estándares establecidos. Esta documentación facilita la capacitación del personal, garantiza una mayor precisión en la ejecución de tareas y permite la identificación y corrección de inefficiencias. Al integrar SOP en el sistema de gestión de calidad, se refuerza el compromiso con la calidad y la excelencia operativa, proporcionando una base sólida para la certificación en normas como la ISO 9001:2015 y demostrando la capacidad de la organización para mantener altos niveles de desempeño y satisfacción del cliente.

La **Documentación de Procedimientos Operativos Estándar (SOP)** es una herramienta esencial en la gestión de procesos industriales, especialmente en entornos de alta precisión como el departamento de CNC. Su objetivo principal es estandarizar las actividades productivas, asegurando que cada tarea se realice de manera uniforme y conforme a los estándares de calidad predefinidos.

Esto no solo facilita la formación y adaptación del personal, sino que también reduce los tiempos de producción y minimiza errores, dando como resultado una mejora continua del proceso.

### **SOP y la Estandarización de Procesos en el Departamento de CNC.**

La SOP ha sido utilizada como una metodología clave para documentar y estandarizar los procesos productivos del departamento de CNC. Mediante la participación directa y la observación de las actividades de los operadores de CNC, se ha recopilado información detallada sobre cada paso del proceso, desde la preparación de materiales hasta el acabado final. Esta documentación tiene como objetivo mejorar la consistencia en la producción, también contribuye en facilitar la capacitación de nuevos empleados y reducir el tiempo necesario para que el personal se adapte a las operaciones del departamento.

La estandarización de los procesos a través de la SOP es especialmente importante en el entorno de CNC, donde la precisión en las operaciones es fundamental para cumplir con las especificaciones del cliente. Al documentar y establecer parámetros operativos claros, como las configuraciones de las máquinas y los métodos de fabricación, se asegura que cada pieza producida cumpla con los estándares de calidad requeridos, minimizando así las imperfecciones y retrabajos que podrían generar atrasos en la producción.

### **Optimización de la Eficiencia Operativa mediante la SOP**

El uso de SOP también se piensa como una valiosa herramienta en la optimización de la eficiencia operativa dentro del departamento de CNC. Al tener procesos claramente definidos y documentados, se puede reducir significativamente los tiempos de maquinado y los errores operativos. La implementación de hojas de operación estandarizadas ha permitido que los operadores sigan un enfoque, reduciendo la variabilidad en la ejecución de las tareas y mejorando el flujo de trabajo.

### **SOP y la Toma de Decisiones Basada en Evidencias**

Otro aspecto clave del proyecto ha sido la posibilidad de tomar decisiones basadas en evidencias, apoyada por la documentación de SOP. Al recopilar y analizar datos operativos detallados, relacionados con los tiempos de producción, las tasas de rechazo de piezas y las condiciones de operación, se puede implementar un enfoque más riguroso para la toma de decisiones. Este análisis de datos ha sido fundamental para abordar problemas críticos, como los atrasos en la producción y las imperfecciones en las piezas maquinadas.

Por ejemplo, en situaciones donde se detectaron imperfecciones recurrentes en las piezas, el análisis de la documentación de SOP permitió identificar las causas subyacentes, como configuraciones incorrectas de las máquinas o desgaste de herramientas, y tomar decisiones informadas para corregir estos problemas.

## **Registro de puesta en punto y captura de datos de la maquinaria.**

La **gestión del mantenimiento** es una disciplina clave en la industria que busca asegurar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los activos físicos de una organización, como maquinaria, equipos e infraestructura. Esta gestión no solo se enfoca en reparar fallos, sino en implementar estrategias proactivas para prevenir problemas y optimizar el rendimiento de los activos.

En esencia, la gestión del mantenimiento tiene varios objetivos fundamentales. Primero, busca maximizar la disponibilidad de los activos, minimizando el tiempo en que estos no están operativos. Segundo, se enfoca en reducir el costo total del ciclo de vida de los activos, incluyendo tanto los costos directos como los indirectos asociados al mantenimiento. Además, asegura el cumplimiento con normas de seguridad y estándares operativos, y mantiene la calidad de los productos o servicios ofrecidos por la organización.

Existen diferentes tipos de mantenimiento que se aplican dependiendo de las necesidades específicas y las características de los activos. El mantenimiento correctivo, por ejemplo, se realiza después de que ocurre una falla, buscando reparar el equipo dañado. Aunque es una estrategia reactiva, es necesario para abordar problemas imprevistos. Por otro lado, el mantenimiento preventivo se basa en la realización de tareas planificadas para evitar fallas antes de que ocurran, como inspecciones periódicas y reemplazos de componentes. En un enfoque más avanzado, el mantenimiento predictivo utiliza tecnologías de monitoreo continuo para detectar signos de futuras fallas, permitiendo intervenciones justo a tiempo para evitar paros inesperados.

El **mantenimiento proactivo** busca identificar y eliminar las causas fundamentales de las fallas para evitar su recurrencia, lo cual mejora significativamente la eficiencia y confiabilidad.

La teoría de la gestión del mantenimiento también abarca la **gestión del ciclo de vida de los activos**. Desde la adquisición hasta el retiro final, la estrategia de mantenimiento debe adaptarse a cada fase del ciclo de vida de un activo. Durante la fase de diseño y adquisición, se deben considerar aspectos del mantenimiento para mantener la confiabilidad y para asegurar que los equipos sean adecuados para sus propósitos. En la fase operativa, se aplican las estrategias de mantenimiento para mantener el equipo en condiciones óptimas.

En la actualidad, las tecnologías emergentes están transformando la gestión del mantenimiento. El **Internet de las cosas** permite la conexión de sensores que facilitan el monitoreo remoto y en tiempo real de los activos. El **Análisis Predictivo** permiten una mejor previsión de fallas y una planificación más eficiente del mantenimiento.

En resumen, la gestión del mantenimiento es una disciplina crucial que, a través de estrategias proactivas y el uso de tecnologías avanzadas, busca maximizar la eficiencia operativa, reducir costos y asegurar la longevidad de los activos físicos. Implementar un enfoque integral y adaptado a las necesidades específicas de cada organización es clave para lograr una gestión efectiva.

La **gestión de mantenimiento** y la **mejora continua** son conceptos esenciales en la administración de procesos industriales, se adaptan de manera perfecta por ejemplo, al entorno del departamento de CNC. Ambos enfoques están profundamente interrelacionados y se centran en optimizar el rendimiento de los equipos y procesos, garantizando que sean confiables y sostenibles a largo plazo.

La **gestión de mantenimiento** se enfoca en la planificación, organización y control de todas las actividades necesarias para asegurar que los equipos y la infraestructura de la organización se mantengan en condiciones óptimas. Esta disciplina busca prevenir fallos, minimizar tiempos de inactividad y extender la vida útil de los activos.

Para lograr una gestión de mantenimiento efectiva, es fundamental implementar un enfoque completo, que abarque diversos tipos de mantenimiento. El **mantenimiento preventivo** implica desarrollar un plan programado basado en la vida útil esperada de los equipos. Este plan incluye rutinas regulares de inspección, limpieza y ajuste, con el objetivo de prevenir fallos antes de que ocurran. Por otro lado, el **mantenimiento correctivo** se realiza tras la detección de fallos en los equipos, centrándose en la reparación y ajuste necesarios para restaurar el funcionamiento normal. Este tipo de mantenimiento también debe identificar y abordar las causas subyacentes de los problemas para evitar su recurrencia.

El **mantenimiento predictivo** se basa en el uso de tecnologías avanzadas, como el análisis de vibraciones y la termografía, para predecir posibles fallos antes de que se materialicen. Esto permite tomar medidas correctivas basadas en datos reales y no solo en horarios programados. Además, el **mantenimiento autónomo** capacita a los operadores para realizar tareas básicas de mantenimiento, como la lubricación y el ajuste de máquinas, lo que mejora la eficiencia operativa y reduce la necesidad de intervenciones externas.

La planificación efectiva del mantenimiento requiere el desarrollo de un calendario detallado que identifique las fechas de inspección y las tareas preventivas. Es crucial monitorear el desempeño de las máquinas mediante la recopilación de datos operativos, como el tiempo de inactividad y las tasas de fallos, para evaluar la efectividad del plan de mantenimiento y realizar ajustes según sea necesario. La colaboración entre los equipos de mantenimiento y producción es esencial para integrar las actividades de mantenimiento en el flujo de trabajo diario y minimizar el impacto de fallos imprevistos en la producción. Establecer procedimientos de emergencia y protocolos de respuesta rápida puede reducir significativamente el impacto de los fallos en la operación.

Por otro lado, la **mejora continua** se centra en la realización de ajustes y optimizaciones constantes en los procesos, equipos y métodos de trabajo para lograr una mayor eficiencia, calidad y competitividad. La filosofía de mejora

continua se basa en la idea de que siempre hay oportunidades para mejorar y que los pequeños cambios acumulativos pueden generar grandes beneficios.

Un enfoque fundamental en la mejora continua es el ciclo; Planificar, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA). Este ciclo implica planificar mejoras basadas en la identificación de oportunidades, implementar cambios en un entorno controlado, verificar los resultados obtenidos y realizar ajustes adicionales según sea necesario. Esta metodología permite a las organizaciones realizar cambios de manera sistemática y evaluar su impacto antes de adoptarlos a gran escala.

La mejora continua también requiere la participación de todo el personal. Fomentar una cultura de mejora en la que los empleados estén capacitados para identificar problemas y proponer soluciones es crucial. La formación en técnicas de resolución de problemas y análisis de datos ayuda a los empleados a contribuir eficazmente a las iniciativas de mejora. La creación de equipos multidisciplinarios permite abordar problemas complejos de manera colaborativa y desarrollar soluciones innovadoras.

Entre las herramientas utilizadas en la mejora continua se encuentran Lean Manufacturing y Six Sigma. Lean Manufacturing se enfoca en eliminar desperdicios y optimizar el flujo de trabajo mediante técnicas como 5S, Kaizen y Kanban. Estas herramientas ayudan a identificar y reducir actividades que no agregan valor. Por su parte, Six Sigma busca reducir la variabilidad en los procesos y mejorar la calidad mediante el uso de técnicas estadísticas para identificar y eliminar las causas de defectos.

El monitoreo y medición del progreso mediante indicadores clave de desempeño permite realizar ajustes y mejoras continuas, y realizar auditorías internas y evaluaciones periódicas asegura la identificación de nuevas oportunidades de mejora.

En resumen, la gestión de mantenimiento y la mejora continua son pilares fundamentales para el éxito y la sostenibilidad de las operaciones industriales. La gestión de mantenimiento eficiente asegura la disponibilidad y fiabilidad de los equipos, mientras que la mejora continua impulsa la optimización constante de los procesos. La integración de ambos enfoques permite a las organizaciones no solo mantener sus operaciones en funcionamiento de manera efectiva, sino también adaptarse y mejorar proactivamente en un entorno empresarial en constante evolución.

### **Validación de productos en los procesos:**

La **validación de productos** es un proceso crítico en el ciclo de vida del desarrollo de productos, diseñado para asegurar que un producto cumple con los requisitos establecidos y funciona según lo previsto antes de su lanzamiento o uso final. Este proceso es esencial para garantizar que los productos cumplan con las expectativas de los clientes, y se aplica en diversas industrias,

especialmente en manufactura y tecnología.

El proceso de validación de productos comienza con la **verificación de cumplimiento de especificaciones**. Este aspecto implica confirmar que el producto final se ajusta a todas las especificaciones técnicas y requisitos establecidos durante la fase de diseño y desarrollo. Se verifica que las dimensiones, tolerancias, materiales y características de rendimiento sean las correctas. Para lograr esto, se utilizan instrumentos de medición precisos y se realizan pruebas funcionales para comparar el producto contra estándares de calidad previamente definidos.

Un componente clave en la validación es la **evaluación del funcionamiento y desempeño** del producto. Esto se refiere a la prueba del producto bajo condiciones normales y extremas para asegurar que cumple con su propósito previsto. Este proceso puede incluir pruebas de resistencia, durabilidad y eficacia. Se llevan a cabo pruebas en laboratorio, simulaciones y pruebas en campo para observar cómo se comporta el producto en condiciones operativas reales y para garantizar que funcionará correctamente a lo largo de su vida útil.

La **prueba de seguridad y fiabilidad** también es crucial en la validación de productos. Se debe garantizar que el producto sea seguro para su uso y que no represente riesgos para los usuarios. La fiabilidad se evalúa para determinar la capacidad del producto para funcionar correctamente durante su vida útil prevista. Se realizan pruebas de seguridad, análisis de riesgos y estudios de vida útil para identificar y mitigar posibles fallos y asegurar que el producto se mantenga operativo y seguro durante su vida útil.

Además, la **validación del proceso de producción** es un aspecto esencial. Este componente del proceso de validación asegura que el proceso de fabricación pueda reproducir el producto con la misma calidad y especificaciones en cada lote de producción. Incluye la validación de equipos, materiales y métodos de fabricación. Se realizan estudios de validación del proceso y ensayos de repetibilidad para garantizar que los productos fabricados cumplan con los estándares establecidos y que el proceso de producción sea consistente y fiable.

La importancia de la validación de productos no puede subestimarse. Es fundamental para garantizar la calidad y la fiabilidad del producto final. Al asegurar que un producto cumple con las expectativas del cliente, se reduce el riesgo de fallos y defectos, minimizando los costos asociados con devoluciones y reclamaciones.

#### **Archivar documentos del área:**

El archivo de documentos dentro de la industria es un proceso esencial que garantiza la gestión adecuada de la información y el cumplimiento de las normativas legales, técnicas y administrativas. Este concepto involucra todas las actividades relacionadas con la recepción, organización, clasificación, almacenamiento, custodia, y eventualmente, la eliminación o conservación de

los documentos generados o recibidos en el curso de las operaciones diarias. En el entorno industrial, el archivo de documentos no solo facilita el acceso rápido a la información, sino que también asegura el cumplimiento de normativas regulatorias y promueve la protección de los recursos informativos.

El archivo de documentos tiene varios propósitos fundamentales, entre los que destacan el acceso eficiente a la información, la protección de datos sensibles, el cumplimiento normativo y la conservación histórica de documentos relevantes. En una industria, disponer de un sistema de archivo eficiente garantiza que los documentos estén disponibles cuando se necesitan para la toma de decisiones, las auditorías o la trazabilidad de procesos, especialmente en casos donde la precisión y responsabilidad son cruciales.

Los tipos de documentos que suelen archivarse en un entorno industrial incluyen una gran variedad de registros, como manuales de operación, hojas de trabajo, planos técnicos, informes de calidad, certificados, documentación financiera, contratos, correspondencia y registros de mantenimiento. Cada uno de estos documentos tiene su propio ciclo de vida y es vital para la operación eficiente de la empresa. La documentación técnica, por ejemplo, es crucial para asegurar que los procedimientos y especificaciones de fabricación sean seguidos al pie de la letra, mientras que los registros de calidad aseguran que las normativas internas y externas sean respetadas.

Existen diferentes métodos para archivar documentos en la industria, tanto en formato físico como digital. El archivo físico, hoy en día es menos utilizado, sigue siendo necesario en ciertos sectores. Se organiza mediante sistemas de clasificación como el alfabético, cronológico, temático o numérico, y requiere una gestión cuidadosa para asegurar que los documentos se mantengan en buen estado. Por otro lado, el archivo digital se ha convertido en el estándar debido a sus múltiples ventajas, como la facilidad de acceso remoto, la seguridad mejorada mediante contraseñas y niveles de acceso, la búsqueda eficiente mediante palabras clave y la capacidad de automatización en la clasificación y el almacenamiento de documentos.

El ciclo de vida de un documento dentro de la industria suele comenzar con su creación o recepción, seguido de su clasificación y almacenamiento adecuado. Durante su vida útil, el documento será consultado y utilizado para diversas actividades antes de que se decida si debe mantenerse a largo plazo o ser eliminado, dependiendo de su importancia y las normativas que contemplen su conservación. La eliminación de documentos se realiza de manera controlada para evitar la pérdida de información importante o la filtración de datos sensibles.

En este contexto, las normativas juegan un papel crucial. Estándares internacionales como ISO 9001 e ISO 14001 exigen un control riguroso de los documentos, asegurando que sean actualizados, revisados y aprobados por personal competente antes de su distribución. Asimismo, muchas industrias están sujetas a normativas locales que dictan cómo deben archivarse y gestionarse ciertos documentos, especialmente aquellos de naturaleza legal o fiscal. El cumplimiento con estas normativas es indispensable para evitar

sanciones y asegurar la transparencia en los procesos.

La tecnología también ha transformado la manera en que las industrias gestionan sus archivos. Hoy en día, los sistemas de gestión documental permiten almacenar, organizar y acceder a documentos, facilitando el acceso y garantizando la seguridad mediante el uso de comunicación directa, la protección de la información por medio de contraseñas y las auditorías. El almacenamiento en la nube se ha vuelto una opción común, ya que permite acceder a los documentos desde cualquier lugar con conexión a internet, además que la información es transmitida de manera casi inmediata entre las empresas y los clientes.

A pesar de estas mejoras tecnológicas, la gestión de documentos sigue enfrentando retos importantes. La sobrecarga de información, la protección de datos confidenciales y la migración de archivos físicos a digitales son algunos de los desafíos más comunes. Las industrias deben contar con estrategias claras para manejar grandes volúmenes de información sin perder eficiencia, y para garantizar que los documentos sensibles estén protegidos de accesos no autorizados o la filtración de la información sensible para las empresas. Además, la transición de documentos físicos a digitales requiere una planificación cuidadosa para evitar la pérdida de información o la duplicación innecesaria.

Acerca de toda esta información podríamos resumir que el archivo de documentos es un proceso integral para la operación efectiva de cualquier industria, garantizando que la información necesaria esté siempre disponible y se gestione de manera segura y eficiente. Con la evolución tecnológica y el cumplimiento de normativas cada vez más estrictas, las empresas deben adaptarse a los nuevos sistemas de gestión documental para optimizar su operación, asegurar la calidad y cumplir con los estándares legales y regulatorios que rigen su sector.

### **Apoyo a procesos:**

El personal de operaciones es uno de los pilares más fundamentales en cualquier organización, ya que desempeña un papel crucial en la ejecución de las actividades diarias que permiten la producción de diferentes bienes o servicios. Este grupo de personas, compuesto por operadores, técnicos, ingenieros y supervisores, entre otros, es responsable de transformar las materias primas en productos finales o de gestionar los procesos necesarios para entregar servicios de calidad. La importancia de su función no solo radica en su responsabilidad directa en el proceso productivo, sino también en su impacto en la eficiencia operativa, la calidad del producto, la satisfacción del cliente.

En una empresa manufacturera, por ejemplo, el personal de operaciones se encarga de una amplia gama de actividades, desde la manipulación y procesamiento de materias primas hasta la supervisión y control de la maquinaria y los equipos necesarios para realizar las actividades correspondientes. Esto incluye tareas como la configuración y operación de maquinaria automatizada, el monitoreo de los parámetros de producción, la inspección de calidad en

diferentes etapas del proceso, y la gestión del inventario de materiales y productos terminados. Este equipo de trabajo es el que convierte el diseño o concepto inicial de un producto en una realidad tangible, garantizando que se cumplan los estándares de calidad y las especificaciones requeridas.

El personal de operaciones no solo trabaja en la producción física de bienes; también es clave en la optimización de los procesos de producción. En muchos casos, tienen la responsabilidad de identificar áreas de mejora en términos de eficiencia, tiempos de ciclo, uso de recursos y reducción de desperdicios. Estas mejoras pueden generar importantes ahorros de costos, además de incrementar la capacidad de producción y reducir los tiempos de entrega. La mejora continua, depende en gran medida de la colaboración del personal operativo, debido a que los operadores están en la primera línea del proceso productivo y son los más indicados para detectar ineficiencias o problemas potenciales en todos los procesos.

Uno de los aspectos más importantes de la labor del personal de operaciones es la coordinación y el trabajo en equipo. En cualquier industria, el proceso de producción o entrega de servicios no es una tarea aislada; requiere la colaboración entre diversas áreas. Un operador de maquinaria en una planta de manufactura debe coordinarse con los supervisores de calidad para asegurar que las piezas fabricadas cumplen con los estándares.

La producción en general, entendida como el conjunto de actividades que transforman insumos en productos o servicios finales, es el corazón de cualquier empresa que busca generar valor y satisfacer las necesidades del mercado. Este proceso abarca varias fases, desde la planificación y diseño hasta la ejecución y entrega del producto final. El objetivo principal de la producción es maximizar la eficiencia y la calidad, minimizando los costos y tiempos involucrados. Para lograr esto, las empresas dependen en gran medida de un personal de operaciones capacitado, que no solo domine las técnicas y herramientas requeridas, sino que también entienda la importancia de la consistencia, la precisión y la adherencia a los plazos.

El entorno competitivo en el que operan las empresas modernas exige una producción rápida y flexible. Esto significa que el personal de operaciones debe ser capaz de adaptarse a cambios en la demanda, ajustando sus procesos para responder a las variaciones en los volúmenes de producción, las características de los productos o los plazos de entrega.

Además, en la era de la automatización y la digitalización, el personal de operaciones está asumiendo nuevas responsabilidades relacionadas con el manejo de tecnologías avanzadas como la robótica, el Internet de las Cosas, la inteligencia artificial y los sistemas de control digital. Aunque estas tecnologías están revolucionando los procesos productivos, también requieren que los trabajadores de operaciones adquieran nuevas habilidades para manejar, programar y mantener estos sistemas. La interacción humano-máquina es cada vez más común, y los trabajadores de operaciones son una pieza clave dentro de la industria moderna, garantizando que las tecnologías de automatización se

implementen de manera efectiva para mejorar la productividad sin comprometer la calidad o la seguridad.

La seguridad es otro aspecto crítico en el trabajo del personal de operaciones, especialmente en industrias como la manufactura, la construcción o la minería, donde las condiciones laborales pueden ser peligrosas. El cumplimiento de las normativas de seguridad, el uso adecuado de equipos de protección personal y la implementación de procedimientos seguros es esencial para prevenir accidentes y garantizar un entorno de trabajo saludable. El personal de operaciones no solo debe estar capacitado en el uso de herramientas y maquinaria, sino que también debe estar consciente de los riesgos asociados a su trabajo y las medidas necesarias para minimizarlos.

El personal de operaciones es vital para el funcionamiento de cualquier empresa, independientemente del sector al que pertenezca. Su contribución va mucho más allá de la ejecución de tareas rutinarias; son actores clave en la mejora continua, la innovación de procesos, la implementación de nuevas tecnologías y la garantía de la calidad y seguridad en la producción. A través de su trabajo, las empresas pueden alcanzar sus objetivos de eficiencia, calidad y satisfacción del cliente, lo que les permite competir en el mercado cada vez más exigente y dinámico. La importancia de este personal no puede subestimarse, ya que su labor diaria es el motor que impulsa el éxito operativo y la capacidad de la empresa para entregar productos y servicios que cumplan con las expectativas del mercado.

La participación en el maquinado de piezas utilizando diversas maquinarias y herramientas del departamento de CNC es una parte fundamental del proceso de aprendizaje en el área de mecanizado. Esta experiencia no solo permite familiarizarse con las máquinas y herramientas especializadas, sino que también ofrece una comprensión profunda de los diferentes procesos que se llevan a cabo en un entorno industrial. El uso de tornos, fresadoras, y otras máquinas CNC proporciona una experiencia directa y conocimientos de los procesos sobre cómo transformar materias primas en componentes de alta calidad y precisión, siguiendo los parámetros de diseño y producción discutidos por el cliente y la empresa.

Al operar directamente la maquinaria CNC, se adquiere un conocimiento detallado de su funcionamiento interno, desde la configuración inicial de las piezas y herramientas, hasta la programación y ejecución de los trabajos mediante software especializado. Este enfoque práctico permite dominar aspectos técnicos como la selección adecuada de herramientas de corte, la calibración de los parámetros de maquinado, y la optimización de tiempos y recursos. Además, operar estas máquinas facilita la comprensión de las tolerancias dimensionales, el acabado superficial, y los métodos de inspección de calidad que se aplican durante y después del proceso de mecanizado.

El involucrarse activamente en la producción diaria no solo brinda una perspectiva técnica, sino que también proporciona la oportunidad de aprender directamente de operadores experimentados. Estos profesionales aportan un conocimiento práctico valioso basado en años de experiencia en el manejo de

las máquinas, solución de problemas técnicos, y la adaptación a las condiciones cambiantes de la producción. La observación y colaboración con estos expertos es esencial para desarrollar habilidades prácticas avanzadas, como la identificación de errores en el maquinado, la corrección de desviaciones en tiempo real, y la capacidad de ajustar parámetros según las necesidades específicas de cada producto que pase por la línea de producción.

Además de mejorar las habilidades técnicas, este tipo de experiencia ofrece una visión integral de los flujos de trabajo y los desafíos operativos diarios en un entorno de CNC. Esto incluye aspectos como la gestión del tiempo, la coordinación entre diferentes etapas del proceso productivo, y la capacidad de anticipar y resolver problemas antes de que afecten la calidad del producto o los plazos de entrega. La inmersión en este contexto permite a los participantes desarrollar una comprensión holística del ciclo de producción, desde la recepción de los planos de diseño hasta la entrega del producto final, asegurando que se cumplan los estándares de calidad, eficiencia y seguridad.

Finalmente, esta participación también contribuye al desarrollo de habilidades de trabajo en equipo y comunicación dentro de un entorno de producción colaborativo. Al interactuar con diferentes áreas y niveles de responsabilidad dentro del departamento, se mejora la capacidad de coordinarse con otros operadores, supervisores y personal de mantenimiento para asegurar que las operaciones se lleven a cabo sin interrupciones, optimizando el uso de recursos y maximizando la productividad.

Para entender de una mejor manera algunas palabras utilizadas durante el desarrollo del documento se describirá brevemente el significado de esas palabras junto con una imagen para tener una mayor referencia.

### **O-Ring:**

Un O-ring es un tipo de sello mecánico en forma de anillo hecho generalmente de materiales elásticos como caucho. Su función principal es prevenir fugas de líquidos o gases entre dos superficies en contacto, al crear una barrera de sellado hermética cuando se comprime entre dichas superficies.

El O-ring es muy versátil y se utiliza en una variedad de aplicaciones industriales y comerciales, como en sistemas hidráulicos, neumáticos, automotrices, y de plomería, entre otros. Su diseño sencillo y la variedad de materiales en los que se fabrica lo hacen ideal para aplicaciones en diferentes temperaturas y presiones, logrando una gran efectividad en el sellado incluso en condiciones exigentes.



*Imagen 1. O-rings de goma*

**Barrenos:**

Los barrenos son agujeros o perforaciones realizados en una superficie, generalmente en materiales sólidos como metal, madera, o piedra, mediante herramientas de corte o perforación como brocas o taladros. Estos orificios se crean para distintos propósitos: instalar tornillos o pernos, insertar pasadores, o para permitir el paso de fluidos o cables.

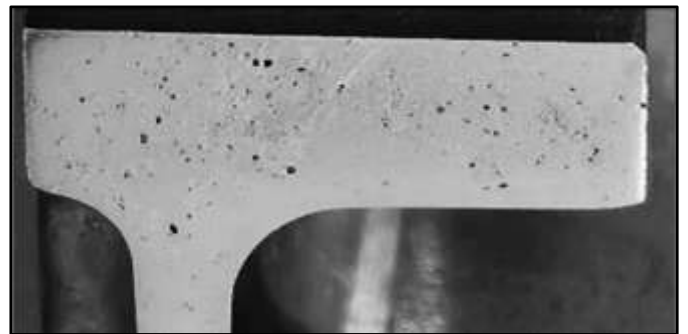
En el ámbito industrial, especialmente en procesos de manufactura y construcción, el término también puede referirse al proceso de perforación y al equipo utilizado. Además, el tamaño, la forma, y la precisión del barreno pueden variar según los requerimientos del proyecto, y pueden requerir herramientas especializadas para asegurar la exactitud y calidad del acabado.



*Imagen 2. Placa de acero con 4 barrenos*

**Poros:**

Un poro es una cavidad diminuta dentro de un material sólido, como un metal. Los poros pueden formarse durante procesos de manufactura, especialmente en técnicas como la fundición. Estos espacios suelen ser indeseables porque pueden afectar la resistencia, la durabilidad y la impermeabilidad del material.



*Imagen 3. Superficie metálica con poros*

En aplicaciones donde se requieren propiedades herméticas o alta resistencia,

la presencia de poros puede resultar en fallas estructurales o en fugas de gases o líquidos. Por ello, en muchas industrias, se implementan técnicas de inspección para detectar y minimizar la porosidad en materiales y piezas críticas.

**Escoria:**

La escoria es un subproducto generado durante procesos de fundición o refinado de metales. Está compuesta de impurezas y otros elementos no deseados que se separan del metal durante su tratamiento a altas temperaturas. Estas

La escoria es común en industrias como la siderúrgica y la metalúrgica y se retira para mejorar la pureza del metal.



*Imagen 4. Escoria en la superficie del metal*

### Calibradores vernier:

El vernier digital es una herramienta de precisión que permite medir dimensiones externas, internas y profundidades, es común en industrias de manufactura, mecánica y control de calidad debido a su facilidad de uso y precisión.



Imagen 5. Vernier digital

### Calibrador de interiores:

Un calibrador de interiores es una herramienta de medición diseñada específicamente para medir el diámetro interno de orificios, cilindros, tubos, y otras cavidades en piezas o materiales. A diferencia de los calibradores convencionales, que suelen medir tanto exteriores como interiores, los calibradores de interiores están optimizados para realizar mediciones precisas en espacios reducidos o de difícil acceso dentro de una pieza.



Imagen 6. Calibradores de interiores

### Gages de rosca Go / No go:

Los gages de rosca son herramientas de medición utilizadas para verificar la precisión y la calidad de las roscas en elementos como tornillos, pernos, tuercas y piezas roscadas. Estos gages aseguran que las roscas cumplan con las especificaciones y estándares de tamaño, paso y forma, lo cual es fundamental para garantizar que los componentes roscados puedan ensamblarse correctamente y cumplir con su función en aplicaciones mecánicas e industriales.

Consta de dos extremos o lados, uno marcado go (Pasa) y otro como no-go (No pasa). Si la rosca se ajusta correctamente en el extremo "pasa" y no entra en el "no pasa", significa que está dentro de las tolerancias establecidas.



Imagen 7. Gage de rosca

### Flexómetro:

Un flexómetro es una herramienta de medición portátil, también conocida como cinta métrica. Está conformado por una cinta flexible de metal o material compuesto que se enrolla dentro de una caja. Su función principal es medir longitudes de manera rápida y práctica, y se utiliza en una amplia variedad de actividades. La cinta generalmente tiene



Imagen 8. Flexómetro

marcas en centímetros y milímetros, o en pies y pulgadas, dependiendo del sistema de medición.

### **Machuelos:**

Los machuelos son herramientas de corte utilizadas en el proceso de roscado, es decir, para crear roscas internas en materiales como metal, plástico o madera. Se emplean principalmente en trabajos de mecanizado y en la fabricación de piezas que requieren roscas para la unión de componentes, como tornillos o tuercas.

Su diseño consiste en una pieza con varias estrías o ranuras que permiten que el machuelo corte la rosca en el interior de un agujero previamente perforado. Los machuelos pueden tener diferentes tipos y tamaños de rosca, adaptándose a diversas aplicaciones, y se fabrican con materiales resistentes como acero de alta velocidad



*Imagen 9. Juego de machuelos*

### **Brocas:**

Las brocas son herramientas de corte utilizadas para perforar materiales, principalmente metal, madera, plástico y concreto. Tienen una forma cilíndrica con un extremo afilado que permite hacer agujeros de diferentes tamaños en el material sobre el que se trabaja. Dependiendo de su diseño, las brocas pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones y con diferentes tipos de maquinaria.

Cada tipo de broca tiene características específicas como el ángulo de corte, el material de fabricación y el diseño de la punta, lo que las hace aptas para aplicaciones particulares.



*Imagen 10. Brocas*

### **Martillo de goma:**

El martillo de goma es una herramienta de percusión diseñada para golpear objetos sin dañarlos o dejarlos marcados, a diferencia de los martillos convencionales de metal. Su cabezal está hecho de goma, lo que proporciona una acción de golpeo suave pero efectiva, ideal para trabajos que requieren precisión y donde el daño superficial debe ser evitado.



*Imagen 11. Martillo de goma*

### **Refrigerante:**

El refrigerante es un líquido utilizado en procesos industriales y de mecanizado para reducir la temperatura generada por la fricción entre las herramientas y las piezas de trabajo. Su función principal es evitar el sobrecalentamiento de la herramienta y la pieza, lo que podría causar daños o un desgaste acelerado. Además, ayuda a eliminar las virutas del área de corte, lo que mejora la precisión del trabajo, y en algunos casos, actúa como lubricante para reducir la fricción. Los refrigerantes pueden variar en su composición, siendo acuosos, sintéticos o a base de aceites, dependiendo del tipo de proceso y material que se esté utilizando.



*Imagen 12. Trabajo con refrigerante*

### **Paralela de acero:**

La paralela de acero es una pieza de acero utilizada como referencia o guía en diversas aplicaciones de medición y alineación, especialmente en trabajos de mecanizado y ajuste de máquinas. Su forma es generalmente rectangular y está diseñada para ser utilizada en conjunto con otras piezas o herramientas para garantizar precisión y alineación en el trabajo.

Las paralelas de acero se emplean para nivelar o alinear componentes, como cuando se usan en prensas o en el montaje de piezas para que permanezcan a la misma altura o nivel durante el proceso de corte o mecanizado. Las paralelas también se utilizan en la medición de dimensiones, ya que permiten mantener una distancia constante entre dos superficies o piezas, asegurando la precisión en las medidas. Estas piezas están hechas de acero de alta resistencia para soportar las condiciones de trabajo en ambientes industriales para resistir al desgaste.



*Imagen 13. Paralelas de acero*

**Rebabador de uña:**

Es una herramienta especializada para eliminar las rebabas y bordes irregulares en superficies de aluminio y otros metales ligeros. Su diseño con una punta fina y afilada, similar a una uña, permite acceder a zonas estrechas y realizar acabados precisos en piezas metálicas, especialmente en el borde y áreas de difícil acceso.

Este tipo de rebabador es común en trabajos de mecanizado, donde es necesario suavizar los bordes cortantes o ajustar detalles sin dañar el material. Hecho de acero o carburo para mayor durabilidad, el rebabador de uña es ideal para trabajos detallados que requieren control y precisión en el acabado de superficies metálicas.



Imagen 14. Rebabador de uña

**Cuchillo de linóleo:**

Se refiere a una herramienta de corte manual que se emplea para realizar ajustes finos y detalles en superficies de aluminio o en materiales similares. Aunque tradicionalmente se usa en grabado, en este contexto se utiliza para eliminar pequeñas imperfecciones, cortar aluminio sobrante o crear patrones finos en la superficie.



Imagen 15. Cuchillo de linóleo

**Granallado:**

El granallado es un proceso de tratamiento de superficies en el que se utilizan partículas pequeñas y duras, conocidas como granalla, que se proyectan a alta velocidad contra la superficie del material, en este caso, aluminio. Este método tiene múltiples fines industriales, incluyendo la limpieza, el desbaste y la preparación de superficies, además de ser útil para mejorar las propiedades mecánicas del aluminio al eliminar impurezas y residuos no deseados.

En la industria del aluminio, el granallado se emplea para remover óxidos, restos de fundición o cualquier capa superficial indeseada, dejando el material listo.



Imagen 16. Granallado

**Lima de acero:**

La lima de acero es una herramienta de corte y desbaste manual, utilizada para suavizar, ajustar o dar forma a piezas metálicas, incluyendo el aluminio. Está compuesta por una hoja de acero con superficie áspera, llena de dientes o ranuras, que permite desgastar el material mediante movimientos repetidos sobre la superficie.

En la industria del aluminio, las limas de acero se utilizan para eliminar rebabas, afinar bordes, ajustar dimensiones y mejorar el acabado de piezas en procesos de fabricación o montaje. Su diseño permite un control preciso en trabajos que requieren detalles, como el ajuste de uniones o el acabado de zonas difíciles de alcanzar con maquinaria.



Imagen 17. Lima de acero

**Desengrasante:**

El desengrasante es un producto químico utilizado para eliminar aceites, grasas, residuos de lubricantes y otros contaminantes de superficies, especialmente en piezas metálicas como las de aluminio.

Estos productos ayudan a mantener la calidad del aluminio, ya que eliminan impurezas que podrían interferir en procesos posteriores o en la apariencia final.



Imagen 18. Desengrasante

**Palpador punta de rubí:**

El palpador de punta de rubí es una herramienta de medición de alta precisión utilizada en máquinas de medición por coordenadas y otros dispositivos de control dimensional. La punta de rubí, una piedra sintética extremadamente dura y resistente al desgaste, permite que el palpador se desplace sobre la superficie de piezas de aluminio y otros metales sin dañarlas ni dejar marcas.

Este palpador es esencial para medir con exactitud dimensiones, geometrías y tolerancias de piezas mecanizadas. Su diseño asegura que las mediciones sean estables y precisas, ya que la punta de rubí resiste la fricción y la acumulación de partículas,



Imagen 19. Palpador punta de rubí

manteniendo su forma y tamaño.

### **Aluminio 356-T6:**

El aluminio 356-T6 es una aleación de aluminio que pertenece a la serie 3xx, conocida por su alta resistencia y excelente capacidad de fundición. El "356" indica la composición principal de la aleación, que contiene silicio y magnesio, lo que le otorga una buena combinación de propiedades mecánicas y de procesabilidad. El "T6" es una designación de tratamiento térmico que indica que el material ha sido sometido a un proceso de envejecimiento artificial para aumentar su resistencia.

El aluminio 356-T6 ofrece una combinación equilibrada entre alta resistencia a la

tracción y dureza, junto con una buena resistencia a la fatiga, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que enfrentan esfuerzos mecánicos y condiciones de trabajo exigentes. Además, su capacidad para ser fundido y moldeado lo hace ideal para la fabricación de piezas complejas.

### **AlMag 319:**

Es una aleación de aluminio a base de silicio y cobre, conocida por su buena resistencia mecánica, excelente capacidad de fundición y resistencia a la corrosión. Esta aleación es especialmente útil en aplicaciones donde se requieren propiedades de resistencia moderada junto con una excelente capacidad de absorción de vibraciones y resistencia a las temperaturas elevadas. Es ampliamente utilizado para fabricar componentes de motores, como bloques, cabezales y cárteres, debido a su combinación de ligereza y resistencia a la fatiga térmica. Esta

aleación ofrece una buena estabilidad dimensional en aplicaciones de fundición y permite la creación de piezas complejas con paredes delgadas. Además, el contenido de magnesio en la aleación mejora su dureza, y el cobre contribuye a su resistencia a la tracción.



*Imagen 20. Pieza de aluminio 356-T6*



*Imagen 21. Piezas AlMag 319*

**Insertos:**

Los insertos son herramientas de corte intercambiables utilizadas en operaciones de mecanizado, como el torneado, fresado y taladrado. Están diseñados para montarse en soportes o portaherramientas y se fabrican con materiales de alta dureza, como carburo de tungsteno, o cerámica entre otros materiales, lo que les permite soportar altas temperaturas y resistir el desgaste.



*Imagen 22. Insertos*

Los insertos son herramientas que realizan cortes precisos, acabados de alta calidad y optimizar la vida útil de las herramientas, ya que se pueden reemplazar fácilmente una vez que se desgastan sin necesidad de cambiar el portaherramientas completo.

Los insertos vienen en diferentes formas, tamaños y grados, cada uno diseñado para aplicaciones específicas, como corte, desbaste o acabado fino. Además, pueden contar con revestimientos especiales que reducen la fricción y evitan que el material de aluminio se adhiera, manteniendo el rendimiento y la calidad del mecanizado.

**Cortadores de bola:**

Son herramientas que tienen una punta redondeada o de forma de bola que permite hacer cortes suaves y redondeados. Son especialmente útiles para trabajar superficies curvas o tridimensionales, como moldes y piezas con formas complejas. En el mecanizado de aluminio, los cortadores de bola son ideales para acabados y contorneados, ya que pueden realizar cortes en múltiples ángulos y se adaptan bien a la forma del material, reduciendo el riesgo de marcas o daños en el acabado.



*Imagen 23. Cortador de bola*

**Cortador recto:**

Son herramientas que tienen una punta plana y bordes rectos, lo que los hace adecuados para crear superficies planas, ranuras y cavidades con bordes definidos. Estos cortadores son comunes en aplicaciones que requieren cortes en línea recta, como en el fresado de ranuras, rebajes y superficies de aluminio donde se busca precisión en las esquinas o bordes.



*24. Cortadores rectos*

**Lijas:**

Las lijas son materiales abrasivos utilizados para alisar, pulir y limpiar superficies. En la industria del aluminio, las lijas son esenciales para mejorar el acabado superficial de las piezas, eliminando imperfecciones, óxidos y pequeñas rebabas generadas en el proceso de fabricación.

Las lijas están compuestas de una base de papel, tela o esponja sobre la cual se adhiere un material abrasivo, como óxido de aluminio, carburo de silicio o cerámica. Estas vienen en



Imagen 25. Lijas

distintas granulometrías: las de grano grueso es decir las que se clasifican en menor número de grano, se utilizan para eliminar material rápidamente y desbastar, mientras que las de grano fino las de mayor número de grano se emplean para lograr un acabado suave y uniforme.

**Agua desmineralizada:**

El agua desmineralizada es agua que ha pasado por un proceso de purificación para eliminar casi todas las sales minerales y iones, como el calcio, magnesio, sodio y cloruros, mediante métodos de intercambio iónico, ósmosis inversa o destilación. Este proceso produce agua pura, libre de impurezas y minerales que puedan interferir en aplicaciones industriales.

En la industria del aluminio, el agua desmineralizada se utiliza ampliamente en sistemas de enfriamiento, procesos de limpieza y en aplicaciones donde se requiere agua de alta pureza para evitar la corrosión y la acumulación de residuos minerales en los equipos.



Imagen 26. Tanque de agua desmineralizada.

**Guantes Showa:**

Son guantes de protección fabricados con materiales como PVC, nitrilo o poliuretano, que ofrecen una barrera efectiva contra aceites, grasas, productos químicos y otras sustancias líquidas. Diseñados para trabajos que requieren una protección ligera y resistencia a salpicaduras o exposición química moderada, estos guantes combinan flexibilidad y destreza, permitiendo una buena movilidad sin comprometer la protección.



Imagen 27. Guantes Showa de nitrilo

### **Guantes de fibra de vidrio:**

Los guantes de fibra de vidrio son guantes diseñados para ofrecer una protección excepcional contra cortes y abrasiones, gracias a la resistencia inherente de las fibras de vidrio entretejidas en su material. Este tipo de guante se emplea en situaciones donde es necesario manipular materiales o herramientas afiladas, como en el corte, manejo y procesamiento de metales, incluyendo el aluminio.



*Imagen 28. Guantes de fibra de vidrio*

### **Torno Feeler FTC 350XL:**

El Torno Feeler FTC 350XL es una máquina herramienta CNC de alta precisión diseñada para realizar operaciones de torneado en piezas metálicas, ideal para la industria del aluminio y otros sectores donde se requiere trabajar con materiales de manera eficiente y precisa. Este torno cuenta con un sistema de control numérico computarizado que permite automatizar y optimizar procesos de mecanizado, asegurando que las piezas producidas cumplan con estrictas especificaciones de calidad.

Algunas de las características clave del Feeler FTC 350XL incluyen una estructura robusta que reduce las vibraciones durante el mecanizado, un cabezal rígido que mejora la estabilidad de corte, y un husillo de alta potencia que permite trabajar con una amplia gama de velocidades y cargas. También suele contar con herramientas automáticas de cambio rápido, lo que facilita el trabajo en series de producción.



*Imagen 29. Feeler FTC 350XL*

### **Feeler FV-760:**

El Feeler FV 760 es un centro de mecanizado vertical CNC diseñado para realizar operaciones de fresado, taladrado, roscado y escariado en piezas metálicas. Esta máquina es conocida por su precisión, robustez y capacidad para trabajar en piezas complejas con altos niveles de detalle y calidad en el acabado.

El Feeler FV 760 está equipado con un husillo de alta velocidad que permite una excelente capacidad de corte, ideal para mecanizar piezas en grandes volúmenes o para crear geometrías intrincadas en una variedad de materiales. Su estructura rígida y bien construida reduce las vibraciones durante el mecanizado, lo que aumenta la precisión y la vida útil de las herramientas. Además, este modelo suele contar con un cambiador automático de herramientas y un sistema de refrigeración avanzado, lo que optimiza los tiempos de producción y permite mantener la temperatura adecuada en trabajos prolongados.



*Imagen 30. Feeler FV-760*

### **HAAS UMC-750SS:**

El Haas UMC-750SS es un centro de mecanizado universal de 5 ejes de alta velocidad diseñado para realizar operaciones de fresado complejas y de múltiples caras en una sola configuración. Este modelo, perteneciente a la serie UMC de Haas, es especialmente adecuado para trabajos de precisión y alta producción en la industria del aluminio y otros metales, donde la eficiencia y la calidad del acabado son cruciales.

El UMC-750SS cuenta con un husillo de alta velocidad que permite trabajar a velocidades de hasta 15,000 rpm, lo que lo hace ideal para operaciones de desbaste y acabado en materiales de dureza variada. Su capacidad de 5 ejes permite mecanizar superficies curvas y detalles en piezas complejas, eliminando la necesidad de múltiples configuraciones y mejorando la precisión y repetibilidad del proceso. Este modelo también está equipado con un sistema de cambio de herramientas de alta velocidad, una mesa basculante de doble eje y un control CNC avanzado que facilita la programación y el control de movimientos complejos.



*Imagen 31. HAAS UMC-750SS*

### **HAAS VF-2SS:**

El Haas UMC-750SS es un centro de mecanizado universal de 5 ejes de alta velocidad diseñado para realizar operaciones de fresado complejas y de múltiples caras en una sola configuración. Este modelo, perteneciente a la serie UMC de Haas, es especialmente adecuado para trabajos de precisión y alta producción en la industria del aluminio y otros metales, donde la eficiencia y la calidad del acabado son cruciales.

El UMC-750SS cuenta con un husillo de alta velocidad que permite trabajar a velocidades de hasta 15,000 rpm, lo que lo hace ideal para operaciones de desbaste y acabado en materiales de dureza variada. Su capacidad de 5 ejes permite mecanizar superficies curvas y detalles en piezas complejas, eliminando la necesidad de múltiples configuraciones y mejorando la precisión y repetibilidad del proceso. Este modelo también está equipado con un sistema de cambio de herramientas de alta velocidad, una mesa basculante de doble eje y un control CNC avanzado que facilita la programación y el control de movimientos complejos.



*Imagen 32. HAAS VF2-SS*

### **HAAS VF6-SS:**

El HAAS VF- 6SS es un centro de mecanizado vertical de alta velocidad que pertenece a la línea VF de Haas Automation. Diseñado para realizar operaciones de fresado, taladrado, roscado y escariado, el VF-6SS se caracteriza por su

precisión y capacidad para manejar piezas de gran tamaño y peso. La designación “SS” (Super Speed) indica que este modelo está optimizado para trabajar a altas velocidades, ofreciendo un rendimiento eficiente y mejorando los tiempos de ciclo en la producción.

Este modelo cuenta con un husillo de alta velocidad de 12,000 rpm, ideal para mecanizar aluminio y otros metales con rapidez y precisión. Además, el VF-6SS está equipado con un cambiador de herramientas de alta capacidad, lo que permite transiciones rápidas entre operaciones y minimiza el tiempo de inactividad. Su mesa grande y estructura robusta pueden soportar piezas de gran tamaño, lo que lo hace adecuado para una variedad de aplicaciones industriales.



*Imagen 33. HAAS VF6-SS*

### **Challenger LT-42:**

El Challenger LT-42 es un torno CNC compacto diseñado para realizar operaciones de torneado de precisión en una variedad de materiales, incluyendo el aluminio. Este modelo es conocido por su robustez y fiabilidad en trabajos de alta precisión, lo cual lo hace adecuado para aplicaciones en industrias que requieren piezas de pequeño a mediano tamaño, como la automotriz, aeroespacial, y de manufactura en general.

El LT-42 está equipado con un husillo de alta velocidad que permite una rotación estable y controlada, mejorando la precisión en cortes y reduciendo el tiempo de ciclo en la producción. Este torno suele contar con funciones automáticas para el cambio de herramientas y un diseño ergonómico que facilita el acceso a la zona de trabajo, optimizando así la eficiencia y la productividad en el taller.



*Imagen 34. Challenger LT-42*

## **DESARROLLO:**

Durante la estancia en FUNHEDI, aplicar los conocimientos teóricos y prácticos resulta esencial para mejorar habilidades previas y adquirir nuevas. El periodo de residencias profesionales permite desarrollar una perspectiva más amplia y actuar como impulso para comenzar la vida laboral.

Las actividades en el área de CNC son amplias y complejas, pero permiten adquirir los conocimientos necesarios para realizar las acciones fundamentales requeridas por el departamento. Con el fin de aclarar las actividades desempeñadas como practicante en el área de CNC, se explican a continuación de manera detallada.

### **Registro de puesta en punto de la máquina.**

La actividad del registro de la puesta en punto y uso de la maquinaria presenta una desactualización constante por parte del departamento, es necesario que alguien recopile esa información, pude detectar el problema de la desactualización porque se me proporciono un ejemplo de la misma actividad realizada el año pasado, sin embargo el registro correspondiente a este año no ha sido actualizado, se recolecto la evidencia de la puesta en punto y marcha de las maquinas por medio de los reportes de los lideres de turno y habilitadores, la información en ocasiones es incompleta por lo que se pregunta directamente y se documenta en una bitácora información detallada de ciertas situaciones que se observaron al momento de evaluar los reportes de producción de los operadores, con ayuda de la coordinadora de control de procesos se analiza las distintas situaciones plasmadas en los reportes y se revisa cuidadosamente que el tiempo de paro en los que los lideres o habilitadores realizan una actividad extraordinaria consista con lo que se plasma en el reporte.

Se tomó la decisión de realizar esta actividad los lunes y martes, debido a que esos días se podía contar con la información de los reportes de los operadores correspondientes a la semana anterior y al mismo tiempo que se evaluaban se tomaba dicha información para plasmarlo en los formatos de puesta en punto y mantenimiento de la maquinaria.

Preparar la máquina implica utilizar diversos dispositivos y herramientas para asegurar que esté configurada correctamente para el proceso. Reemplazar y ajustar los componentes críticos, como los **O-ring** (Ligas de goma) de los dispositivos, es necesario para mantener el correcto funcionamiento de la maquinaria y prevenir fallos. Registrar todos los detalles de la puesta en punto, como número de semana, orden de compra, fecha, máquina utilizada, fase del proceso, actividad realizada, código del operador, periodo de tiempo y piezas utilizadas, además de recopilar información exhaustiva de los reportes de los operadores, incluyendo el tiempo empleado y la calidad de las piezas producidas, clasificándolas según su conformidad, permite al área realizar un análisis detallado de la calidad de las piezas y del proceso. Una vez que se recopila toda esta información es responsabilidad del departamento de CNC trabajar en conjunto con el departamento de mantenimiento y proporcionarle dicha información para controlar y trazar el mantenimiento correspondiente

contando con un registro detallado que ayude a identificar las fallas específicas y facilite la planificación y ejecución de reparaciones. Finalmente, capturar y respaldar la información en una base de datos digital asegura un respaldo seguro además permite su análisis y seguimiento para seguir encontrando áreas de mejora en esta actividad y las que se relacionan con ella.

A continuación, se muestra el procedimiento del llenado de formato de la puesta en punto de la maquinaria, se realizará el ejemplo con un formato digital ya que no se permitió tomar la foto del registro original.

El registro de puesta en punto se realiza en un formato escrito tiene que ser llenado con tinta azul, en primera instancia se requiere la fecha y la hora exacta del momento en el que se comienza el proceso de puesta en punto y el momento en el que se termina la actividad.

| Fecha      | Hora          |
|------------|---------------|
| 12/04/2024 | 14:30 a 16:30 |
| 15/04/2024 | 23:35 a 02:00 |
| 25/04/2024 | 00:35 a 02:30 |
| 01/05/2024 | 20:35 a 22:00 |
| 08/05/2024 | 16:00 a 18:20 |
| 18/05/2024 | 19:20 a 23:00 |
| 28/05/2024 | 21:50 a 00:15 |

Imagen 35: Hora y fecha de la puesta en punto

Posteriormente el formato requería información acerca de la máquina, concretamente el nombre con el que se identifica a la máquina, además del operador que va a realizar la puesta en punto. El código del operador se Resume con las 3 letras que conforman el nombre del operador, la letra inicial de su nombre y las letras iniciales de cada uno de sus apellidos, por su parte el código con el que se identifica a las maquinas es con el que código que tienen estampado en la parte frontal de las maquinas, véase la figura 2.

| Maquina   | Código de operador |
|-----------|--------------------|
| VF2       | JMV                |
| FTC 350XL | HMS                |
| VF-6ss    | HMS                |
| FV-1300A  | JMV                |
| FV-760    | HMS                |
| FV-1000   | HMS                |
| VF-6ss    | HMS                |

Imagen 36. Código de la maquina

Posteriormente se requiere la información acerca de la pieza para la que se está realizando la puesta en punto, es decir el código de identificación de la pieza y si se requiere la terminación, la terminación se trata de un código para identificar el diámetro de la cuerda que contienen las piezas:

01 – Media pulgada.

02 – Tres cuartos de pulgada.

003 – Una pulgada.

Estos códigos ayudan a identificar que pieza se está maquinando exactamente en cada máquina, el día y la hora en la que comenzó la habilitación y el diámetro de los barrenos y las cuerdas que se realizan en las piezas.

| Numero de parte | Terminación |
|-----------------|-------------|
| 609041          | 001         |
| 502059          | 002         |
| 4877-4879       | N/A         |
| 5713-5706       | N/A         |
| 5713-5706       | N/A         |
| 5716-5709       | N/A         |

Imagen 37. Códigos del producto

Ahora la hoja requería información del lote es decir, la fecha de llegada del lote y cuantas piezas lo conforman, esto con el objetivo de tener la mayor información posible a la mano, esta información se plasmaba con la orden de compra, además se volvía a incluir el dato acerca del número de piezas que conforman el lote.

| O.C. | Número de piezas |
|------|------------------|
| 3542 | 120              |
| 3548 | 500              |
| 3552 | 55               |
| 3548 | 15               |
| 3564 | 35               |
| 3564 | 40               |
| 3568 | 200              |

Imagen 38. Órdenes de compra y piezas por lote

En ocasiones las maquinas requerían el remplazo de sellos de goma conocidos como o rings como se menciona en la explicación previa, el uso de estos sellos de igual manera era plasmado en el formato, incluyendo información sobre el tiempo requerido para colocar estas piezas, quien las coloco y la autorización por parte del encargado en turno o del gerente del departamento, es sumamente importante colocar esta información ya que se tiene una noción sobre cuando solicitar más de este material al almacén.

| Cambio                                                                                   | Operator | Autoriza | Hora             |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|------------------|-----------------|
| O'ring  |          |          | de<br>: :<br>: : | a<br>: :<br>: : |
| Otro    |          |          | de<br>: :<br>: : | a<br>: :<br>: : |
| O'ring  |          |          | de<br>: :<br>: : | a<br>: :<br>: : |
| Otro    |          |          | de<br>: :<br>: : | a<br>: :<br>: : |
| O'ring  |          |          | de<br>: :<br>: : | a<br>: :<br>: : |
| Otro    |          |          | de<br>: :<br>: : | a<br>: :<br>: : |

Imagen 39. Uso de o' rings

Posteriormente al reverso del formato se coloca la información acerca del proceso de maquinado del lote, se coloca la fecha, numero de parte, terminación, fase, el operador, el turno del operador, la orden de compra, el número de piezas, el número de piezas maquinadas por cada operador, las piezas conformes y no conformes y finalmente el número de horas que dedicaron los operadores trabajando en las fases de maquinado de cada lote, a continuación se presenta un ejemplo de un lote de 560 piezas de 502059-002 conocidas como unilet, en la fase 1.

| Fecha      | Numero de parte | Terminación | Fase | Operador | Turno | O.C. | Numero de piezas | A.C. | P.N.C. | Numero de horas |
|------------|-----------------|-------------|------|----------|-------|------|------------------|------|--------|-----------------|
| 18/05/2024 | 502059          | 002         | 1    | LTE      | M     | 3548 | 180              | 358  | 0      | 2               |
| 18/05/2024 | 502059          | 002         | 1    | APM      | 1m    | 3548 | 240              | 348  | 0      | 3               |
| 28/05/2024 | 502059          | 002         | 1    | JCO      | 2m    | 3548 | 180              | 358  | 1      | 2               |

Imagen 40. Maquinado de unilet fase 1

Este proceso es de suma importancia para mantener un registro de las habilitaciones o puestas en punto de cada maquina cada que se habilita para maquinar un nuevo lote, este formato contiene información crítica para dar seguimiento a los lotes que se maquinas dentro del área.

### Validación de productos.

Realizar la verificación de maquinado consiste en asegurar que el maquinado efectuado por la máquina y por el operador sea correcto. Es una actividad de suma importancia para el departamento, nos garantiza que se pueda corregir

algún proceso en el caso de que el maquinado no cumpla con los requerimientos establecidos por el cliente.

Esta actividad presenta una cierta complejidad debido a que no todas las piezas son iguales, y en muchas ocasiones no comparten las mismas **tolerancias dimensionales**. Por ello, es fundamental realizar un monitoreo constante. Las instrucciones establecen que se debe validar los productos en la línea de proceso cada hora, verificando al menos tres piezas seleccionadas al azar. En caso de detectar cualquier anomalía o desviación en alguna pieza, se debe reportar de inmediato a la coordinadora de procesos para que se tomen las medidas correctivas pertinentes.

Uno de los problemas más significativos que se ha identificado durante esta actividad es el tiempo necesario para realizar la validación de cada pieza. Con frecuencia, los lotes son



*Imagen 41. Validación de productos*

pequeños o el proceso es muy rápido, lo que puede impedir que se validen correctamente todas las fases a las que son sometidas las piezas. Esta limitación en la validación puede resultar en errores no detectados que afecten la calidad final del producto.

Para llevar un control riguroso de esta actividad, las validaciones se registran en formatos específicos diseñados para cada tipo de pieza que se fabrica en la empresa. Estos formatos incluyen información clave, como las tolerancias máximas y mínimas permitidas, además de contener espacios designados para anotar los resultados obtenidos durante la validación. La información más relevante es aquella que refleja los resultados de la inspección, ya que proporciona evidencia documentada sobre si algún proceso necesita ajustes o si el operador está ejecutando sus tareas de manera incorrecta. De este modo, se pueden hacer correcciones inmediatas que aseguren la calidad del producto y el cumplimiento de los estándares establecidos.

La recopilación de dicha información nos permite además conocer en qué estado se entregan las piezas para que se maquinen en planta, a menudo las piezas pueden contener ajenos a la empresa como por ejemplo la pieza puede contener escorias o poros que pueden influir negativamente en el maquinado de las piezas.

Para llevar a cabo esta actividad se usan diversas herramientas de precisión, como calibradores vernier, calibradores de interiores y gages.

Ejecutar el monitoreo constante implica revisar continuamente los procesos de maquinado para adaptarse a las tolerancias establecidas por el cliente. Este monitoreo constante permite garantizar la calidad del producto y detectar las

fallas.

Detectar y corregir alteraciones en las piezas requiere un monitoreo continuo del proceso de maquinado. Al encontrar desviaciones, se implementan las correcciones necesarias para asegurar la calidad en todas las piezas producidas.

Garantizar la calidad a través de estos procedimientos permite asegurar que todas las piezas cumplieran con los estándares de calidad requeridos, proporcionando productos que satisficieran plenamente las especificaciones del cliente.

Para realizar esta actividad se utilizaban distintos formatos, dependiendo de la pieza, se miden diferentes puntos críticos con diferentes herramientas, estos formatos se usan para recolectar distintos datos críticos y verificar que el maquinado sea el correcto.

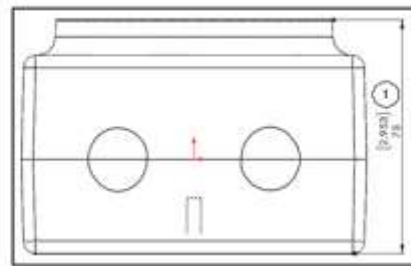
Se presentarán dos ejemplos de estas hojas de validación una de la pieza 502959,502060.

Este formato contiene el nombre del proyecto al que pertenece la pieza, se coloca el número de parte, la terminación, la orden de compra, la fecha, el nombre, la máquina, el diámetro, la fase y finalmente el número de piezas por orden de compra.

| Departamento de Sistema de Gestión de la Calidad |         |             |  |              |           |       |   |                 |        |
|--------------------------------------------------|---------|-------------|--|--------------|-----------|-------|---|-----------------|--------|
| Área Aseguramiento de la Calidad                 |         |             |  |              |           |       |   |                 |        |
| Hoja de Validación del Área de Maquinado         |         |             |  |              |           |       |   |                 |        |
| Producto                                         |         |             |  |              |           |       |   |                 |        |
| Mecanizado                                       |         |             |  |              | Recepción |       |   |                 |        |
| Familia:                                         | Emerson | N.P:        |  | Terminación: |           | O.C:  |   | Fecha:          | 20 - - |
| Nombre:                                          | Unilet  | Máquina:    |  | Diámetro:    |           | Fase: | 1 | Piezas por O.C: |        |
| Tamaño de la muestra:                            |         | Frecuencia: |  |              |           |       |   |                 |        |

Imagen 42. Información del lote

Posteriormente incluye una figura del plano de la pieza y las especificaciones que debemos de tomar en cuenta para determinar si los maquinados están dentro de las especificaciones, para verificar las medidas de esta pieza se utiliza un vernier digital, en esta fase se mide la altura total de la pieza como se muestra en la hoja de especificaciones.



**Nota:** La altura es resultado del promedio de los 4 lados

| 1      | Altura total |        |
|--------|--------------|--------|
| Mínimo | mm           | 74.803 |
|        | in           | 2.945  |
| Óptimo | mm           | 75.000 |
|        | in           | 2.953  |
| Máximo | mm           | 75.209 |
|        | in           | 2.961  |

Imagen 43. Especificaciones de la fase 1

Como lo indica en la nota colocada en la esquina superior a la derecha de la figura, se requiere medir los 4 lados de la pieza, sumar los resultados y finalmente obtener un promedio de los 4 lados.

Estos resultados se plasman en los siguientes apartados que incluye distinta información, incluyendo el número de pieza que se mide, la fecha en la que se realiza la medición, la hora, el resultado del promedio, el turno del operador, el código de quien revisa la pieza y su firma, el código del operador y su firma de enterado y finalmente si la pieza es conforme o no conforme.

En la siguiente fase se incluye la misma información que se muestra en la *Imagen 7*, sin embargo, el siguiente proceso se conoce como inferior, es decir se realiza una perforación la cara inferior de la pieza y posteriormente se realiza la cuerda en la perforación, la manera de comprobar que este proceso está hecho correctamente es utilizando una herramienta de precisión conocida como gage.

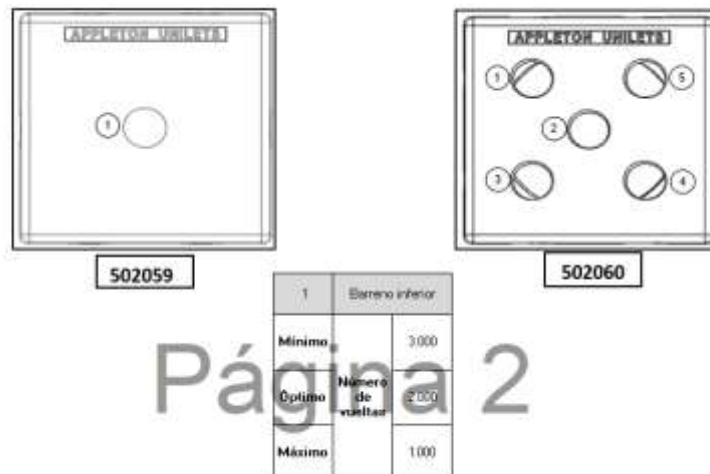


Imagen 44. Especificaciones de la fase 2

Continuando con el procedimiento de validación se continua con la fase 3 para esta pieza conocida como lateral, es bastante similar al anterior proceso por lo que el procedimiento es casi el mismo, solo que en lugar de realizar los barrenos y posteriormente las cuerdas en la parte inferior de las piezas se realizan en los laterales, en número de cuerdas que se realizan depende de los códigos de identificación de las piezas, estas piezas de igual manera se validan con la herramienta conocida como gage.

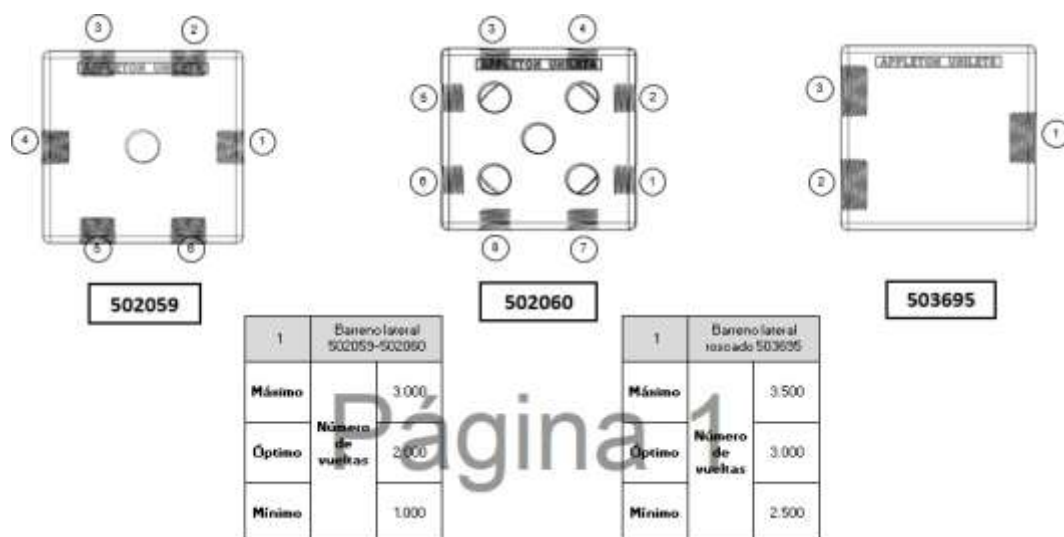


Imagen 45. Especificaciones de la fase 3

Como se mencionó anteriormente el número de cuerdas depende de los códigos de identificación de las piezas, para las piezas unilet con el código de identificación 502059 se realizan 6 cuerdas a los laterales de las piezas, en caso de que la pieza sea 502060 se realizan 8 cuerdas a los laterales de la pieza, en ambos casos para las piezas 502059 y 502060 se verifican en número de vueltas con el gage, en la tabla se muestran las especificaciones, mínimo una vuelta, óptimamente 2 vueltas y máximo 3 vueltas.

Para la pieza 503695 solo se realizan 3 cuerdas y estas tienen una variación acerca del número de vueltas como se muestran en la tabla, el gage debe de dar mínimo dos vueltas y media, de manera óptima debe de dar 3 vueltas y máximo debe de dar 3 vueltas y media.

La fase final de la pieza conocida como fase frontal es el último procedimiento al que se somete la pieza, es la parte más crítica de todo el proceso ya que es donde se realizan procesos más especializados, ya que se requiere un careado en la parte superior de la pieza y un barreno de 10/32 de pulgada.

Para este procedimiento se necesita un vernier y gages especiales para confirmar que el maquinado cumple con las especificaciones necesarias.

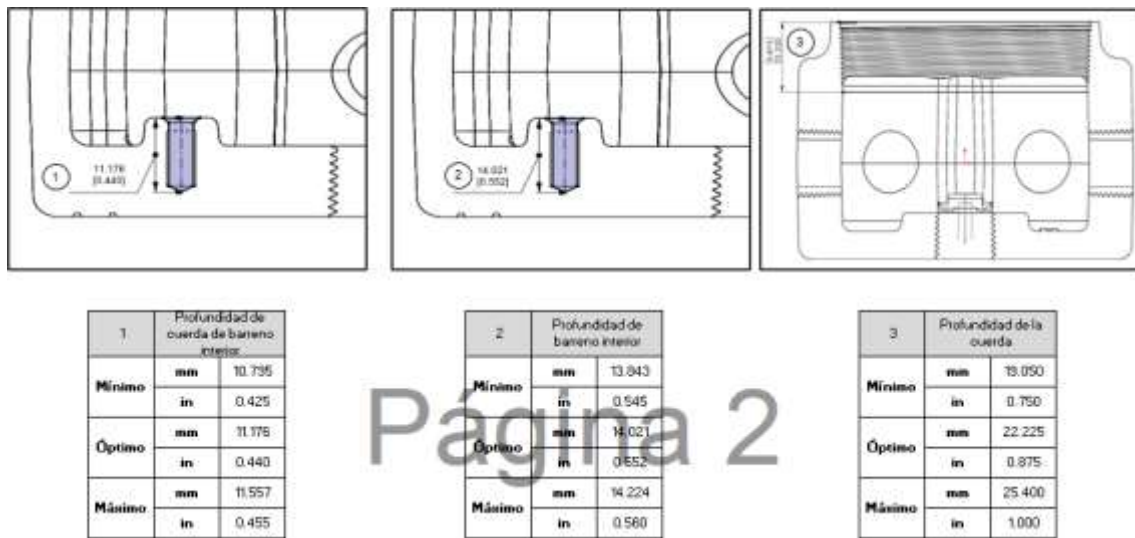


Imagen 46. Especificaciones de la fase 4

Para verificar que el maquinado se realizó correctamente se utiliza un gage de 10/32 de pulgada, un vernier y un gage especial de 16 UN.

Para medir el primer punto se requiere el vernier de 10/32, usando el vernier se mide la longitud total del Gage y se guarda el valor utilizando el botón “Zero” del vernier digital, a continuación, se introduce el gage dentro del barreno interior girándolo en sentido horario hasta que el gage alcance la profundidad de la cuerda, nuevamente utilizando el vernier medimos nuevamente el gage que se encuentra dentro del barreno y verificamos que la medición se encuentre dentro de los límites ideales.

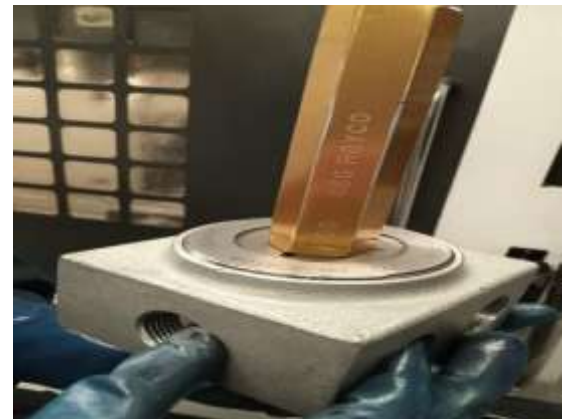
Una vez hemos verificado que la medida se encuentre dentro de los parámetros utilizamos la punta opuesta del gage que indica un “NO GO”, verificamos que esta punta roscada no se introduzca más allá de 2 vueltas.



*Imagen 47. Barreno interior del Unilet*

Ahora se continua con el segundo punto que se trata de la profundidad de la cuerda del barreno interior se utiliza la reglilla de profundidad del vernier, esta se inserta dentro del barreno interior y se verifica que la medición quede dentro del rango que se indica en la tabla 2 si no es el caso entonces se reporta la situación con el operador o líder del turno.

Finalmente utilizando los gage 16 UN se verifica la cuerda de la parte superior de la pieza, con el vernier medimos la punta roscada del gage y guardamos el valor, introducimos el gage en la cuerda superior del unilet y lo introducimos en sentido horario hasta que alcance el límite, finalmente con la reglilla de profundidades medimos la punta roscada sobrante y verificamos que la medida sea optima.



*Imagen 48. Medida de la cuerda superior.*

La validación de productos se realiza todos los días con distintas piezas algunas, más complejas que otras, es parte del compromiso del departamento de CNC y del área de calidad que estas piezas cumplen con los parámetros, el personal operativo verifica estas piezas mientras están maquinando y posteriormente se vuelven a verificar para asegurarse que todo salga en orden.



*Imagen 49. Pieza Hood 609042*

Continuando con la validación de distintos productos se valida un producto de código HOOD 609042, para verificar que los maquinados de esta pieza sean correctos se utiliza un gage y un vernier, solo se mide la base de la pieza ya que ahí es donde se realizan la mayoría de los maquinados.

El primer proceso se conoce como vertical, este proceso consiste en realizar un desbaste en la base de la pieza y realiza los barrenos y posteriormente la rosca interna en los barrenos laterales, básicamente en esta fase 1 se realizan todos los procedimientos que se someterán a una inspección.

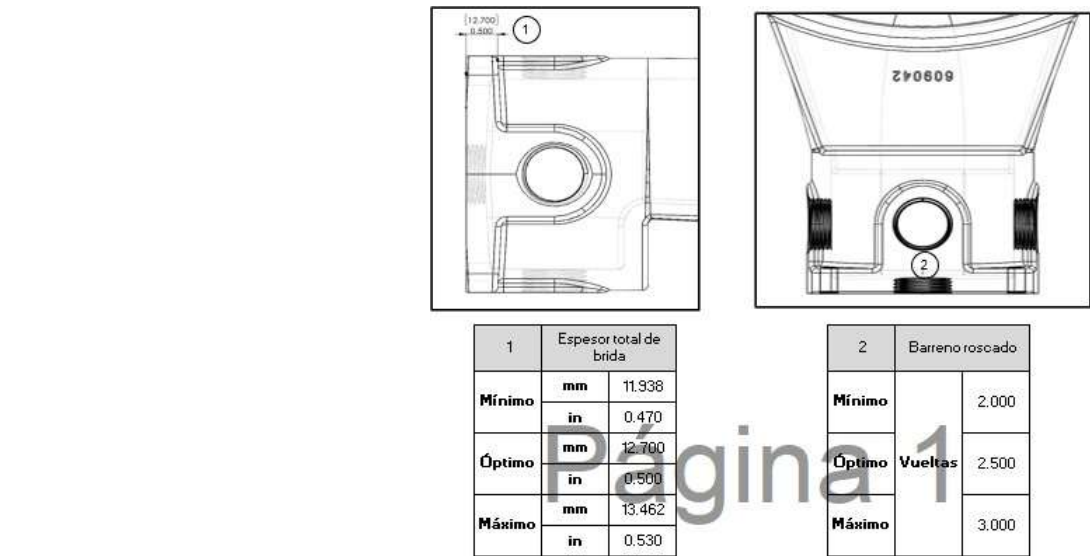


Imagen 50. Especificaciones fase 1, 609042

En esta primera fase se verifica el maquinado con un vernier digital y un gage de 3/4", se toma el vernier y se verifica el espesor de la brida de la pieza, como la base de la pieza consta de 4 lados se verifican estos 4 lados.

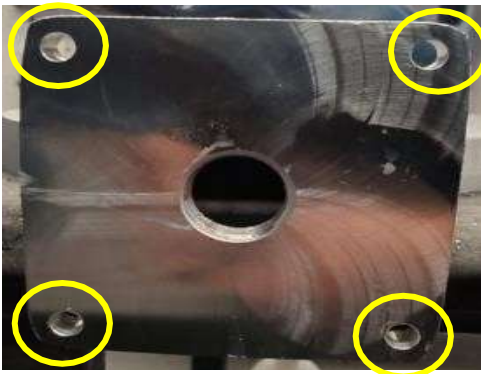


Imagen 51. Bridas de la pieza

Por lo regular esta pieza no es perfecta y presenta algunas deformidades por lo cual no se obtienen las mismas lecturas en las bridas que estamos midiendo, verificamos en nuestras tablas de datos que el espesor se encuentre dentro de los límites establecidos.

En esta primera fase de medición también se considera el barreno roscado en la base de la pieza, se requiere utilizar un gage generalmente de 3/4", la tabla que se encuentra en la imagen 11 describe las especificaciones acerca del número de vueltas que tiene que dar el gage en la pieza.

Finalmente se verifica en número de vueltas que da el gage en los barrenos laterales de la pieza las especificaciones son las siguientes.

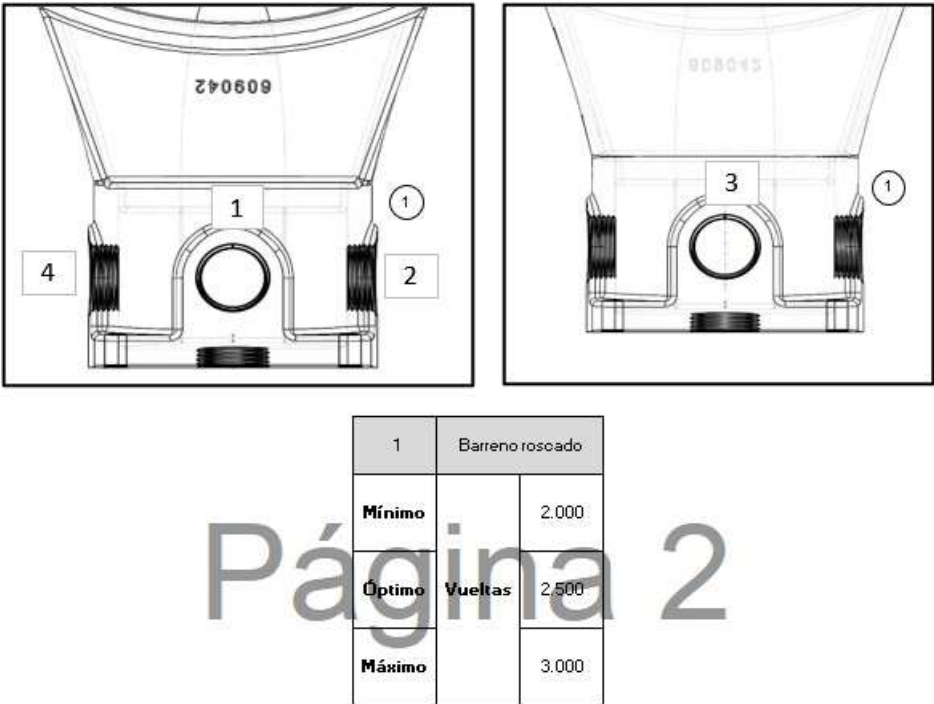


Imagen 52. Especificaciones de la fase 2, 609042

Para verificar los barrenos de laterales se utiliza un gage, utilizando esta herramienta se verifica que el número de vueltas de los barrenos laterales se encuentren dentro de las especificaciones en las hojas de validación.

Se describe a continuación la pieza de la familia Dover con el código de identificación 5715-5708.



Imagen 53. Dover 5715-5708

Esta pieza perteneciente a la familia Dover es más compleja de maquinar que las anteriormente descritas por lo tanto también es más compleja de verificar sus especificaciones, se utilizan los mismos instrumentos para realizar las

mediciones correspondientes solo que debido al diseño de la pieza y los múltiples cortes y perforaciones que se le realizan a través de las distintas fases se vuelve más complicado. Esta pieza consta de 3 fases de maquinado, no se tiene un nombre específico para estas fases simplemente consta de la fase 1, fase 2 y fase 3.

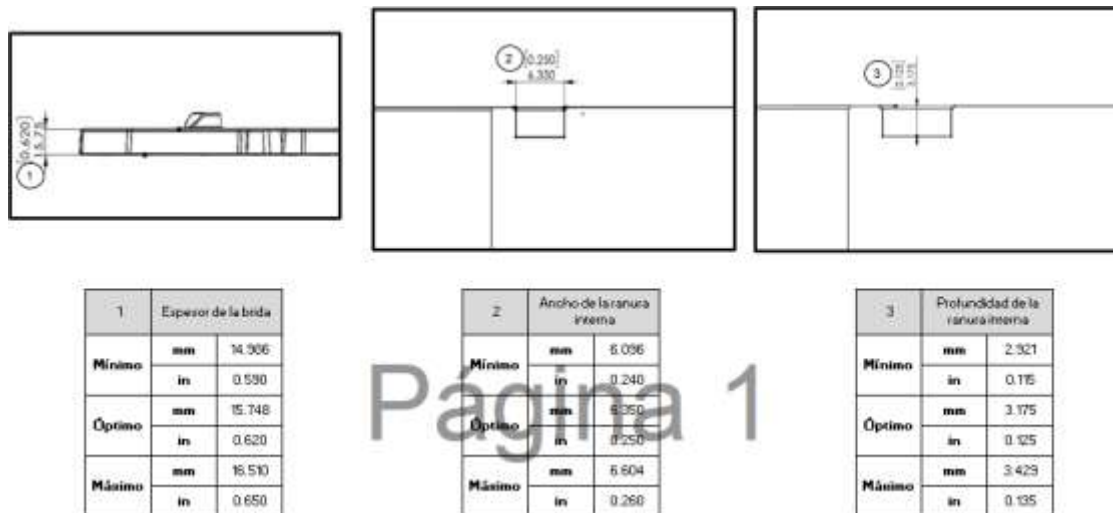


Imagen 54. Especificaciones fase 1, 5715-5708

En la primera fase se requiere comprobar las especificaciones de la fase 1

1. Espesor de la brida: Se refiere al espesor total de la pieza, esta medición se realiza con el vernier, concretamente con las mordazas para exteriores.
2. Ancho de la ranura interna: Este parámetro se mide con el vernier con las mordazas para interiores.
3. Profundidad de la ranura interna: Utilizando el vernier con la barra de profundidad se mide la profundidad de la ranura previamente medida con las mordazas para exteriores.

Todas estas mediciones se realizan tomando en cuenta las tablas con las especificaciones en las tablas de datos, en caso de que alguna medida resulte fuera de los parámetros se debe reportar con el líder de turno.

Posteriormente la pieza se somete a un nuevo procedimiento de maquinado, para validar este proceso se usa nuevamente el vernier.

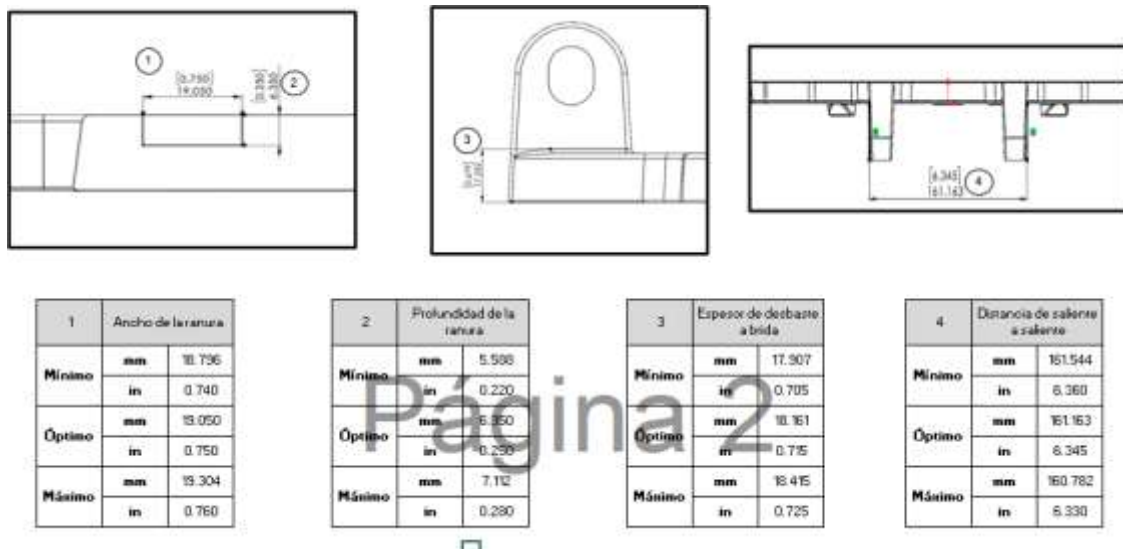
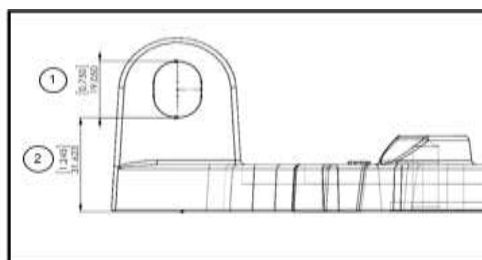


Imagen 55. Especificaciones fase 2, 5715-5708

1. Ancho y profundidad de la ranura: utilizando las mordazas para interiores y la barra de profundidad se realizan las validaciones en la ranura recién maquinada en la pieza.
2. Espesor de desbaste a brida: Se usa nuevamente el vernier, con las mordazas para exteriores se mide la distancia total desde la brida hasta la base de la pieza.
3. Finalmente, con un **flexómetro** se mide la distancia de saliente a saliente de la pieza.

Nuevamente cada que se verifica alguno de estos parámetros se guía de las medidas especificadas en la tabla puesta en la hoja de validación.

Finalmente se somete a un último procedimiento en las salientes de la pieza, nuevamente se utiliza el vernier para verificar los parámetros del maquinado.



| 1      | Longitud de barrenos |        |
|--------|----------------------|--------|
| Mínimo | mm                   | 18.736 |
|        | in                   | 0.740  |
| Óptimo | mm                   | 19.050 |
|        | in                   | 0.750  |
| Máximo | mm                   | 19.304 |
|        | in                   | 0.760  |

| 2      | Longitud de barrenos en saliente a brida |        |
|--------|------------------------------------------|--------|
| Mínimo | mm                                       | 31.363 |
|        | in                                       | 1.235  |
| Óptimo | mm                                       | 31.623 |
|        | in                                       | 1.245  |
| Máximo | mm                                       | 31.877 |
|        | in                                       | 1.255  |

Imagen 56. Especificaciones fase 3, 5715-5708

1. Longitud de barrenos: utilizando el vernier se mide la longitud total de los barrenos utilizando las mordazas para interiores.
2. Finalmente, con el vernier y sus mordazas para exteriores se mide la longitud de los barrenos en la saliente hasta la base de la pieza, esta medición se realiza en el extremo inferior del barreno hasta la base de la pieza.

Para realizar las mediciones de la familia Dover es bastante similar en casi todas las piezas de esta familia, algunas más complejas que otras. Estas piezas requieren mayor atención para realizar la validación correspondiente ya que como estas piezas son sometidas a varios procesos de maquinado y algunas de estas piezas viene deformes se requiere una revisión constante.

En la planta se valida una pieza un tanto compleja, a diferencia de casi la gran mayoría de las demás piezas que se realizan en el departamento de CNC está “válvula Swivel” es una válvula utilizada para agua a presión.



*Imagen 57. Válvula Swivel*

Esta válvula no posee un formato para verificar las especificaciones de la válvula, al contrario de las demás piezas esta se moldea utilizando un corazón de arena a la que se le vierte aluminio para conseguir la forma de la válvula. Esta válvula no requiere instrumentos de medición, en lugar de eso se verifica que la válvula la presente algún tipo de deformidad, arena, poro, escoria, exceso o incluso falta de material o algún golpe. Esto se hace ya que las piezas no se ensamblan en la planta ni se les da el acabado o la pintura, por lo que una vez que hemos verificado que la válvula no presenta ninguna imperfección se anota el número de serie y se guarda en una caja junto con otras válvulas para que sean enviadas en los días siguientes.



*Imagen 58. Empaque de la Válvula Swivel.*

### **Archivo de documentos.**

Cada semana se generan numerosos documentos que contienen información acerca de las actividades realizadas en el área de CNC. Estos documentos abarcan aspectos críticos de todas las operaciones llevadas a cabo en el departamento, y el proceso de archivado de cada uno permite mantener un control meticuloso sobre los distintos procesos y operaciones. La documentación incluye, entre otros, reportes individuales de producción por cada colaborador, los cuales son clave para evaluar el rendimiento, identificar patrones de productividad, y detectar áreas que requieran algún ajuste o mejora.

Además, se registran los documentos de entrega de productos recibidos de los clientes, lo cual asegura que se cumplan los acuerdos y especificaciones pactadas entre la empresa y el cliente, reforzando la relación de confianza y asegurando la calidad en la entrega final. También se documenta la información crítica de los lotes maquinados, permitiendo así un seguimiento detallado de la calidad y consistencia en la producción; esto resulta fundamental para identificar posibles variaciones y asegurar que los productos cumplan con los estándares establecidos.

En este proceso, se utilizan las hojas de validación como respaldo para garantizar que los productos cumplen con todas las especificaciones requeridas por el cliente. Estas hojas no solo actúan como evidencia de la conformidad del producto final, sino que también sirven como referencia en auditorías y revisiones internas, lo cual contribuye a mantener altos estándares de calidad. Asimismo, se monitorea y analiza el estándar de producción para evaluar la productividad y eficiencia del equipo de trabajo, y se realizan ajustes cuando es necesario para asegurar el óptimo desempeño de los colaboradores.

También se actualiza periódicamente el rol de turnos de trabajo, una herramienta fundamental para la planificación y distribución del personal. Esto permite optimizar la asignación de tareas y asegurar el cumplimiento de las jornadas laborales, contribuyendo al equilibrio en la carga de trabajo y a la disponibilidad del personal para satisfacer las demandas de producción.

Toda esta información se recopila de forma física y digital, y se emplea como una base de datos esencial para mejorar continuamente los procesos. Gracias a este sistema, es posible identificar rápidamente oportunidades de mejora, corregir desviaciones en los procedimientos y reforzar las prácticas que contribuyen a la eficiencia.



*Imagen 59. Clasificación de documentos*

Los documentos se archivan cada semana, por lo regular los días de clasificación y almacenamiento de documentos se hacen los lunes, se organizan por orden cronológico y se colocan en la carpeta correcta.

En ocasiones se encuentran documentos bastante viejos o incorrectos, estos documentos se clasifican en una carpeta aparte para disponer de esos documentos.

### **Apoyo a procesos.**

Durante las oportunidades de integrarme en la línea de producción, he participado en el proceso de maquinado de una amplia variedad de piezas que presentan distintos tipos de complejidades y exigencias. Este trabajo implica operar diferentes tipos de maquinaria CNC, cada una configurada para realizar tareas específicas de acuerdo con las características de las piezas y las necesidades de producción. Este proceso permite adaptarse a las especificaciones de cada lote, garantizando precisión y eficiencia en cada una de las operaciones.

El maquinado de piezas inicia con el montaje cuidadoso de las piezas en los dispositivos de sujeción dentro de la máquina correspondiente, lo cual es esencial para asegurar que el proceso de corte o perforado sea preciso y que la pieza no se mueva durante la operación. Este paso inicial requiere una alta precisión para evitar errores que podrían afectar la calidad final de la pieza. Una vez que las piezas están montadas correctamente, se procede a activar el procedimiento en la máquina CNC, la cual ha sido programada previamente con los parámetros específicos, como velocidades de corte, profundidades de pasada y patrones de movimiento, que varían en función del tipo de material y del diseño de la pieza.



*Imagen 60. Montaje de pieza en dispositivo*

Además del trabajo automatizado que realiza la máquina, en varias ocasiones es necesario realizar operaciones manuales complementarias para obtener el acabado requerido o realizar ajustes que no se pueden lograr con la maquinaria sola. Estas operaciones manuales incluyen el uso de herramientas como

**machuelos** para crear o mejorar roscas en orificios y rebabadores para eliminar bordes filosos o imperfecciones que puedan quedar después de los cortes. Estos procedimientos manuales requieren habilidad y experiencia, ya que cada herramienta debe ser utilizada con precisión para evitar daños en las piezas.

Cada etapa de este proceso contribuye a garantizar que el producto final cumpla con las especificaciones y los estándares de calidad necesarios. Además, la experiencia en esta área permite desarrollar una comprensión profunda tanto de las capacidades como de las limitaciones de cada máquina CNC, así como de las técnicas manuales necesarias para complementar y perfeccionar el trabajo realizado por las máquinas. Esta combinación de habilidades técnicas y experiencia en operaciones manuales permite asegurar la integridad y precisión de las piezas, lo cual es crucial para satisfacer las demandas del cliente y los altos estándares de producción del departamento.

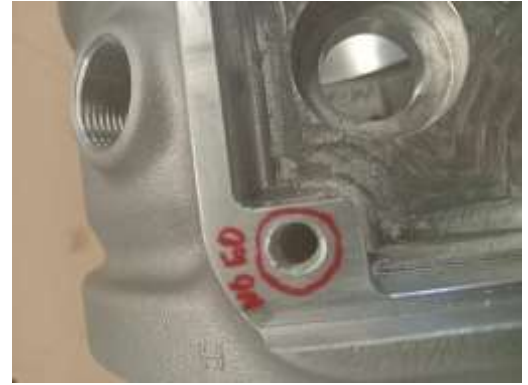
En general el proceso de utilizar las maquinas CNC no es muy complejo, como se menciona previamente las maquinas se habilitan (Es decir se preparan montando los dispositivos y herramientas en las maquinas) y se carga el programa en la máquina, por lo regular todas las programaciones se encuentran preparadas para cada pieza especifica, estas piezas nunca varían en sus especificaciones por lo cual cuando se realiza un lote especifico solo se habilita y se carga el programa.

Por lo que al momento de maquinar por lo regular solo se presiona “Start”, “Reset” y “STOP”, cuando se inicia un proceso se presta atención visual y auditiva algunos segundos para garantizar que el proceso se ha iniciado correctamente y no representa ningún problema para la pieza o la máquina.



*Imagen 61. Uso de máquina CNC*

Parte del apoyo a procesos requiere verificar la calidad de las piezas constantemente, en búsqueda de distintos defectos como **escorias**, poros, exceso o falta de material entre otros defectos, si este es el caso las piezas se segregan, se marcan con un marcador rojo y se reportan con el líder de turno.



*Imagen 62. Defecto en la pieza*

En estos casos debemos estar pendientes, debido a que estos resultados pueden ser causa del desgaste de las herramientas de la máquina, por lo que a menudo es parte del apoyo de los procesos consistía en cambiar, por ejemplo, las **brocas**.

En caso de que no exista algún reemplaza se utiliza la maquina afiladora de brocas.

Como parte de la operación manual consiste en detallar el maquinado con el uso de herramientas manuales, a menudo debido a la entrada de la herramienta de corte a la pieza se producen sobrantes de material que a menudo no se desprenden con el movimiento de la herramienta o el refrigerante, por lo que se completa el proceso con un rebabador de uña o un cuchillo de linóleo para remover los sobrantes del maquinado.



*Imagen 63. Uso del rebabador de uña*

En la manufactura de piezas más complejas se incluye el uso de **machuelos**, ya sean cónicos, semicónicos o rectos para realizar las roscas correspondientes a cada perforación.

Por lo general el tamaño utilizado depende de la pieza y el tamaño del barreno, en este ejemplo se puede observar el uso de un machuelo insertado en el



*Imagen 64. Uso de barreno semicónico*

barreno de una pieza 609042, con el fin de detallar la cuerda realizada en la parte inferior de la base de la pieza.

Personalmente tuve que realizar diversas fases de maquinado de varias piezas, de algunas tuve la oportunidad de hacer todas las fases, de otras piezas solo tuve la oportunidad de hacer alguna de todas las fases.

La primera pieza que realice es una pieza con el código 304581 de nombre “Front plug housing”, esta pieza en específico consta de 3 fases. El proceso de mecanizado de las piezas anteriormente mencionadas en una máquina requiere seguir un conjunto de pasos que garantizan la precisión, seguridad y calidad del trabajo.

El primer paso para iniciar el proceso es abrir las puertas de la máquina en específico consta de un [torno Feeler FTC 350XL](#). Esto permite un acceso claro al área de trabajo, en la que se encuentran el chuck y las mordazas que sujetarán la pieza. Asegurarse de que el área esté despejada y limpia es fundamental para el correcto posicionamiento y fijación de la pieza.

Es necesaria la limpieza de las mordazas con aire comprimido, no solo elimina partículas, polvo o virutas que podrían afectar la calidad del agarre de la pieza, sino que también ayuda a evitar daños a las superficies de contacto de las mordazas. Este paso asegura que no haya obstrucciones y que la pieza se pueda alinear adecuadamente, minimizando las vibraciones y evitando desplazamientos indeseados durante el mecanizado.

#### Ajuste y Posicionamiento de la Pieza en el Chuck

Una vez que el área está limpia, el siguiente paso es preparar el chuck para recibir la pieza. Antes de colocar la primera pieza del lote, el operador debe cerrar las mordazas presionando el pedal neumático. Este paso permite que las mordazas queden en la posición inicial, listas para ajustarse alrededor de la pieza. Es importante destacar que este ajuste inicial solo se realiza con la primera pieza; para las piezas siguientes, basta con presionar el pedal nuevamente para que el chuck ajuste las mordazas de acuerdo con el tamaño estándar de las piezas, sin necesidad de configurar nuevamente.

Al colocar la pieza en el chuck, es fundamental asegurarse de que esté perfectamente alineada y en contacto con la base de las mordazas. La pieza debe quedar en una posición estable y en contacto uniforme con las mordazas, de forma que quede completamente sujeta durante el giro y mecanizado. La alineación correcta en esta etapa es crucial para evitar movimientos indeseados y garantizar que las dimensiones finales sean precisas. Una vez en la posición adecuada, el operador vuelve a presionar el pedal neumático, permitiendo que las mordazas se cierren firmemente alrededor de la pieza, logrando un agarre seguro que evitará desplazamientos.



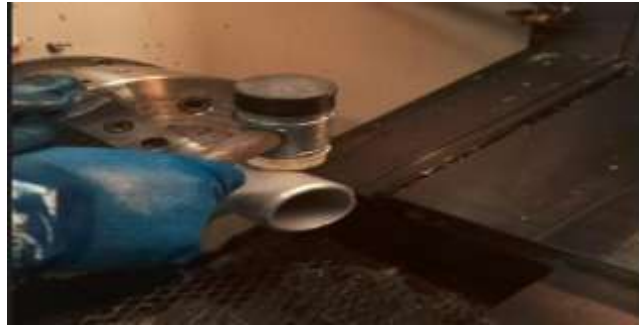
*Imagen 65. Posicionamiento correcto*

Con la pieza en su lugar, el siguiente paso es programar el giro de la máquina. Este giro inicial ayuda a comprobar que la pieza esté correctamente centrada y que no presente desalineaciones que podrían afectar el resultado del mecanizado. La configuración del giro se realiza a través del tablero de control de la máquina. El operador selecciona el modo MDA y escribe la instrucción S 1000 M03, que establece la velocidad de giro a 1000 revoluciones por minuto y activa el giro en sentido horario. Este parámetro de velocidad es una configuración estándar para este tipo de verificación, aunque puede ajustarse según las especificaciones de la pieza o las condiciones del material.

Una vez ingresado el comando, se presionan los botones Reset y Start para iniciar el giro de la pieza. Este conjunto de instrucciones queda almacenado en la memoria de la máquina, por lo que no es necesario volver a programarlo para cada pieza; basta con presionar los botones MDA, Reset y Start en las piezas siguientes. Esta configuración permite una comprobación rápida y efectiva en cada ciclo de producción, manteniendo la velocidad de trabajo sin comprometer la precisión.

Después de unos segundos de giro, el operador abre la puerta de la máquina para verificar visualmente que la pieza gire de manera uniforme. La alineación visual permite detectar si la pieza presenta algún desplazamiento o desalineación. Una pieza correctamente centrada girará sin presentar oscilaciones perceptibles; cualquier desviación podría indicar que la pieza no está firmemente alineada con el eje de la máquina, lo cual debe corregirse antes de continuar.

Para asegurar una alineación más precisa, se utiliza un marcador que se acerca a la pieza mientras esta gira. Este marcador traza un contorno en la superficie de la pieza; si el trazado es continuo y uniforme, la pieza está correctamente centrada. En caso de que el trazo presente irregularidades o interrupciones, se interpreta como una señal de desalineación. En este caso, el operador detiene el giro presionando el botón Stop y revisa la marca en detalle. Las áreas donde el trazo es más amplio o irregular indican el punto de desajuste, que puede ser corregido aplicando leves golpes con un [martillo de goma](#) en las zonas correspondientes.



*Imagen 66. Alineación de la pieza*

Una vez que el operador ha corregido cualquier desalineación, se verifica nuevamente el contorno de la pieza y, si está en una posición óptima, se cierra la puerta de la máquina y se inician los controles para el mecanizado. Esto implica presionar en secuencia los botones RESET, AUTO y START, lo que pone en marcha el proceso de mecanizado. Durante este tiempo, el operador debe estar atento a cualquier cambio en el sonido de la máquina, ya que ruidos inusuales pueden indicar un problema en el corte, que podría afectar la pieza o la herramienta si no se corrige a tiempo.

Al concluir el mecanizado, se abren las puertas de la máquina y la pieza mecanizada se retira con cuidado del chuck. Para liberar la pieza, se vuelve a presionar el pedal neumático, que abre las mordazas y permite el retiro de la pieza. Tras la extracción, la pieza se sopletea con aire comprimido para eliminar cualquier residuo de viruta que pudiera adherirse durante el corte. La pieza limpia se coloca luego en una caja de plástico para que pueda escurrir el exceso de [refrigerante](#).

Para cada nueva pieza, se repiten los pasos desde la limpieza del chuck hasta el cierre y centrado de la pieza. Este ciclo asegura que el mismo procedimiento es aplicado con todas las demás piezas teniendo el mayor cuidado posible, permitiendo un resultado uniforme en toda la producción. La repetición de este proceso contribuye a mantener la calidad en cada pieza y a evitar errores que puedan derivarse de cambios en la configuración o descuidos en la alineación.

Una vez mecanizada la pieza, el paso final consiste en verificar que el diámetro externo cumpla con las especificaciones de calidad. Para esta verificación, el operador utiliza instrumentos de medición precisos. La medición debe realizarse en varios puntos de la circunferencia para garantizar que el diámetro sea consistente en toda la superficie.



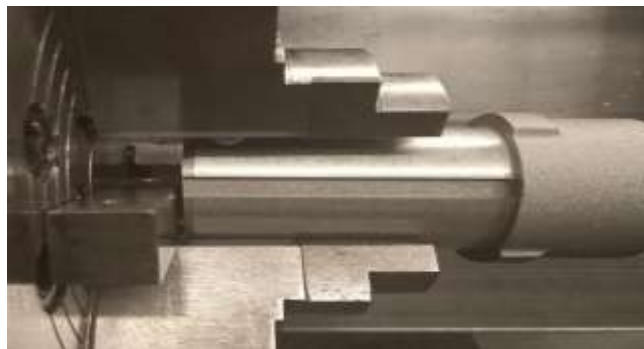
*Imagen 67. Verificación del mecanizado*

Además, se realiza una última inspección visual y se verifica que la pieza esté libre de rebabas o algún otro residuo que pueda afectar la fase de mecanizado siguiente.

La atención al detalle en cada paso es esencial para mantener un flujo de producción eficiente y asegurar la satisfacción del cliente final con un producto de alta calidad.

La siguiente fase consiste en realizar un roscado a la pieza de manera interior, esta fase se hace en la misma máquina que el procedimiento anterior una Feeler FTC 350XL, para comenzar, el operador debe abrir las puertas de la máquina, asegurándose de tener acceso al chuck. Es necesario limpiar las mordazas del chuck utilizando aire comprimido para eliminar cualquier residuo o partícula que pueda afectar la sujeción de la pieza. Con el chuck libre de polvo y partículas, el operador debe presionar el pedal neumático para cerrar las mordazas.

A continuación, se coloca la **paralela de acero** indicada dentro de las mordazas del chuck. Este soporte paralelo ayuda a asegurar que la pieza mantenga una posición alineada y fija durante el proceso. Al colocar la pieza en el chuck, se verifica visualmente que esté en contacto adecuado con la paralela, asegurando que quede perfectamente alineada. Una vez posicionada correctamente, el operador vuelve a presionar el pedal neumático, esta vez para que las mordazas sujeten firmemente la pieza. Una vez sujeta, se retira la paralela cuidadosamente para no mover la pieza y se cierran las puertas de la máquina.



*Imagen 68. Colocación de la pieza*

Con las puertas cerradas, el operador procede a activar el botón "START" para iniciar el proceso de mecanizado. Al terminar, se abre nuevamente la máquina para retirar la pieza. Para ello, se presiona el pedal neumático, liberando las mordazas del chuck, y se retira la pieza con cuidado. Luego, esta se sopletea y se coloca en una caja naranja, destinada para las piezas ya procesadas.

Este ciclo de preparación y mecanizado se repite para cada pieza, asegurándose de seguir todos los pasos desde el soplado inicial hasta el almacenamiento en la caja naranja.

En cuanto al acabado de la cuerda, una vez que las piezas están en la caja, se debe validar el número de vueltas de la cuerda con un gage. Esto se hace contando desde arriba hacia abajo, hasta verificar que la pieza alcance la cuerda número 7.



*Imagen 69. Verificación con gage*

Cada cinco piezas procesadas, se debe realizar una validación adicional con el gage sin retirar la pieza de las mordazas del chuck. Esto asegura que el mecanizado se esté realizando de forma óptima y que las piezas cumplan con las especificaciones requeridas. Finalmente, se debe revisar cada pieza para confirmar que esté libre de rebaba, garantizando así la calidad en cada paso del proceso.

La última fase consiste la de mayor detalle de todos los demás procesos, en este paso se realizan distintos barrenos por la superficie de la pieza.

Para realizar el proceso de sujeción y mecanizado de la pieza, se siguen cuidadosamente los siguientes pasos para asegurar precisión y calidad en el resultado final, la máquina que se utiliza para realizar esta fase es [una HAAS UMC-750 SS](#).

Primero, el operador abre las puertas de la máquina y procede a limpiar las mordazas del chuck utilizando aire comprimido, eliminando cualquier residuo que pudiera interferir con la sujeción de la pieza. Luego, coloca la pieza en las mordazas, ajustándola de manera que quede bien posicionada para el mecanizado.

Una vez que la pieza está colocada, el operador inserta una paralela de acero, alineándola cuidadosamente con la ranura de la pieza para asegurar una referencia precisa. Luego, las mordazas del chuck se cierran parcialmente, sosteniendo la pieza de forma ligera mientras se preparan las calzas.

En este punto, el operador coloca calzas de aluminio en las mordazas, asegurándose de que estas presionen la pieza hacia abajo, manteniéndola estable y alineada. Tras colocar las calzas, se cierran totalmente las mordazas del chuck utilizando el maneral, garantizando que la pieza quede completamente asegurada. Es fundamental en este momento verificar que tanto las calzas como

la paralela de acero esté en su lugar y alineadas con la pieza para evitar desajustes durante el mecanizado.



*Imagen 70. Sujeción de la pieza al banco de trabajo*

A continuación, hay que retirar la paralela y la llave del chuck, asegurándose de que no queden elementos sueltos dentro del área de trabajo. Después de cerrar las puertas de la máquina, se presiona el botón "Cycle start" para comenzar el proceso de mecanizado.

Al finalizar el ciclo de mecanizado, se abren las puertas, limpia la pieza y el chuck con aire comprimido, y afloja las mordazas utilizando el maneral. La pieza se retira cuidadosamente, y se limpia nuevamente dentro de la máquina antes de colocarla en la caja naranja de almacenamiento.

Para el siguiente ciclo, el proceso vuelve a comenzar desde el paso de limpiar las mordazas hasta el inicio del mecanizado. Al concluir, el operador revisa cada pieza en la caja y realiza el proceso de rebabeado con un rebabador de uña en los dos barrenos, garantizando que los bordes estén suaves y sin rebabas.



*Imagen 71. Remoción de rebaba en la pieza*

La empresa también se dedica a hacer productos originales como sartenes, cazos y budineras por decir algunos, los procesos para realizar estos 3 productos son sumamente parecidos, solo cambia un mínimo detalle por lo cual el proceso de uno se aplica con los otros utensilios, este producto consta de 3 fases para que se convierta en un producto terminado, sin embargo, solo dos de estas fases se realizan en el departamento de CNC, la fase final el **granallado** se realiza en otra área de la empresa.

Para llevar a cabo el proceso de preparación, sujeción y mecanizado de la pieza en el dispositivo, el operador sigue una secuencia de pasos para asegurar que el trabajo se realice con precisión y consistencia en cada ciclo con el torno CNC Feeler FTC 350XL.

Primero, se toma la pieza y se realiza una limpieza inicial con aire comprimido, tanto en el interior como en el exterior, para eliminar cualquier residuo de fabricación o partículas que puedan interferir con el mecanizado. Posteriormente, la pieza se inspecciona visualmente para confirmar que está en óptimas condiciones, sin defectos o imperfecciones visibles que pudieran afectar el proceso.

A continuación, el operador activa el sistema de vacío moviendo la manija de la válvula selectora hacia la derecha, lo cual permite que el dispositivo de sujeción mantenga firmemente la pieza en su lugar durante el mecanizado. La pieza se coloca en el dispositivo de sujeción, y se revisa el [vacuómetro](#) para verificar que el vacío esté en el rango óptimo de -25 a -30 inHg, asegurando así una sujeción estable y segura.



*Imagen 72. Sujeción de la pieza al dispositivo*

Después de revisar la sujeción, el operador da ligeros golpes con un martillo de goma en el centro interno de la budinera, ayudando a ajustar la pieza correctamente en el dispositivo. Luego, las puertas de la maquinaria se cierran, y se inicia la secuencia de arranque en el tablero, presionando los botones "MDA", "RESET" y "START". Esto permite verificar que el giro de la pieza sea uniforme, un paso fundamental que se confirma abriendo ligeramente las puertas para observar la rotación.

Una vez asegurado el giro uniforme, el operador cierra las puertas completamente y presiona los botones "AUTO", "RESET" y "START" para comenzar el ciclo de mecanizado automatizado. Al concluir el ciclo, se abren las puertas, se retira la pieza, y se desactiva el sistema de vacío moviendo la válvula hacia la izquierda.

La pieza se limpia nuevamente con aire comprimido dentro de la máquina para eliminar residuos generados durante el proceso, y luego se coloca en la caja naranja de almacenamiento, lista para el siguiente ciclo.

Para cada pieza, el operador repite esta secuencia de pasos desde la limpieza inicial hasta el final del ciclo de mecanizado. Una vez en la caja, la pieza se toma y se limpia el interior con un trapo, eliminando cualquier residuo restante. Se realiza un rebabado del diámetro interior de la budinera utilizando un rebabador de uña para dejar los bordes limpios y suaves. Además, cada 25 piezas, el peso de la pieza se verifica en una báscula digital, asegurando que se mantenga dentro de las especificaciones de la tabla de referencia.



*Imagen 73. Rebabeo de circunferencia de la pieza*

La segunda fase de esta pieza se conoce como un barrenado de 3/16", este procedimiento se realiza en una máquina, [HAAS VF2-SS](#).

Para comenzar, se toma una budinera y se observa la parte exterior, especialmente donde se encuentra el logotipo. Una vez localizado, se prepara el dispositivo de marcado (El dispositivo de marcado consta de un pedazo de lámina doblado en forma de "L") y se coloca justo en el centro del logotipo y en la mitad de la ceja que abarca el dispositivo. Con un plumón delgado, se marca la arista superior de la budinera, señalando el límite donde termina el dispositivo. Luego, la budinera marcada se reserva en una tarima y se repite este proceso con las demás piezas.



*Imagen 74. Marcado de la pieza*

A continuación, se inicia el proceso de mecanizado. Primero, se toma una pieza y se limpia tanto su interior como exterior utilizando aire comprimido. Se revisa que no tenga golpes ni defectos antes de abrir las puertas de la máquina para localizar la marca previamente realizada. Al presionar el pedal neumático, se

activa el vacío. Sin dejar de presionarlo, se coloca la pieza en el dispositivo, asegurándose de orientar la marca hacia el cortador, y se suelta el pedal, verificando que la pieza esté fija. Con la pieza en su lugar, se cierran las puertas de la máquina y se presiona el botón "CYCLE START" para iniciar el mecanizado.



*Imagen 75. Preparación de la pieza para barrenar*

Al finalizar el ciclo, se abren las puertas y se sostiene la pieza, se presiona nuevamente el pedal para retirarla, y se sopletea dentro de la máquina, limpiando también el dispositivo ligeramente con un trapo. Finalmente, la pieza se coloca en la caja naranja, lista para la siguiente fase.

Este ciclo, que abarca desde la limpieza inicial de la pieza hasta su colocación en el sitio de reposo temporal, se repite para cada pieza. Como parte del proceso de validación, cada cinco piezas se toman una de la caja naranja y se limpia el interior con un trapo. Para asegurar la precisión del mecanizado, se coloca una [hembrilla](#) en la pieza, verificando que las perforaciones coincidan con los barrenos correspondientes.

El siguiente proceso para realizar una pieza se trata de la pieza "Unilet" con el código 502069-002, esta pieza consta de 4 fases para poder terminar el producto. La primera fase tiene el nombre de fase de "premaquinado", este procedimiento se realiza en un torno CNC "[Challenger LT-42](#)". Para iniciar el proceso, se debe tomar la pieza y limpiarla a fondo, tanto en su interior como en su exterior, utilizando aire comprimido. Esto asegura que no haya residuos o impurezas que puedan interferir con el montaje o el mecanizado posterior. Después de esta limpieza, es crucial revisar la pieza para confirmar que esté libre de defectos que puedan afectar el proceso.

Luego, se abre la puerta de la máquina para preparar la sujeción de la pieza. Se realiza una limpieza adicional de las mordazas del chuck, con el fin de garantizar un asiento seguro y estable. Con las mordazas listas, se presiona el pedal neumático y se coloca la pieza en su posición dentro de las mordazas abiertas. Es importante soltar el pedal y verificar visualmente que la pieza esté correctamente asentada y no presente movimientos que pudieran afectar la precisión del mecanizado.



*Imagen 76. Sujeción de la pieza en las mordazas*

Con la pieza bien sujeta, se procede a cerrar la puerta de la máquina y a activar el ciclo de mecanizado presionando el botón "START". Durante el proceso, el operador debe estar atento a cualquier anomalía, como ruidos inusuales o vibraciones, que puedan indicar problemas; en caso de observar algo inusual, se debe detener el proceso de inmediato presionando el botón de paro de emergencia. Una vez concluido el ciclo de mecanizado, o en caso de detener el proceso, se abre la puerta de la máquina para retirar la pieza. Sujetando firmemente la pieza, el operador presiona nuevamente el pedal para liberar las mordazas y retira la pieza con cuidado.

La pieza se sopletea de nuevo dentro de la máquina y, una vez limpia, se coloca en un sitio temporal para que se escurra el exceso de refrigerante que queda después del proceso. Este procedimiento se repite, comenzando desde la limpieza de la pieza y siguiendo el ciclo hasta el paso final del mecanizado.

Como paso final, cada pieza colocada en la caja naranja se lleva al banco de trabajo para realizar el acabado. Con el rebabador de linóleo y el rebabador de uña, se eliminan las rebabas en los bordes interiores y exteriores de la pieza, asegurando un acabado limpio y libre de residuos.



*Imagen 77. Uso de cuchillo de linóleo*

Esta etapa de rebabado es esencial para preparar la pieza para la inspección de calidad y posteriormente para el siguiente paso en la línea de producción.

La siguiente fase consiste en realizar un barreno y posteriormente una cuerda dentro de este barreno en la parte inferior de la pieza, por lo cual este procedimiento se conoce como "Inferior" y se realiza en la máquina Feeler FTC 350XL, primero, se toma la pieza y sopletea tanto el

interior como el exterior con aire comprimido para eliminar cualquier partícula. Luego, verifica que la pieza esté libre de defectos que puedan impedir el mecanizado. Abre la puerta de la máquina y sopletea las mordazas del Chuck para asegurarte de que estén limpias.

A continuación, presiona el pedal para abrir las mordazas y coloca la pieza, asegurando que asiente correctamente en los tres lados de las mordazas. Suelta el pedal y verifica que la pieza esté bien fija. Cierra la puerta de la máquina y presiona el botón de inicio para comenzar el mecanizado.

Cuando el mecanizado haya concluido, abre la puerta, sujeta la pieza, presiona el pedal para liberar las mordazas y retira la pieza. Como en la fase anterior se coloca en un sitio temporal para eliminar el exceso de refrigerante.

Para el acabado, toma una pieza de la caja naranja y rebaba el diámetro interior con el rebabador linóleo y el diámetro exterior con un rebabador de uña. Luego, sopletea el barreno para retirar cualquier exceso de rebaba y prepara el machuelo remojándolo en el refrigerante.



*Imagen 78. Remoción de rebaba en el barreno inferior*

Finalmente, enrosca el machuelo en el barreno inferior de la pieza. Para desenroscarlo, voltea la pieza y gírala en sentido contrario a las manecillas del reloj, esto se hace con el objetivo de terminar de detallar la cuerda previamente realizada con la maquina Como último paso, valida el número de vueltas con un gage de acuerdo con las especificaciones.



*Imagen 79. Uso de barreno, fase inferior*

La siguiente fase es bastante similar a la anterior, solo que el barrenado y posteriormente la cuerda dentro del barreno son hechos en los lados laterales de la pieza, para esta fase se utiliza la máquina "HAAS VF2-SS". Para realizar este proceso, primero se debe tomar la pieza y soplarla con aire comprimido tanto en el interior como en el exterior, asegurándose de que esté libre de defectos que puedan afectar el mecanizado. Luego, se abre la puerta de la máquina y se soplan las mordazas del chuck para garantizar que estén limpias. A continuación, se presiona el pedal para colocar la pieza en las mordazas, asegurándose de que el grabado quede orientado hacia el interior de la máquina y utilizando una escuadra para posicionarla en un ángulo de 90°.



*Imagen 80. Uso de la escuadra para colocar la pieza*

Una vez colocada la pieza, se presiona el pedal nuevamente para que las mordazas la sujeten de manera

firme, luego se cierra la puerta de la máquina y se presiona el botón "Cycle Start" para iniciar el proceso de mecanizado. Durante este proceso, es importante estar atento a cualquier situación anormal, en cuyo caso se debe detener inmediatamente presionando el paro de emergencia. Al concluir el mecanizado, se abre la puerta, se sujeta la pieza y se retira presionando el pedal.

Luego, se debe soplar nuevamente la pieza dentro de la máquina y colocarla en reposo. Para continuar, se toma de nuevo la pieza de la caja y se procede a rebabar el diámetro de todos los barrenos laterales. El interior se rebaba con un rebabador linóleo, mientras que el exterior se hace con un rebabador de uña. Después, se sopla para retirar los residuos de los barrenos y se valida el número de vueltas con el gage adecuado, utilizando la referencia de la imagen y la tabla correspondiente para asegurarse de que se cumplan los estándares de calidad.

Para la última fase la cual es la más crítica, se requiere más cuidado ya que en esta fase es donde por lo regular se cometen errores en el mecanizado, para esta cuarta y última fase se realiza en una máquina [Feeler FV-760](#).

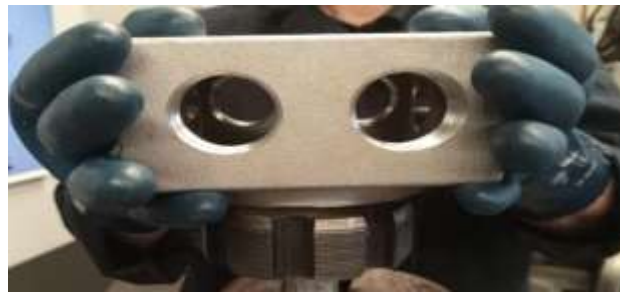
Para iniciar el proceso, se debe tomar una pieza y limpiarla con aire comprimido como en los anteriores procedimientos. Luego, se revisa la pieza para verificar que esté libre de defectos que puedan afectar el proceso. Se abre la puerta de la máquina y se sopla la prensa para garantizar que esté limpia y libre de residuos.

A continuación, se coloca la pieza en la prensa, asegurándose de que el saliente quede hacia el interior de la pieza. Se cierran parcialmente las mordazas de la prensa, sosteniendo la pieza hacia abajo. Con un martillo de goma, se golpea suavemente alrededor de los cuatro puntos de la circunferencia de la pieza para asegurar una correcta colocación. Después, se terminan de apretar las mordazas de la prensa y se valida la posición de la pieza.



*Imagen 81. Colocación de pieza en la prensa*

Una vez asegurada la pieza, se cierra la puerta de la máquina y se presiona el botón "Start" para iniciar el mecanizado. Durante este proceso, se debe estar atento a cualquier situación anormal y detener el proceso inmediatamente presionando el paro de emergencia. Al finalizar el mecanizado, se abre la puerta de la máquina, se libera la pieza de la prensa y limpia de residuos. Con un roscador de 16 UN, se introduce el unilet en el maquinado reciente en la parte superior de la pieza girándolo en sentido horario hasta que tope, y luego se retira girándolo en sentido contrario a las agujas del reloj.



*Imagen 82. Uso de machuelo para detallar la cuerda superior*

Se continúa el proceso utilizando un machuelo equipado en un atornillador neumático, aplicando manteca de cerdo como lubricante y machuelear el barreno interior. Para finalizar, se utiliza una fibra verde para frotar la cuerda superior de la pieza y remover los residuos de material. Posteriormente, se sopla la pieza para eliminar cualquier exceso de rebaba, incluyendo los residuos en el barreno interior.



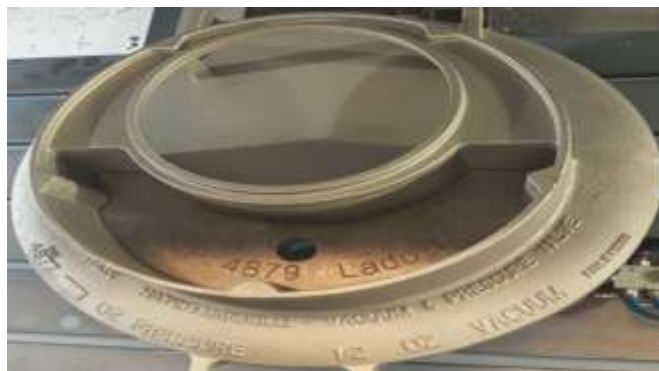
*Imagen 83. Maquinado en el barreno interior.*

Finalmente, se valida el tamaño de la cuerda del barreno interior utilizando el gage #10-32 y se valida el tamaño de la cuerda superior con el gage de 16", asegurándose de que ambas medidas sean correctas y cumplan con los estándares requeridos. Este ciclo abarca todo el proceso de mecanizado, rebabado, roscado, machuelado, limpieza y validación de toda la pieza.

La siguiente pieza en la que puedo participar en el proceso de maquinado se trata de una pieza perteneciente a la familia "Dover" correspondiente al código de identificación 4877 – 4879 es una pieza con un grado de dificultad más elevado a las piezas anteriormente descritas ya que las piezas de esta familia requieren más detalle de maquinado y sobre todo requieren más tiempo tanto en la maquina como en las manos del operador para ajustar detalles finales.

Todos los procesos de CNC de esta pieza se realizan con una maquina "HAAS VF-6ss", debido a esto el maquinado y posterior envío de lotes de esta pieza puede resultar más tardado debido a que se tiene que deshabilitar y habilitar la misma máquina para llevar a cabo las 3 fases.

La primera fase recibe el nombre de Barrenado y machuelado, para comenzar el procedimiento, abre las puertas de la máquina como es costumbre se limpia el dispositivo, eliminando cualquier rebaba con una pistola de aire comprimido. A continuación, se toma la pieza que se va a procesar y se coloca en el dispositivo con las salientes orientadas hacia la parte trasera, se asegura de que queden alineadas. Una vez que la pieza esté bien colocada, se activa la válvula neumática integrada en el dispositivo para sujetarla de forma segura. Luego, al verificar en el vacuómetro se asegura que la presión esté entre -0.7 y -0.8, lo cual confirmará que la pieza está correctamente asegurada.



*Imagen 84. Sujeción de la pieza 4877-4879*

Después de esta verificación, se cierran las puertas de la máquina y procede con la selección del programa de localización. En el tablero de la maquina se selecciona el menú de programas y hay que buscar el archivo correspondiente, luego se realizan los ajustes necesarios en la pantalla. Al colocar nuestros

ajustes correctamente se inicia el programa de localización para que el sistema detecte el centro de la pieza.

| 0 CODIGO | X EJE    | Y EJE    | Z EJE    | PROGRAMA                     |
|----------|----------|----------|----------|------------------------------|
| G02      | 0        | 0        | 0        | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G04      | -948.405 | -402.203 | -508.511 | ALMACEN ALUMINIO             |
| G05      | -923.990 | -652.203 | 648.511  | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G06      | -944.201 | -401.951 | -518.271 | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G07      | 0        | 0        | -567.736 | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G08      | -925.055 | -400.522 | -649.855 | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G09      | -925.227 | -399.215 | -539.212 | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P1  | 0        | 0        | 0        | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P2  | 0        | 0        | 0        | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P3  | 0        | 0        | 0        | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P4  | 0        | 0        | 0        | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P5  | 0        | 0        | 0        | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P6  | 0        | 0        | 0        | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |

Imagen 85. Ajustes en el plano de trabajo

Con el centro de la pieza localizado, usando los botones en el tablero se ajusta la herramienta elevándola 3 mm para preparar el proceso de mecanizado. Selecciona el programa de mecanizado final y, antes de que la herramienta comience su recorrido, se presiona pausa momentáneamente el proceso para verificar en la pantalla la distancia correcta entre la herramienta y la pieza. Si la distancia es óptima, reanuda el ciclo de mecanizado.

Al finalizar el proceso, se abren las puertas de la máquina, se realiza la limpieza de residuos que resultaron después del maquinado. Con un vernier, se mide una paralela de acero y guarda el valor presionando el botón del vernier correspondiente. Sin retirar la pieza del dispositivo, se mide la altura de la parte superior en dos puntos y proseguimos con la selección del valor más bajo entre ambos para continuar con el ajuste de precisión.



Imagen 86. Medición de la pieza después de desbaste

En la calculadora, ingresa la diferencia entre la medida mínima y la medida óptima en la unidad de trabajo dependiendo en el sistema en el que estemos trabajando pueden ser milímetros o pulgadas y se utiliza el resultado para ajustar la posición del eje "Z" en el plano de trabajo correspondiente. Una vez hecho el ajuste, se busca y se selecciona el siguiente programa con el nombre de acabado, una vez lo encontramos se ejecuta el programa.

Cuando el ciclo de mecanizado final termine, abrir nuevamente las puertas y se limpia nuevamente. Abrir la válvula selectora para liberar la pieza del dispositivo y se deja escurrir en un sitio temporal para eliminar el exceso de refrigerante.

Después de que la pieza escurrió su exceso de refrigerante, se lleva la pieza a la mesa de trabajo y al rebabar las circunferencias internas y externas utilizando un rebabador de uña se tiene especial cuidado de no dañar el mecanizado previo. Si alguna rebaba resulta difícil de eliminar, se utiliza una lima de acero para retirar el exceso de material. Para el roscado, se utiliza un machuelo semicónico de  $\frac{1}{4}$ " en el maneral, como lubricante se utiliza manteca de cerdo y comienza el proceso de roscado en los barrenos de la pieza. Se guía el machuelo de manera recta, se introduce girándolo en sentido horario con movimientos alternos para asegurar un avance uniforme hasta llegar al fondo del barreno. Se retira el machuelo en sentido antihorario y se limpia en ocasiones utilizando un trapo y desengrasante.



Imagen 87. Uso de machuelo de  $\frac{1}{4}$ "

Finalmente, si es necesario, se repite el proceso de roscado utilizando un machuelo recto de  $\frac{1}{4}$ ", es indispensable asegurarse de limpiar tanto los machuelos y el maneral como la pieza y los barrenos al terminar. Con esto, el proceso quedará completado y la pieza estará lista para el siguiente paso o inspección.

El siguiente paso se realiza en el mismo centro de maquinado anteriormente mencionado, esta fase tiene por nombre Desbaste y ranura, primero, se abren las puertas de la máquina, y el dispositivo es limpiado. Luego, se toma la pieza y se coloca con las salientes orientadas hacia atrás, asegurándose de que coincidan perfectamente con el dispositivo. Cuando la pieza está correctamente posicionada, se activa la válvula neumática, para sujetar la pieza. Para confirmar esta sujeción, se revisa el vacuómetro, cuya lectura debe estar entre -0.7 y -0.8.

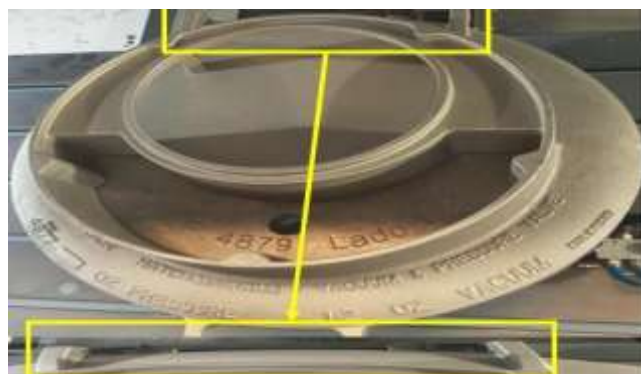
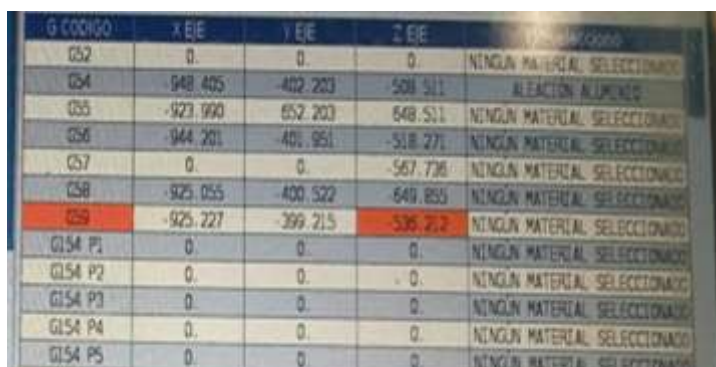


Imagen 88. Sujeción 4877-4879, fase 2

Posteriormente, se cierran las puertas de la máquina y se procede a cargar el programa. Se selecciona LIST PROGRAM y, con las teclas de cursor, se localiza el programa VF6-99-LOCALIZAR-4879.txt. Una vez localizado, se selecciona con SELECT PROGRAM, luego se activa MEMORY y RESET. A continuación, se presiona CYCLE START, lo cual hace que el palpador baje. Con EDIT, se verifica que el plano de trabajo esté en la posición 207. Tras esta verificación, se ejecuta CYCLE START para localizar el centro de la pieza.

Con el programa en ejecución, se presiona el botón OFFSET para verificar que el plano de trabajo esté en G59 y en el eje Z. A continuación, se ajusta el parámetro subiendo la herramienta 3 mm, utilizando las teclas 3, Punto (.), y ENTER. Nuevamente, se selecciona LIST PROGRAM y se localiza el programa VF6-100-4879-FINO-LAD-01.txt para proceder a su ejecución. Se presionan MEMORY, RESET y CYCLE START.



| G CODE  | X        | Y        | Z        | DESCRIPTION                  |
|---------|----------|----------|----------|------------------------------|
| G52     | 0.       | 0.       | 0.       | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G54     | 948.405  | -402.203 | -508.511 | REACCIÓN ALUMINIO            |
| G55     | -923.090 | 652.203  | 648.511  | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G56     | 944.201  | -401.951 | -518.271 | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G57     | 0.       | 0.       | -567.736 | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G58     | -925.055 | 400.522  | 648.855  | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G59     | -925.227 | -399.215 | -535.212 | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P1 | 0.       | 0.       | 0.       | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P2 | 0.       | 0.       | 0.       | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P3 | 0.       | 0.       | 0.       | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P4 | 0.       | 0.       | 0.       | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |
| G154 P5 | 0.       | 0.       | 0.       | NINGUN MATERIAL SELECCIONADO |

Imagen 89. Ajuste en el plano G59

Antes de que la herramienta inicie el procedimiento, se activa FEED HOLD y luego POSITION para validar que la distancia del eje Z sea la adecuada entre la herramienta y la pieza. Una vez verificada esta distancia, se presiona CYCLE START para continuar con el proceso.

Al finalizar el maquinado, se abren las puertas, se retira cualquier residuo de la pieza con aire comprimido, y se procede a medir la paralela de acero con el vernier, registrando el valor presionando ZERO. Sin retirar la pieza, se miden dos puntos en la parte superior y se selecciona el valor mínimo entre ambas medidas. Dependiendo de si se está trabajando en milímetros o pulgadas, se realiza el cálculo en la calculadora para obtener el ajuste necesario.

Finalmente, se selecciona OFFSET y se ajusta el eje Z en el plano G59 con el valor calculado, asegurándose de que sea un valor negativo y con tres dígitos después del punto, para luego confirmarlo con ENTER. A continuación, se localiza el programa VF6-250-4879 -COM-LAD-1.txt, se selecciona, y se inicia el ciclo presionando MEMORY, RESET y CYCLE START.

Al concluir el ciclo, se abre la máquina y se limpia nuevamente la pieza con aire comprimido antes de abrir la válvula selectora para retirarla. La pieza se coloca en la tina roja para escurrir. Una vez escurrida, se lleva a la mesa de trabajo,

donde se realiza el desbaste de las circunferencias con un rebabador de uña y, si es necesario, con una lima de acero.



*Imagen 90. Rebabe en la circunferencia de la pieza*

Finalmente, para la fase final nombrada como barrenado en orejas se realizan las siguientes actividades, al contrario de las anteriores fases esta fase en específico no requiere tantas actividades.

Para iniciar el proceso, se abren las puertas de la máquina y se toma la pieza, soplando tanto el interior como el exterior para eliminar cualquier rastro de suciedad o residuo. Se verifica que la pieza no tenga defectos que puedan interferir con el mecanizado debido a mecanizados anteriores o algún otro accidente previo, asegurando su integridad antes de colocarla en el dispositivo.

El dispositivo también se limpia cuidadosamente con aire comprimido para eliminar restos de rebaba y refrigerante. Luego, la pieza se coloca en el dispositivo, alineando los barrenos con los pines de éste para asegurar una posición precisa. Una vez posicionada correctamente, se gira la válvula selectora en sentido antihorario para que el dispositivo sujete firmemente la pieza.



*Imagen 91. Limpieza de dispositivo*

Con la pieza ya en su lugar, se cierran las puertas de la máquina y se ingresa la secuencia de botones en el panel de control. Esto incluye seleccionar List Program para localizar el programa VF6-4879-8.73-RAN-LAT-COM.txt con las teclas de cursor. Luego, se presiona Select Program, seguido de Memory, Reset y finalmente Cycle Start para iniciar el mecanizado.

Cuando el proceso de mecanizado finaliza, se abren las puertas y se limpia la pieza para retirar cualquier rebaba residual. Posteriormente, se desactiva la sujeción del dispositivo girando la válvula selectora en sentido horario, y se retira la pieza, aplicando aire comprimido dentro de la máquina para una limpieza final. La pieza es entonces colocada en la tina de plástico roja para escurrir.

Después de este paso, se lleva la pieza a la mesa de trabajo, donde se utiliza un rebabador de uña para eliminar cualquier rebaba en los barrenos de las "orejas" de la pieza, asegurando que los bordes estén limpios y sin irregularidades. Finalmente, se valida el tamaño de los barrenos conforme a las especificaciones indicadas en la tabla de dimensiones, confirmando que se ajusten a los requisitos establecidos antes de proceder con el siguiente paso del proceso.



*Imagen 92. Rebabeo en orejas de la pieza*

Finalmente, el proceso de la siguiente pieza fue un tanto complicado, solo es una fase de maquinado, sin embargo, se debe tener un cuidado especial debido a que si esa pieza se desalinea tan solo un poco puede resultar en un maquinado no conforme.

Para comenzar, se procede a abrir las puertas de la máquina y se limpia el dispositivo con aire comprimido para eliminar restos de rebaba. Luego, se toma la pieza, asegurándose de orientar la saliente hacia el interior de la máquina antes de colocarla en el dispositivo de sujeción.



*Imagen 93. Pieza correctamente colocada*

La pieza se ajusta firmemente en el dispositivo usando una llave Allen. La sujeción se logra con dos pernos guía que se ajustan de manera sincronizada para asegurar que la pieza permanezca inmóvil durante el mecanizado. Una vez fijada, se inspecciona visualmente la pieza para confirmar que está sin movimiento y en posición recta. Si es necesario, se golpea suavemente en el centro de la pieza con un martillo de goma para garantizar que quede bien asentada.

A continuación, se cierran las puertas de la máquina. En el panel de control, se procede a localizar la pieza mediante el programa de "localizar". Para ello, se sigue la secuencia de botones: EDIT, PROBING, SPINDLE PROBE, y BOSS. Se configura el "Work offset" con un valor de 58 y se establece el diámetro en 30, para luego iniciar el ciclo presionando Cycle Start.

Una vez localizada la pieza, se ejecuta el programa de mecanizado seleccionando MEMORY seguido de CYCLE START. Durante el mecanizado, se presta atención a los sonidos emitidos por la máquina como indicativo del proceso. Al concluir, se abren las puertas de la máquina.

Para retirar la pieza, se sopletea tanto la pieza como el dispositivo con aire comprimido, se desajustan los tornillos Allen y se retira la pieza, la cual es colocada en la una caja naranja de plástico para escurrir.

Finalmente, se continúa con los pasos de acabado. Se toma la pieza y se sopletea nuevamente para remover residuos restantes. Con un rebabador de uña, se eliminan rebabas en los barrenos y luego, con una lima plana, se alisa la parte inferior del tubo de la pieza.



*Imagen 94. Trabajos de acabado*

La precisión de las dimensiones se verifica utilizando instrumentos de medición. Con la barra de profundidad del vernier, se mide la profundidad de las cajas de ambos barrenos, mientras que la altura del tubo se mide colocando una paralela de acero sobre la pieza y usando el vernier ajustado a cero.

Finalmente, se mide el número de vueltas con un medidor "GO" y se verifica con el medidor "NO GO" para asegurar que las especificaciones de calidad se cumplan según los valores de la tabla de control.

Por su puesto estas no son los únicos procedimientos y las únicas piezas que se maquinan dentro de la planta sin embargo seleccione los procesos donde personalmente estuve más involucrado debido al número de ocasiones en las que realice los procesos anteriormente descritos.

**Apoyo a área de control de procesos.**

Como auxiliar de la coordinadora de control de procesos y posteriormente coordinador temporal de procesos durante dos meses desempeñe diversas tareas del área, tareas sumamente importantes para el correcto funcionamiento como por ejemplo la comunicación con otras áreas, planificación y programación de los lotes, suministro de insumos utilizados dentro del área, control de residuos dentro del área, representación de los colaboradores para alguna situación con otra área, solo por mencionar algunas actividades, las demás por supuesto se explicaran a continuación con más detalle.

**Planeación y programación de maquinado.**

Los trabajos de maquinado anteriormente descritos se realizan a petición de un cliente externo, la empresa FYCOMEX envía lotes de piezas con dicho propósito, sin embargo, se requiere comunicación de parte de ambas empresas para saber cuándo estará terminado cada lote de piezas que ellos envían, por lo cual se realiza una planeación considerando diversos factores como las máquinas y el número de personal, se realiza un cálculo aproximado y se fija una fecha en específico.

Para poder realizar esta planeación en primera instancia se requiere la información sobre qué tipo de pieza se va a maquinar, es decir si se trata de la familia Unilet, Hood o Dover, esta información se identifica con la orden de compra que se envía a través de un correo electrónico, por lo general este correo incluye el nombre de la pieza, el código, el número de piezas por lote y el tipo de mecanizado en algunos casos es decir si los barrenos y cuerdas son de media pulgada, tres cuartos o una pulgada.

Para poder realizar esta planeación primero se consultan las hojas de estándar de producción, estas hojas contienen cuantas piezas se pueden realizar por hora y en que maquina principalmente, tienen información adicional como las alternativas de máquinas para trabajar esa pieza en específico.



Imagen 95. Estándar de producción

Estos estándares se pueden ir modificando debido a que dependen de algo muy importante la velocidad de trabajo de la máquina, por lo general esta velocidad solo se reduce y se reduce cuando el material presenta fragilidad, o exceso de escoria, esto se hace con el objetivo de no dañar la máquina, las herramientas o la pieza.

Como se puede observar en la imagen 56, dependiendo del tipo de lotes y el maquinado que se requiera se asignan los tiempos de cada operador dependiendo su turno en el que se encuentren, muchos lotes requieren prioridad debido a que el cliente lo exige por lo tanto se hacen estas planeaciones para poder informar de una fecha aproximada de entrega de material lo más pronto posible.

| Programación |                  |                 |                     |                     |                  |
|--------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------------|------------------|
| Turno        | Horas            | Fecha           | 2024-04-15          | 2024-04-16          | 2024-04-17       |
| 1ro          | 08:00            | APH             | 502059              | 606162<br>F2        | 502059<br>F3     |
|              | 09:00            |                 | 5714-5709<br>F2     |                     | 502059<br>F4     |
|              | 10:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 11:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 12:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 13:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 14:00            |                 |                     |                     |                  |
| 15:00        |                  |                 |                     |                     |                  |
| 2do          | 16:00            | JCO<br>HMS      | 5714-5709<br>F1     | 606162<br>F3<br>HMS | 606162<br>F4 JCO |
|              | 17:00            |                 | 606161<br>F2<br>JCO |                     |                  |
|              | 18:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 19:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 20:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 21:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 22:00            |                 |                     |                     |                  |
| 23:00        | 502059 F2<br>HMS | 5714-5709<br>F2 | 5714-5709<br>F3     |                     |                  |
| 3ro          | 00:00            | JMV             | 502059<br>F2        | 5714-5709<br>F2     | 5714-5709<br>F3  |
|              | 01:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 02:00            |                 |                     | 5714-5709<br>F3     | 5714-5709<br>F4  |
|              | 03:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 04:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 05:00            |                 |                     |                     |                  |
|              | 06:00            |                 | 5714-5709<br>F1     |                     |                  |
| 07:00        |                  |                 |                     |                     |                  |

Imagen 91. Ejemplo de programación

### Diseño de horario y organigrama del departamento.

Cada semana se realizaba una planificación detallada del horario de los operadores dentro del departamento de CNC. Dado que el área opera bajo un esquema de rotación de turnos se designaba además el rol que desempeña cada colaborador. El horario requería ajustes semanales para reflejar los cambios y garantizar la organización en el departamento. Este horario especificaba el turno asignado a cada operador, con la hora de inicio y de finalización correspondiente, y se incluían las posibles excepciones para cada empleado, como permisos por incapacidad o vacaciones.

Además de las horas regulares, el horario integraba las horas de entrada y salida especiales. Esto era necesario cuando el personal del área tenía que ingresar a la planta en horarios diferentes o se le permitía retirarse antes, ya sea por situaciones personales, cambios en la producción o necesidades de operación. También se indicaba el horario de comida, para que cada operador tuviera claridad sobre sus descansos y la logística del área se mantuviera en orden.

Finalmente, el documento incluía un espacio para la firma de enterado de cada miembro del equipo. Esta firma servía como confirmación de que el personal estaba informado de sus horarios y cualquier ajuste o excepción, promoviendo la transparencia y la comunicación dentro del equipo. De esta forma, la organización del horario semanal no solo facilitaba el cumplimiento de las responsabilidades laborales, sino que también apoyaba en la optimización del flujo de trabajo y la continuidad operativa del departamento.



### Calcular premios de producción.

En el departamento de CNC, es esencial mantener un flujo de producción continuo y eficiente en el maquinado de piezas. Para cumplir con este objetivo, se cuenta con el documento de “**Estándar de producción**” que especifica la cantidad de piezas que deben ser completadas cada hora, dependiendo del tipo de pieza y la máquina utilizada. Este documento funciona como una guía para que los operadores puedan medir su desempeño en relación con los objetivos de producción establecidos y contribuye a la organización y planificación del trabajo.



Imagen 94. Reporte de producción

Cada semana, los reportes de producción

de los operadores son evaluados para comparar los resultados reales con los tiempos y cantidades estipuladas en el estándar de producción. Estos reportes proporcionan un registro detallado de la jornada laboral de cada operador, incluyendo información relevante sobre cualquier contratiempo o circunstancia que haya afectado el rendimiento, como fallas en las máquinas, falta de insumos o interrupciones inesperadas.

Además del cumplimiento en términos de cantidad y tiempo, se evalúa la calidad del trabajo de los operadores. Este aspecto es fundamental, ya que cualquier error en el proceso de maquinado puede llevar a piezas defectuosas o a daños en las máquinas, lo cual impacta negativamente tanto en los costos como en los tiempos de entrega. Si un operador incurre en errores que dañan las piezas o los insumos, se registra en su evaluación bajo el apartado de calidad, lo que permite un seguimiento detallado de los aspectos en los que cada operador puede mejorar.

Otro componente clave de la evaluación es la actitud del operador, que refleja su disposición para colaborar en un ambiente de trabajo positivo y respetuoso. Este aspecto incluye su compromiso para mantener una buena relación con sus compañeros y superiores, así como su capacidad para adaptarse a las normas de seguridad y los procedimientos establecidos en el área. La actitud es valorada como un pilar fundamental, ya que un ambiente de trabajo armonioso contribuye directamente a la eficiencia y al bienestar de todo el equipo.

Finalmente, si el operador cumple satisfactoriamente con los estándares de producción, calidad y actitud, toda esta información se documenta en un formato de evaluación. Este documento sirve como base para determinar si el operador es elegible para recibir un bono de producción, como reconocimiento por su desempeño y compromiso con los objetivos del departamento de CNC.

Esta actividad se realizaba semanalmente, y toda esta información se plasma en un tablero informativo, además los errores por parte del operador son reflejados en el documento y condiciona el bono de producción anteriormente mencionado,

The image shows a 'Concentrado Semanal de Producción' (Weekly Production Concentration) board from the 'Departamento de CNC'. The board is a large table with multiple columns and rows, containing numerical data and some highlighted cells in yellow and green. It includes a header with the department name and dates, and a footer with a signature and date.

Imagen 95. Concentrado semanal de producción

### Reporte de piezas o insumos dañados.

Cuando se presenta un error en las operaciones del departamento de CNC, se procede a recopilar toda la información relacionada con el incidente y a registrarla en un reporte formal que será evaluado por los gerentes de los departamentos correspondientes. Este reporte es una herramienta que permite identificar las causas raíz de los errores, establecer medidas correctivas, y prevenir que situaciones similares se repitan en el futuro.

El reporte debe incluir varios elementos clave que aporten una visión detallada del incidente. En primer lugar, se registran los datos del operador, incluyendo su nombre y el cargo que desempeña, así como la fecha y hora exacta del incidente. También se especifica la cantidad de piezas o componentes que resultaron dañados debido al error y el código del producto afectado, lo cual facilita la trazabilidad dentro del sistema de producción. Además, el reporte contiene una descripción breve pero precisa del incidente, en la que se explica el contexto y las circunstancias bajo las cuales ocurrió el error. Para reforzar esta información, se anexan imágenes de las piezas o insumos dañados, ofreciendo una evidencia visual del impacto del incidente. También se documenta el destino del elemento afectado, especificando si será desechado, reparado o enviado a algún proceso de retrabajo y finalmente es importante el precio de las piezas o el insumo afectado.

Por ejemplo, en un caso, uno de los operadores dañó un **palpador punta de rubí** debido a una configuración incorrecta en el movimiento del eje Z en el banco de trabajo. Este error se debió a una falta de precisión en la programación de los parámetros de movimiento, lo que ocasionó que el palpador hiciera contacto con la pieza en una posición inadecuada, provocando su ruptura. En el reporte, se incluyeron todos los datos mencionados, permitiendo a los gerentes evaluar las

posibles causas y determinar si fue un problema de capacitación, de interpretación de las instrucciones, o de una supervisión insuficiente.

Imagen 96. Reporte de incidencias.

### Tiempos extra y tiempos pendientes.

Como en muchas empresas, en el departamento de CNC es común que tanto los operadores como la propia empresa soliciten realizar horas extra para completar tareas urgentes o alcanzar objetivos de producción. Para formalizar y dar constancia de estas horas adicionales de trabajo, se utiliza un formato específico en el que se registran todos los detalles correspondientes. Este documento asegura que cada hora extra trabajada queda oficialmente documentada, permitiendo un control preciso y facilitando el cálculo de pagos adicionales.

Del mismo modo, en ocasiones los operadores solicitan retirarse antes de completar su jornada regular por motivos personales. En estos casos, si se aprueba la solicitud, las horas no trabajadas también se registran en un formato de control. Este documento permite al operador conocer el tiempo pendiente que debe cubrir en el futuro para completar su jornada laboral de manera equilibrada.

La actividad principal consiste en recopilar, organizar y registrar toda esta información en los formatos designados, asegurándose de que los detalles críticos, como el nombre del operado y las horas específicas trabajadas o pendientes, queden claramente documentados. Además, es esencial informar a los operadores de las horas extra acumuladas y las horas pendientes al cierre de cada semana, brindándoles claridad sobre su situación laboral.

Imagen 97. Concentrado de horas extra y pendientes

### Disposición de residuos de aluminio.

En el departamento de CNC, los distintos procesos de maquinado generan una considerable cantidad de residuos, como virutas y astillas de aluminio, derivados del trabajo con múltiples piezas. En lugar de desechar estos residuos, se implementa un proceso para reaprovecharlos, asegurando una disposición adecuada. La actividad específica consiste en trasladar los contenedores llenos de rebaba de aluminio al área de vigilancia, donde se pesan y se registran. Este peso se documenta para mantener un control preciso del material reciclado, de modo que posteriormente el área correspondiente pueda encargarse de su manejo y reutilización.

Dado que los maquinados no utilizan una sola aleación de aluminio, sino que comúnmente emplean dos tipos principales — el "Aluminio 356-T6" y el "AlMag 319"—, es fundamental separar y pesar por separado los residuos de cada aleación. Esta distinción permite registrar datos precisos para cada tipo de aluminio y evita la mezcla de materiales, lo cual es relevante para su posterior procesamiento.

Los resultados de los pesajes se anotan en una bitácora específica, en la cual se lleva un control semanal del peso acumulado. Al final de cada mes, se suma el total registrado para tener una visión clara de la cantidad de residuos generados y reciclados, facilitando así una gestión y manejo eficiente de los materiales y promoviendo prácticas sostenibles dentro del área de producción.



Imagen 98. Pesaje de residuos de aluminio

### Suministro de insumos para el departamento de CNC.

El departamento de CNC, debido a la gran variedad de actividades que realiza, requiere un suministro constante de diversos insumos esenciales para el maquinado. Entre estos insumos se encuentran brocas, machuelos, tornillos, rondanas, **insertos**, palpadores, **cortadores de bola**, **cortadores rectos**, **lijas** y otros materiales que son indispensables para llevar a cabo las operaciones. La actividad de gestión de insumos incluye verificar qué elementos están escaseando o agotados, realizar una solicitud de reposición al área de almacén y reabastecer los insumos necesarios. En caso de que algún insumo no esté disponible en el almacén, se procede a solicitarlo; si se trata de una herramienta que se requiere con urgencia, se coordina directamente con el

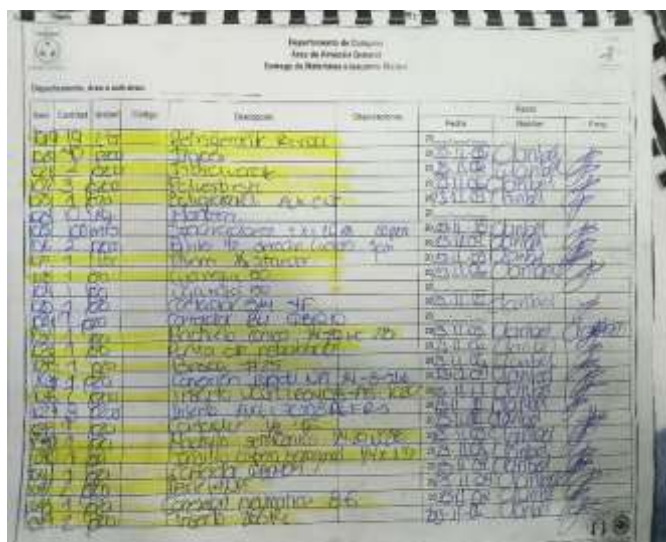


Imagen 99. Bitácora del almacén

departamento de compras para agilizar su adquisición, todos estos insumos solicitados se plasman dentro de una bitácora en posesión del área de almacén.

El funcionamiento adecuado de las máquinas también depende del suministro de refrigerante, el cual es esencial para mantener la temperatura y evitar el sobrecalentamiento durante el maquinado de piezas. El refrigerante se mezcla con agua desmineralizada antes de ser suministrado a las máquinas. Además, algunas máquinas específicas requieren el uso de [aceite Chevron](#), que también se gestiona en el departamento. El equipo se asegura de tener el refrigerante y el aceite necesarios para que las operaciones no se vean interrumpidas y las máquinas puedan trabajar en óptimas condiciones.

Por otro lado, también se solicitan insumos de papelería para el área, tales como tijeras, lapiceros y plumones, los cuales se utilizan para completar reportes, marcar piezas y otras tareas administrativas. Dado que el suministro de papelería es más controlado en el departamento, es necesario coordinar con el área de calidad para la impresión de etiquetas que permitan un seguimiento detallado de estos materiales. Cada insumo entregado a los operadores es etiquetado para mantener un registro preciso de los materiales asignados y su cantidad. Generalmente, cada operador de planta cuenta con un lapicero y un plumón de color específico, asignado individualmente, para que puedan realizar sus actividades de manera organizada y eficiente.

Dentro del departamento de CNC en ocasiones se necesita realizar la compra de un elemento que no se encuentra de manera común dentro del almacén por lo que se hacen solicitudes de comprar, en coordinación con el gerente de CNC se llena un documento donde se coloca toda la información posible para facilitar la adquisición.

Imagen 100. Solicitud de compra.

**Solicitud de agua desmineralizada.**

El [agua desmineralizada](#) es un insumo esencial en el departamento de CNC, especialmente en los procesos de refrigeración de maquinaria y en el maquinado de piezas. Dado que el agua desmineralizada debe cumplir con ciertos parámetros de calidad para evitar daños a los equipos y asegurar un rendimiento óptimo, se considera una solicitud especial de insumo. Cada semana, se envía

una requisición al departamento de compras por medio de la aplicación WhatsApp para adquirir la cantidad necesaria de agua desmineralizada, y un proveedor externo se encarga de suministrarla de acuerdo con la demanda.

Cuando el proveedor entrega el agua, es fundamental realizar una verificación exhaustiva de la cantidad recibida, asegurando que los litros proporcionados coincidan con lo solicitado. Además, es indispensable que el agua cumpla con parámetros específicos de pureza: una dureza máxima de 0.1 partes por millón (ppm), una conductividad entre 0 y 5 micro siemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y un nivel de cloro que no exceda los 0.1 ppm. Estos controles se realizan para garantizar que el agua desmineralizada no contenga minerales ni sales que puedan afectar el funcionamiento de las máquinas, evitando así problemas de corrosión o acumulación de residuos.

Esta agua es almacenada en un contenedor de 1000 litros en la zona de carga y descarga.



*Imagen 101. Agua desmineralizada*

### **Comunicación y coordinación con el área de seguridad.**

Una de las actividades fundamentales en el departamento es coordinarse con el área de seguridad para asegurar que todos los operadores cuenten con los insumos de protección necesarios para desempeñar sus funciones de manera segura. Estos insumos de seguridad incluyen [guantes tipo Showa](#), botas de uso industrial, [guantes de fibra de vidrio](#), [gafas de protección](#) y batas diseñadas para el uso en ambientes de producción. El suministro de estos elementos de seguridad sigue el reglamento de la planta, que establece que cada operador debe contar con un par de botas de seguridad, dos pares de guantes Showa, un par de guantes de fibra de vidrio y un par de gafas de protección.

El uso y mantenimiento de los guantes Showa, en particular, sigue un procedimiento de limpieza, con lavados programados los lunes, miércoles y viernes. Es responsabilidad de la persona encargada del área de producción asegurar que estos guantes se entreguen limpios y en buen estado a los operadores. Tras su uso, los guantes se recogen y se colocan en el área designada para su almacenamiento y posterior limpieza, asegurando que siempre esté disponible al menos un par y en óptimas condiciones para el siguiente turno de trabajo.

Además de gestionar la disponibilidad de estos insumos, es necesario realizar solicitudes formales al área de seguridad cuando alguno de los elementos de protección esté en niveles bajos o se haya desgastado por el uso continuo. Este proceso garantiza que el equipo de protección se mantenga en buen estado y cumpla con los estándares de seguridad requeridos para proteger a los

operadores contra posibles riesgos asociados a las actividades en el área de CNC, como cortes, golpes y abrasiones.



*Imagen 102. Guantes Showa*

El área de seguridad en la planta cumple un papel fundamental en la atención de situaciones que requieran asistencia médica, una responsabilidad que asume de manera temporal para asegurar el bienestar de los trabajadores de todas las áreas. Debido a la naturaleza de las actividades en el departamento de CNC, pueden ocurrir distintos tipos de incidentes, siendo los más comunes los cortes en las manos o malestar ocasionado por alguna enfermedad. Estos accidentes suelen ser causados por el manejo de herramientas de corte o al manipular piezas recién maquinadas que aún tienen bordes filosos. En estos casos, la actividad principal consiste en notificar inmediatamente al personal de seguridad para que pueda brindar atención médica. Esta comunicación se realiza de manera rápida mediante un grupo de WhatsApp, en el cual se encuentran los supervisores y responsables de cada área, de modo que toda la planta esté informada.

Además del reporte de incidentes médicos, el área de CNC mantiene una comunicación frecuente con el departamento de seguridad en relación con el manejo de residuos de aluminio y acero generados durante el proceso de maquinado. Como se mencionó anteriormente, el proceso de maquinado en el área de CNC genera residuos, conocidos como rebaba, que en el caso del aluminio pueden ser reutilizados internamente. Sin embargo, también se realizan trabajos de maquinado en piezas de acero, generando residuos de características distintas que no son reutilizables en la planta. En estos casos, el acero debe ser retirado y gestionado por terceros especializados, quienes se aseguran de disponer de estos residuos de una manera segura y ambientalmente responsable.

Uno de los problemas recurrentes es la mezcla accidental de residuos de aluminio y acero, lo cual impide el aprovechamiento de la rebaba de aluminio para los fines internos habituales. Esta mezcla de residuos requiere un reporte inmediato al departamento de seguridad. Posteriormente ambas áreas, seguridad y CNC trabajan en conjunto para determinar las causas del problema. Entre las posibles acciones están la revisión de los procedimientos de recolección de rebaba, la capacitación del personal sobre la importancia de

separar los residuos correctamente y la implementación de controles adicionales para evitar que este problema se repita.

Estas medidas buscan mantener la eficiencia operativa y asegurar el reciclaje adecuado, sino también cumplir con las normas ambientales y de seguridad de la planta. De esta manera, el área de CNC y el departamento de seguridad colaboran estrechamente para mantener los estándares en el manejo de residuos, proteger el entorno y garantizar un ambiente de trabajo seguro para todos.



*Imagen 103.Mezcla de rebaba*

### **Gráfico de producto no conforme.**

Durante el transcurso de cada mes, los operadores del departamento de CNC reciben y maquinan una variedad de piezas con diferentes materiales y formas. Dado el nivel de complejidad y precisión que requiere el proceso, es casi inevitable que algunas piezas resulten dañadas en algún punto. Estos daños pueden deberse a diversas razones, como las propiedades del material, la geometría de la pieza o, en ciertos casos, errores humanos por parte del operador. Cuando una pieza resulta dañada, se procede a segregarla y marcarla con etiquetas específicas que permiten identificar el tipo de defecto o daño que presenta. Este proceso de identificación y segregación es fundamental para el control de calidad, esta acción facilita la rastreabilidad de los problemas y permite una gestión más organizada de los productos no conformes.

Al finalizar cada mes, todas las piezas dañadas se contabilizan y se incluyen en un informe detallado. Este informe se plasma en una gráfica que indica el índice de piezas dañadas, lo que permite visualizar la frecuencia de los defectos y analizar las posibles causas. Además, en el formato se especifican los factores que originaron el daño, ya sean errores en el proceso de maquinado, problemas en el diseño, o defectos en el material. Asimismo, se atribuye el daño a un operador específico, lo cual no implica necesariamente una responsabilidad directa, sino que permite rastrear en qué parte del proceso ocurrió el problema y con qué personal estaba involucrado.

Es importante destacar que no siempre el operador es el responsable del daño en la pieza. En muchos casos, los defectos vienen desde etapas anteriores del proceso, como la fundición, y se manifiestan durante el maquinado. Por esta

razón, en el informe se hace una distinción entre defectos internos (atribuidos a problemas del propio material o de fundición por parte del cliente) y defectos externos (originados en el proceso de maquinado o por manipulación en la planta).

| Desglose por color |                             |          | Desglose por color |                          |          |
|--------------------|-----------------------------|----------|--------------------|--------------------------|----------|
| Item               | Defecto                     | PNCF INT | Item               | Defecto                  | PNCF EXT |
| A                  | Colocación No Conforme      | 1        | 01                 | Barreno destasado        | 0        |
| B                  | Fractura                    | 0        | 02                 | Aluminio pegado          | 0        |
| C                  | Barreno destasado           | 0        | 03                 | Arrastre                 | 6        |
| D                  | Pieza para ajuste           | 0        | 04                 | Cascara                  | 0        |
| E                  | Programación No Conforme    | 0        | 05                 | Deforme                  | 2        |
| F                  | Localización No Conforme    | 0        | 06                 | Esconia                  | 190      |
| G                  | Puesta en punto No Conforme | 2        | 07                 | Fisura                   | 0        |
| H                  | Operación No Conforme       | 0        | 08                 | Fractura                 | 0        |
| I                  | Machueleado No Conforme     | 0        | 09                 | Golpe                    | 0        |
| J                  | Arrastre                    | 0        | 10                 | Gota de aluminio         | 0        |
| Total              |                             | 3        | 11                 | Incompleta               | 77       |
|                    |                             |          | 12                 | Molde destasado          | 0        |
|                    |                             |          | 13                 | Poro                     | 185      |
|                    |                             |          | 14                 | Rayada                   | 0        |
|                    |                             |          | 15                 | Rechupe                  | 0        |
|                    |                             |          | 16                 | Rugosidad                | 7        |
|                    |                             |          | 17                 | Barreno previo destasado | 0        |
|                    |                             |          | 18                 | Careado incompleto       | 0        |
|                    |                             |          | 19                 | Exceso de material       | 2        |
|                    |                             |          | 20                 | Lijado no conforme       | 0        |
|                    |                             |          | 21                 | Pieza destasada          | 134      |
|                    |                             |          | 22                 | Superficie vibrada       | 0        |
|                    |                             |          | Total              |                          | 460      |

Imagen 104. Tipos de defectos

De igual manera el formato hace uso de una gráfica de pastel para indicar el número de piezas dañadas durante cada mes, en este formato se van comparando el número de piezas dañadas durante todo el año.

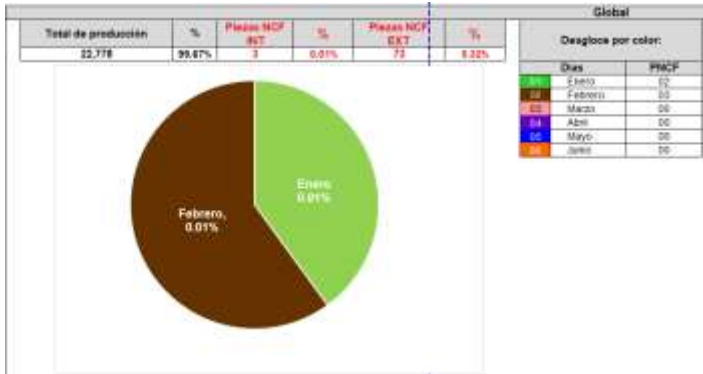


Imagen 105. Gráfica de piezas dañadas mensuales

Posteriormente con los datos de cada daño colocado en el formato este genera una gráfica de líneas que indica todos daños de las piezas ya sea por un daño interno o externo, no todas las piezas con algún detalle se segregan, si es posible maquinadas y no presentan otro problema durante las demás fases de maquinado se colocan como parcialmente conformes, estas se marcan como piezas parcialmente conformes y también se incluyen en la gráfica de líneas.

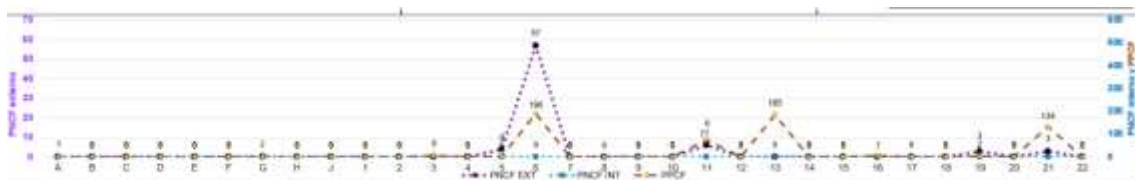


Imagen 107. Grafica de líneas PCF, PNCF y PPCF.

Esta grafica nos ofrece información acerca del número de piezas conformes (PCF) y piezas no conformes (PNCF) por operador.



Imagen 106. Piezas PCF y PNCF por operador

Posteriormente se realiza otra grafica de los productos que se dañan con mayor frecuencia de manera interna únicamente.

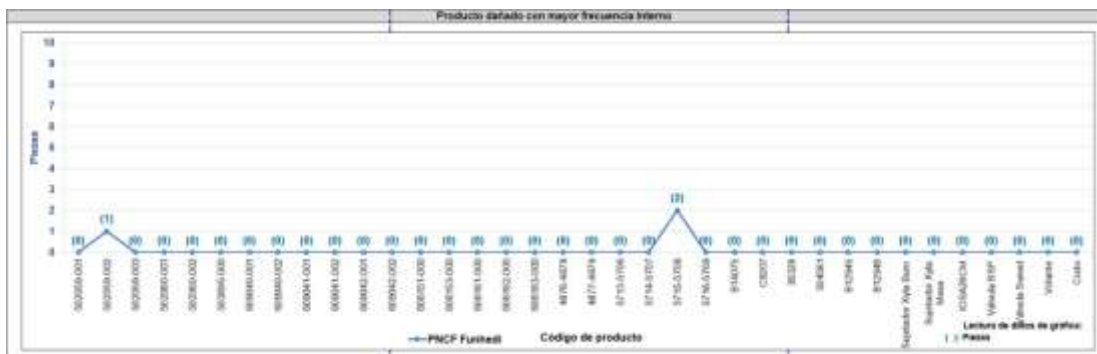


Imagen 108. Producto dañado internamente.

Esta información finalmente lleva a otra grafica que indica la herramienta que se daña debido a los defectos externos, posteriormente se toma en cuenta el valor en el mercado de la herramienta que se daña y se plasma en el formato.

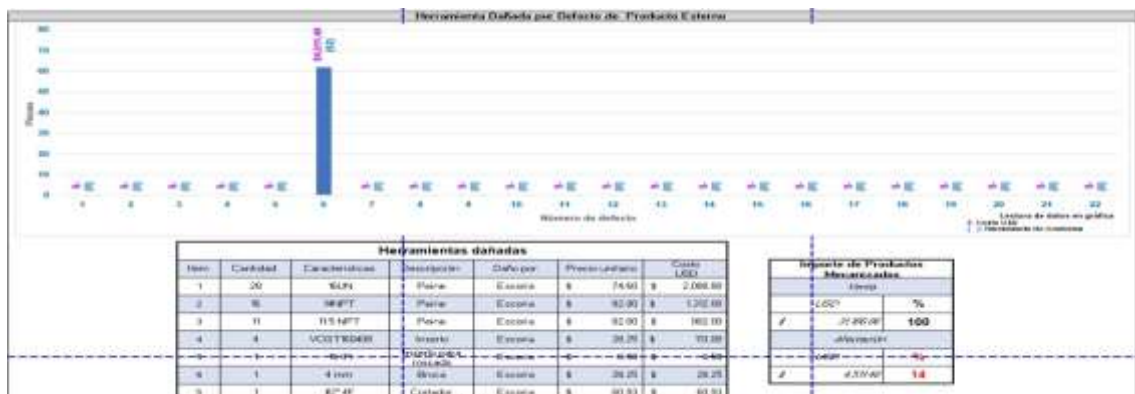


Imagen 109. Costos de daño a herramientas

### Escaneo de etiquetas de rastreo.

Durante el proceso de maquinado, es fundamental contar con un formato que proporcione información crítica acerca del estado y avance de cada lote en todas las etapas de producción. Para este propósito, se utiliza una hoja de rastreo de lote, en la cual cada operador registra la actividad específica que realizó en relación con un lote determinado. Este documento permite un seguimiento detallado de cada lote, facilitando la identificación de las actividades realizadas, los operadores involucrados y el estado actual del lote, desde la recepción hasta la finalización del maquinado.

Una vez que se completa el trabajo con un lote, es esencial conservar la información contenida en este formato para futuras consultas y auditorías. Por ello, la hoja de rastreo se escanea utilizando una impresora y se almacena en formato digital en una memoria USB. Para asegurar una identificación rápida y precisa de cada archivo digital, los documentos en formato PDF se nombran con datos críticos del lote, como el código de la pieza, la fecha de llegada y el número de piezas, por ejemplo: "CódigoPieza\_FechaLlegada\_NumPiezas".



| Fecha    | Cantidad del Operador | Materiales | Piezas Realizadas | Total de Piezas |
|----------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------|
| 01-01-24 | 300                   | 104200     | 92                | 420             |
| 01-02-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-03-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-04-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-05-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-06-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-07-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-08-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-09-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-10-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-11-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-12-24 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-01-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-02-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-03-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-04-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-05-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-06-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-07-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-08-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-09-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-10-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-11-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-12-25 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |
| 01-01-26 | 300                   | 104200     | 32                | 32              |

Imagen 110. Etiqueta de rastreo

### Entrega de materiales.

Cada semana, como parte de [la planificación y programación de maquinado](#), se reciben materiales específicos que son asignados para su procesamiento en el departamento de CNC. Este flujo de materiales debe registrarse en un formato que facilite el seguimiento de cada lote. En dicho formato, se documenta información relevante como la familia o categoría a la que pertenece el lote, lo que permite clasificar los materiales de manera rápida y organizada.

Además, se incluye la orden de compra correspondiente y el código de identificación del lote, elementos que son esenciales para mantener una rastreabilidad precisa y evitar confusiones en los procesos posteriores. En caso de que el material tenga un diámetro específico, este dato también se anota, ya que resulta fundamental para ciertos procesos de maquinado donde las dimensiones influyen en la elección de herramientas y parámetros de corte.

El formato también especifica la cantidad total de piezas que se van a maquinar, el costo unitario de cada pieza y el importe total del lote completo, lo cual es

crucial para el cálculo de costos y la generación de reportes financieros. Estos datos permiten evaluar el valor de los materiales en proceso y contribuyen al control de los presupuestos del proyecto.

Además, se registra el estatus de cada lote, indicando si ya fue entregado al cliente o si aún se encuentra en proceso, lo que ayuda a visualizar el progreso de las órdenes de trabajo y a gestionar los tiempos de producción. Junto con el estatus, se indica la fecha de entrega programada según lo acordado con el cliente, de manera que se puedan coordinar los tiempos de producción y minimizar retrasos. Por último, se incluye la fecha en la que el cliente entregó el lote en la planta, lo cual es un punto de referencia importante para calcular los tiempos de ciclo y mejorar la eficiencia del departamento.

| Órdenes de Compra Sem. 20 |      |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|---------------------------|------|------|------------|----------|------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------------------------|---------------------|
| Familia                   | Item | D.C. | Código     | Diametro | Número de Piezas | Precio Unitario | Importe (\$) | Estatus   | FLUJETH<br>Fecha de entrega | Ejercicios<br>Fecha |
| UNILET                    | 1    |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 2    |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 3    |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 4    |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 5    |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
| Total                     |      |      |            |          | 0                |                 | 0.00         |           |                             |                     |
| ADAPTOR                   | 6    | 3378 | 606163-000 | N/A      | 83               | 5.45            | 452.35       | Entregado | 2024-05-18                  | 2024-05-15          |
|                           | 7    |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 8    |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 9    |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 10   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
| Total                     |      |      |            |          | 83               |                 | 452.35       |           |                             |                     |
| HOOD                      | 11   | 3364 | 809842-001 | 0.750    | 121              | 5.14            | 621.94       | Entregado | 2024-05-14                  | 2024-05-07          |
|                           | 12   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 13   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 14   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 15   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
| Total                     |      |      |            |          | 121              |                 | 621.94       |           |                             |                     |
| MWD                       | 16   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 17   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 18   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 19   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 20   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
| Total                     |      |      |            |          | 0                |                 | 0.00         |           |                             |                     |
| WABTEC                    | 17   | 3362 | 36328      | N/A      | 110              | 5.91            | 650.1        | Entregado | 2024-05-14                  | 2024-05-03          |
|                           | 18   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 19   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 20   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 21   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
| Total                     |      |      |            |          | 110              |                 | 650.10       |           |                             |                     |
| DOVER                     | 21   | 3368 | 5716-5709  | N/A      | 30               | 42.9            | 1287         | Entregado | 2024-05-15                  | 2024-05-08          |
|                           | 19   | 3377 | 5716-5709  | N/A      | 25               | 42.9            | 1072.5       | Entregado | 2024-05-16                  | 2024-05-10          |
|                           | 20   | 3378 | 5716-5709  | N/A      | 40               | 42.9            | 1716         | Entregado | 2024-05-18                  | 2024-05-15          |
|                           | 21   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
|                           | 22   |      |            |          |                  |                 |              |           |                             |                     |
| Total                     |      |      |            |          | 95               |                 | 3075.60      |           |                             |                     |

Imagen 111. Entrega de materiales

Este formato de control incluye un apartado de concentración mensual que permite obtener una visión global de la producción y los ingresos generados en el departamento de CNC. Aunque el registro de producción e ingresos se lleva de forma semanal, este apartado mensual sintetiza toda la información en una sola tabla, indicando el número total de piezas maquinadas durante el mes, junto con el costo total de los lotes proporcionados por el cliente.

Es importante señalar que el cálculo del costo total del trabajo realizado se presenta en moneda estadounidense (dólares). Esto facilita una mejor comunicación y entendimiento con los clientes y permite un control más preciso en términos de rentabilidad y eficiencia de los recursos empleados. La inclusión de este apartado mensual también ayuda a evaluar el desempeño del

|  <p>FUNEDEL<br/>FUNEDU S.A.S. E.C.V.</p> | <p>Departamento de CNC</p> <p>Área de Maquinado</p> <p>Entregas Fycomex</p> |  <p>CNC<br/>COMITÉ NACIONAL DE CONTROL</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Item                                                                                                                      | Nombre                                                                      |                                                                                                                               |
| 1                                                                                                                         | Ezequiel François Carmona                                                   |                                                                                                                               |
| 2                                                                                                                         | Lucia Torres Estrada                                                        |                                                                                                                               |
| 3                                                                                                                         | José de Jesús Cortes Olivares                                               |                                                                                                                               |
| 4                                                                                                                         | Dora Elenora Sánchez                                                        |                                                                                                                               |
| 5                                                                                                                         | Juan Manuel Vázquez                                                         |                                                                                                                               |
| 6                                                                                                                         | Alberto Pineda Hernández                                                    |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
|                                                                                                                           |                                                                             |                                                                                                                               |
| Total de personas                                                                                                         | 6                                                                           |                                                                                                                               |

Imagen 112. Ingreso total mensual por maquinado de piezas

Es indispensable cumplir con las fechas de entrega marcadas, los lotes maquinados se emplean y se les agrega una etiqueta de identificación para que el cliente pueda relacionar fácilmente de que lote se trata, además de un cuadro informativo que indica la información crítica acerca de los defectos que se encontraron al maquinar dicho lote.

[illegible]

*Imagen 113. Cuadro informativo*

## Desarrollo de hojas de operaciones

El desarrollo de las hojas de operaciones ha sido una de las actividades principales, enfocada en la creación de documentos detallados que buscan estandarizar los procesos en el área de maquinado y así cumplir con los requisitos para la certificación bajo la norma ISO 9001. Este proceso de estandarización no solo busca optimizar la producción y asegurar la calidad, sino que también facilita la capacitación de nuevos operadores al proporcionarles una guía clara y precisa de cada procedimiento.

La actividad consiste en observar y documentar con el mayor detalle posible cada una de las fases del maquinado a las que se somete una pieza. Para ello, se analiza cada etapa del proceso, detallando las actividades específicas que realiza el operador, los botones o comandos que deben accionarse, las máquinas en las que puede llevarse a cabo el procedimiento, y las herramientas necesarias en cada paso. Además, se documenta el tiempo requerido para cada actividad, los posibles riesgos asociados con el maquinado de diferentes tipos de piezas, y las situaciones comunes o problemas recurrentes que puedan surgir.

Cada aspecto es registrado de manera precisa para luego ser plasmado en un formato estructurado que cumpla con los estándares de la empresa y los requisitos de calidad de la norma ISO 9001. Esta documentación es importante para asegurar la consistencia en la producción, reducir errores, y mejorar la eficiencia en el departamento de CNC. De esta forma, se busca que las hojas de operación no solo sirvan como una herramienta para la certificación, sino que también contribuyan a la mejora continua de los procesos, garantizando que el conocimiento esté accesible y estandarizado para todos los miembros del equipo.

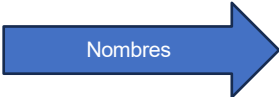
Este documento está sometido a la revisión del gerente del departamento de CNC y de calidad debido a su importancia, si se modifica algún aspecto del formato o se tiene alguna sugerencia para mejorar dicho formato se tiene que informar con el área correspondiente a calidad.

La primera parte del formato requiere información sumamente importante que se muestra a continuación destaca la necesidad de indicar el código, el nombre del programa, el nombre de la fase anterior, la actual y la siguiente y el tipo de aleación con el que se trabaja estos datos se pueden encontrar en el plano de dibujo de cada pieza, en la hoja de estándares y directamente por información verbal que proporcionen los operadores y el gerente.

| Proceso   | Producto |                |        | Máquina |          | Fase     |        |        |           | Material (aleación) |
|-----------|----------|----------------|--------|---------|----------|----------|--------|--------|-----------|---------------------|
|           | Nombre   | Número         |        | Nombre  | Programa | Anterior | Número | Actual | Siguierte |                     |
|           |          | Parte o código | Dibujo |         |          |          |        |        |           |                     |
| Maquinado |          |                |        |         |          |          |        |        |           |                     |

Imagen 114. Hoja de operaciones, Información general.

En la siguiente parte nos indica que herramientas se utilizan para realizar dicha fase, en primera instancia se coloca el nombre de las herramientas y a continuación se colocan diversas imágenes de las mismas herramientas para una fácil identificación.

| Tamaño de la muestra                                                              | Frecuencia |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Herramientas                                                                      |            |
|  |            |
|  |            |

*Imagen 115. Hoja de operaciones, herramientas.*

La siguiente parte del documento consiste en la descripción de las actividades, una vez que se recolecto la información de parte del operador acerca de una fase esta información se discute con el líder de turno o directamente con el gerente de CNC, esto ayuda a determinar si la información proporcionada por el operador y demás involucrados es correcta o se comete un error, debido a que es sumamente común que cada persona tenga una manera determinada de hacer las cosas.

Al momento de escribir estas instrucciones se busca que sean lo mas claras posibles, se hable en tercera persona y se evite el uso de la palabra “NO” por solicitud de la gerencia, esta actividad esta estrechamente relacionada con el [apoyo a los procesos](#), ya que en el apartado mencionado se habla de los procesos realizados, en estas hojas se tiene que resumir como instrucciones claras y precisas.

## Descripción de actividades

Imagen 116.Hoja de operaciones, descripción de actividades

La siguiente parte del formato comparte una estrecha relación con la descripción de actividades, debido a que se proporciona un apoyo visual de las actividades más relevantes durante el proceso, por ejemplo, la posición en la que se debe colocar una pieza o como se debe realizar una actividad con herramienta manual como un machuelado o rebabado de alguna pieza determinada, se debe de agregar el nombre de la imagen y relacionarlo con la descripción de actividades, además de incluir 4 iconos que indican atención visual, revisión visual, riesgo específico y atención auditiva .

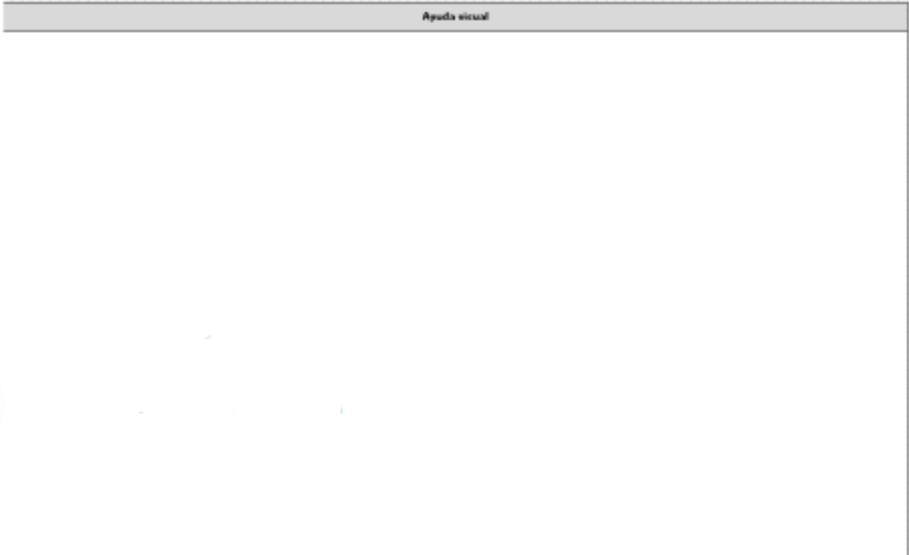


Imagen 117. Hoja de operaciones, ayuda visual a la descripción de actividades.

La siguiente parte del documento consiste en información general acerca de los procesos que realizan los operadores, esta información es la misma para todas las fases sin importar de que pieza se trate.

| Plan de acción para las condiciones fuera de la operación                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                           | Criterios de aceptación de la pieza                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Verificar que se encuentren las herramientas a utilizar en cada inicio de turno, a falta de alguna de ellas informar al jefe inmediato<br>2. Retirar la rebaba de la máquina cuando sea necesario<br>3. Segregar el producto no conforme designado para scrap<br>4. Retirar la rebaba completamente de la pieza |                                                                                                                           | 1. Cumplir con las especificaciones<br>2. Las piezas se encuentran sin defectos internos o externos   |
| Mantenimiento autónomo                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Riesgos generales                                                                                                         | Sustento normativo                                                                                    |
| 1. Comprobar suministro de aire en máquina<br>2. Mantener limpia el área de trabajo<br>3. Revisar que el nivel de refrigerante se encuentre dentro del parámetro                                                                                                                                                   | 1. Ruido<br>2. Tropiezo<br>3. Caída al mismo nivel<br>4. Partículas<br>5. Riesgo ergonómico (periodos prolongados de pie) | NOM-030-STPS-2000. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - funciones y actividades |

Imagen 118. Hoja de operaciones, Consideraciones generales.

La siguiente parte del documento también es de información general, se trata de un diagrama que indica como desarrollar una actividad segura y de calidad, este diagrama es de consideración en todas las actividades físicas que impliquen algún peligro dentro de la planta.



Imagen 119. Hoja de operaciones diagrama de actividades.

Posteriormente se identifican los riesgos específicos, de todas las actividades y se relacionan con la actividad específica y cuáles son los riesgos de desarrollar dicha actividad orientado únicamente al operador.

| Identificación de riesgo específico |        |                       |
|-------------------------------------|--------|-----------------------|
| Número                              | Imagen | Descripción de riesgo |
| Descripción de actividad            |        |                       |
|                                     |        |                       |
|                                     |        |                       |

Imagen 120. Hoja de operaciones riesgos específicos.

Y para finalizar el documento se incluyen los parámetros generales en el trabajo de alguna pieza determinada, tiene una amplia relación con el estándar de producción.

| Tiempos de maquinado |             |          |         |                   |               |
|----------------------|-------------|----------|---------|-------------------|---------------|
| Número de parte      | Terminación | Diámetro | Máquina | Tiempo de proceso | Piezas / Hora |
|                      |             |          |         |                   |               |

| Concentración de refrigerante |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Número de parte               | % Concentración |
|                               |                 |

Imagen 121. Parámetros generales

Esta actividad debe llevarse a cabo de manera reiterada, abarcando todas las fases de fabricación de las diferentes piezas que se maquinan en el departamento de CNC. Es fundamental que se realice con el máximo cuidado, debido a que cada paso del proceso de maquinado es crucial para asegurar la calidad y precisión del producto final. Toda la información solicitada es de suma

importancia para completar adecuadamente el formato, ya que solo con un registro detallado se podrá cumplir con el objetivo primordial: proporcionar una guía clara, precisa y accesible para todo el personal involucrado. Este formato no solo debe ser una referencia confiable, sino que también tiene como fin estandarizar de manera efectiva todos los procedimientos y procesos que se llevan a cabo en la planta, desde la preparación inicial hasta el acabado final de las piezas. La correcta recopilación y organización de los datos permitirá optimizar la eficiencia de las operaciones y garantiza que los resultados obtenidos en cada fase de la producción sean consistentes, cumpliendo siempre con los estándares de calidad requeridos.

## *Resultados*

Este proyecto presenta de manera detallada los resultados obtenidos a partir del proyecto desarrollado en el área de CNC de la empresa FUNHEDI. Dicho proyecto tuvo como propósito principal la implementación de un sistema estructurado de hojas de operación que no solo sirviera como una herramienta para la estandarización de procesos, sino que también facilitara significativamente la capacitación de los operadores y la integración de nuevo personal en la planta.

El desarrollo del proyecto involucró análisis y la elaboración de hojas de operación detalladas que documentan, de manera clara y precisa, los procedimientos específicos asociados con cada proceso productivo dentro del área de CNC. Estas hojas de operación fueron diseñadas como guías prácticas para asegurar que todas las actividades fueran ejecutadas bajo los mismos estándares, promoviendo así la uniformidad y la calidad en los resultados.

Para alcanzar los objetivos planteados, se llevaron a cabo diversas actividades clave. Entre ellas, se destacó la identificación y análisis de los procesos fundamentales del área de CNC, los cuales abarcan desde la preparación del material hasta el acabado final de las piezas maquinadas. Asimismo, se realizó una recopilación rigurosa de información crítica relacionada con el maquinado de piezas, que incluyó parámetros técnicos, tiempos de operación, especificaciones dimensionales, y métodos de trabajo óptimos. Este esfuerzo permitió integrar mejores prácticas dentro de las hojas de operación, alineándolas con las necesidades operativas de la planta y los estándares de calidad exigidos por la empresa y sus clientes.

## Desarrollo de hojas de operaciones

El desarrollo de hojas que especifiquen las actividades de maquinado son de vital importancia para estandarizar los procesos, a su vez la estandarización de procesos sirve para mejorar la eficiencia, calidad y consistencia en las operaciones. Facilita la capacitación al proporcionar guías claras, reduce errores y variabilidad al seguir procedimientos uniformes. También optimiza el uso de recursos, aumenta la satisfacción del cliente mediante productos o servicios consistentes, y facilita la mejora continua al proporcionar una base para evaluar y ajustar procesos.

Es por eso por lo que se destaca la importancia de las hojas de operación dentro de las empresas de este rubro, dentro de los planes de la empresa se busca la certificación bajo la norma ISO 9001:2015. La ISO 9001 exige que las organizaciones establezcan y mantengan procesos documentados. La estandarización asegura que estos procesos sean uniformes y cumplan con los requisitos de la norma.

En el área de CNC de FUNHEDI el proceso de mecanizado se divide por proyectos anteriormente vistos en el desarrollo del documento, a los cuales se les aplica distintos procedimientos para obtener un producto final, a pesar de que varias piezas pueden pertenecer a una misma familia no necesariamente se realizan los mismos procedimientos o en el mismo orden por lo que es importante que exista una guía clara del procedimiento que se va a llevar a cabo.

En primer lugar, el desarrollo de operaciones implicó una amplia investigación, el desarrollo de este procedimiento se indica en el [desarrollo de hojas de operaciones](#).

En total, se estima que deberían existir 95 hojas de operación correspondientes a los diferentes procesos y piezas que se manejan en el área de CNC. Sin embargo, debido a limitaciones de tiempo y otras circunstancias inherentes al desarrollo del proyecto, no fue posible completar la totalidad de estas hojas durante el periodo de implementación. Para proporcionar una visión clara del avance, se presenta una tabla que detalla tanto las hojas de operación que han sido elaboradas como aquellas que aún están pendientes de desarrollo.

Es importante destacar que, aunque el objetivo inicial era cubrir todos los procesos, algunas de las piezas incluidas en la lista tienen una demanda significativamente baja dentro de las operaciones habituales del área de maquinado. Esto implica que no se encuentran con frecuencia en las actividades diarias, lo que, en ciertos casos, ha reducido la urgencia de documentar sus procedimientos específicos.

| HOJAS DE OPERACIÓN DEL ÁREA DE CNC |                     |                  |             |          |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------------|---------------------|------------------|-------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Proyecto                           | Nombre de la pieza  | Número de parte  | Terminación | Diámetro | Fase 01 | Fase 02 | Fase 03 | Fase 04 | Fase 05 | Fase 06 |
| Emerson                            | Unilet              | 502059           | 001         | 0.500    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     |                  | 002         | 0.750    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     |                  | 003         | 1.000    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 502060           | 002         | 0.750    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 503695           | 000         | 1.000    |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Hood                | 609040           | 001         | 1.250    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     |                  | 002         | 1.500    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 609041           | 001         | 1.250    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     |                  | 002         | 1.500    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 609042           | 001         | 0.750    |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     |                  | 002         | 1.000    |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Adaptor             | 606151           | 000         |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 606153           | 000         |          |         |         |         |         |         |         |
| Dover                              | Dover               | 4876-4878        |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 4877-4879        |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 5713-5706        |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 5714-5707        |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 5715-5708        |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | 5716-5709        |             |          |         |         |         |         |         |         |
| MWD                                | Base                | B14075           |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Tapa                | C9207            |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Front plug housing  | 304581           |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Wabtec              | 36328-B          |             |          |         |         |         |         |         |         |
| ALPRO                              | Sarten Ø26          | 10SA20CM         |             | 20 cm    |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Sarten Ø20          | 10SA26CM         |             | 26 cm    |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Budínera Ø26        | 10BA26CM         |             | 26 cm    |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Budínera Ø20        | 10BA20CM         |             | 20 cm    |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Comal cuadrado 25cm | 10CCTG25 CMA     |             | 25 cm    |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Olla Ø26            |                  |             | 26 cm    |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Cazo Ø20            | 10CA20CM         |             | 20 cm    |         |         |         |         |         |         |
| Metal-Art                          | Odun de 5 hélices   | Odun Buro        |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | Odun Mesa        |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Xyla 3 hélices      | Xyla Buro        |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    |                     | Xyla Mesa        |             |          |         |         |         |         |         |         |
| AKRON                              | Válvula Swivel/BSP  | 803177<br>126208 |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Volante             | 721710           |             |          |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Codo                | 710198           |             |          |         |         |         |         |         |         |



Hojas Realizadas



Hojas Pendientes

Primero se presenta la hoja de operaciones del procedimiento “premáquinado” del unilet.

La hoja de operación proporciona una descripción completa y detallada de los datos más relevantes de la pieza, comenzando con información básica como su nombre y la familia a la que pertenece, lo cual permite identificar su clasificación dentro del catálogo de productos fabricados en el área de CNC. Además, especifica en qué máquina debe llevarse a cabo el proceso, la fase del

maquinado en la que se encuentra, y el tipo de material del que está fabricada la pieza, aspectos fundamentales para garantizar que se empleen los parámetros y configuraciones adecuadas durante el trabajo.

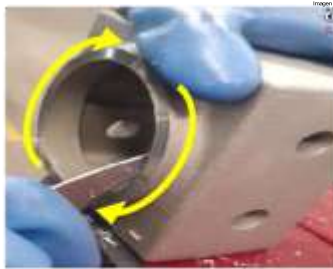
| Departamento de CNC<br>Área de Maquinado<br>Hoja de Operación Estándar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |          |                |        |                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|----------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|------------|
| Proceso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Producto   |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Máquina | Fase     |                |        |                                                                                                                                                                                                                                |              | Material (aleación) |            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nombre     | Parte o código | Dibujo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         | Anterior | Número         | Actual | Siguiente                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |            |
| Maquinado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Unidad     | 502059         | 001<br>002<br>003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 502059  | LT-42    | FTC300L_PREMAQ | N/A    | 01                                                                                                                                                                                                                             | Premaquinado | Inicio              | A-712 ALUM |
| Tamaño de la muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Frecuencia |                | Descripción de actividades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |          |                |        | Ayuda visual                                                                                                                                                                                                                   |              |                     |            |
| Herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Tomar la pieza y sujetarla tanto el interior como el exterior con aire comprimido</li> <li>2. Revisar que la pieza se encuentre libre de defectos que impidan el mecanizado</li> <li>3. Abrir la puerta de la máquina</li> <li>4. Sujetar las mordazas del Chuck</li> <li>5. Presionar el pedal y colocar la pieza en las mordazas abiertas</li> <li>6. Soltar el pedal y verificar que la pieza se sujeta correctamente (Imagen 6)</li> <li>7. Garantizar que la pieza se encuentre fija y asentada de manera óptima (Imagen 7)</li> <li>8. Se cierra la puerta de la máquina y presionar "START" (Imagen 8)</li> <li>9. Ya iniciado el proceso de mecanizado, prestar atención a una situación anormal y detener el proceso (presionar para de emergencia)</li> <li>10. Abrir puertas, sujetar la pieza que se encuentra en las mordazas del Chuck, presionar el pedal y retirar la pieza</li> <li>11. Sujetar la pieza dentro de la máquina, posteriormente colocarla dentro de la caja manga</li> </ul> |         |          |                |        |                                                           |              |                     |            |
|                                                    |            |                | <p>Ciclo: del paso 1 al 10</p> <p>Ciclo: del paso 10 al 17</p> <p>Nota 1: Verificar que las piezas estén libres de rebaba</p> <p>Nota 2: Marcar las piezas con el marcador correspondiente</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |          |                |        |                                                         |              |                     |            |
| Plan de acción para las condiciones fuera de la operación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                | Criterios de aceptación de la pieza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |          |                |        | Mantenimiento autónomo                                                                                                                                                                                                         |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que se encuentren las herramientas a utilizar en cada inicio de turno, a falta de alguna de ellas informar al jefe inmediato</li> <li>2. Retirar la rebaba de la máquina cuando sea necesario</li> <li>3. Segregar el producto no conforme designado para scrap</li> <li>4. Retirar la rebaba completamente de la pieza</li> </ul> |            |                | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Cumplir con las especificaciones</li> <li>2. Las piezas se encuentran sin defectos internos o externos</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |          |                |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar suministro de aire en máquina</li> <li>2. Mantener limpia el área de trabajo</li> <li>3. Revisar que el nivel de refrigerante se encuentre dentro del parámetro</li> </ul> |              |                     |            |
| Riesgos generales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                | Riesgos generales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |          |                |        | Sustento normativo                                                                                                                                                                                                             |              |                     |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Ruido</li> <li>2. Tropiezo</li> <li>3. Caída al mismo nivel</li> <li>4. Partículas</li> <li>5. Riesgo ergonómico (periodos prolongados de pc)</li> </ul>                                                                                                                                                                                     |            |                | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Ruido</li> <li>2. Tropiezo</li> <li>3. Caída al mismo nivel</li> <li>4. Partículas</li> <li>5. Riesgo ergonómico (periodos prolongados de pc)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |          |                |        | <p>NCM-530-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - funciones y actividades.</p>                                                                                                                  |              |                     |            |

Imagen 122. 502059, Pre-maquinado

Asimismo, se incluye una lista exhaustiva de las herramientas necesarias para la realización del proceso. Esta sección no solo menciona el nombre de cada herramienta, sino que también incorpora imágenes que facilitan su identificación rápida y precisa, asegurando que el operador pueda acceder a los recursos correctos sin margen de error. Además, se detalla el procedimiento paso a paso, acompañado de imágenes de apoyo que ilustran visualmente cada acción, lo cual resulta especialmente útil para operadores menos experimentados o en procesos que requieren un alto nivel de precisión. Finalmente, se incluyen consideraciones generales que ofrecen recomendaciones, advertencias, y observaciones importantes para realizar el trabajo de manera eficiente y segura, evitando errores y reduciendo riesgos.

Imagen 123. 502059. Inferior

Imagen 124.502059, Lateral

109

Finalmente, la última hoja de operación de todo este proceso, con estas 4 fases se da por terminado las piezas de unilet remarcando todos y cada uno de los aspectos a tener en consideración al momento de realizar cualquiera de estas 4 actividades.

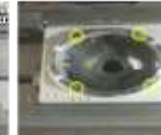
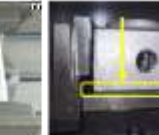
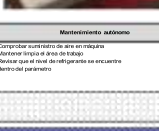
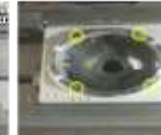
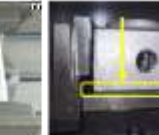
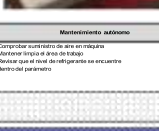
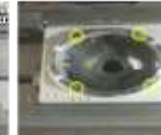
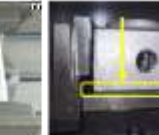
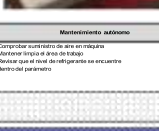
| Departamento de CNC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------|--------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área de Manufactura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| Tipo de Operación: Bateria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| Proceso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Nombre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Parte o código                                                                                                                                                      | Diseño                                                                                                                                         | Número                                                                                                           | Programa                                 | Anterior | Número | Actual | Siguiente |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| Medido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Unid                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 502059                                                                                                                                                              | 02                                                                                                                                             | 02                                                                                                               | 1. UMC 7500 2. VF004 3. FV070 4. U-1000A |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Material (descripción)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A-712 ALUM</td> </tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           | Material (descripción)                                    | A-712 ALUM                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| Material (descripción)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| A-712 ALUM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción de actividades</th> <th>Apoyo visual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>Tomar una pieza a inspeccionar por el material y verificar con una compresión</p> <p>Revisar que la superficie libre de defectos que impacta al mecanizado</p> <p>Atar la parte de la máquina</p> <p>Suplementar la pieza para que esté libre de residuos</p> <p>Colocar la pieza en la prensa de modo que el eje esté en el interior de la prensa, como se muestra en la imagen (Imagen 1)</p> <p>Completar montado de la prensa parcialmente, sujetando la pieza hacia abajo</p> <p>Con el medio de apoyo, girar suavemente sobre la parte de la superficie correspondiente a la pieza (Imagen 2)</p> <p>Tomar de apilar un material de la prensa, validar la posición de la pieza, asegurando que coincida con el tipo de la prensa y está correctamente asentado (Imagen 3)</p> <p>Completar la parte de la máquina, presionar el botón "Start" (Imagen 4), primer paso a una situación normal y volver al proceso (presionar para de emergencia)</p> <p>Ajustar el material, del la parte de la máquina y tener la parte de la prensa</p> <p>Suplementar la pieza dentro de la máquina y colocarla en la caja negra</p> <p>Verificar el material</p> <p>Tomar una pieza de la caja negra y validar el material de todos los barcos laterales de la pieza (Imagen 5)</p> <p>Interior con el material de todos</p> <p>Interior con el material de todos</p> <p>Con el material de 10 UN, introducir el unilet girándolo hasta que tipo en dirección a las manecillas del reloj, entrar girándolo en sentido contrario a las manecillas del reloj (Imagen 6)</p> <p>Con el material de 10 UN, introducir el unilet girándolo hasta que tipo en dirección a las manecillas del reloj, entrar girándolo en sentido contrario a las manecillas del reloj (Imagen 7)</p> <p>Con una lima verde, validar la cuenta superior de la pieza para remover los residuos de material</p> <p>Completar la parte de la máquina, presionar el botón "Start" (Imagen 8), primer paso a una situación normal y volver al proceso (presionar para de emergencia)</p> <p>Validar el material de la cuenta superior con el pago de A-712 (Imagen 9) y validar el material de la cuenta superior con el pago de 10 (Imagen 10)</p> <p>Nota 1: Verificar que las piezas estén libres de residuos</p> <p>Nota 2: Mantener las piezas con el material correspondiente</p> <p>Nota 3: En caso de encontrar un defecto después del mecanizado enviar el número de defecto correspondiente a la pieza</p> <p>Nota 4: Cualquier situación anormal que suceda para contar actividades e informar al líder de turno</p> </td> <td>             </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Plan de acción para las condiciones fuera de la operación</th> <th>Críticas de aceptación de la pieza</th> <th>Mantenimiento autónomo</th> <th>Riesgos generados</th> <th>Suavidad normal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>Verificar que se encuentren las herramientas a utilizar en cada rincón de turno, a falta de alguna de ellas informar al jefe inmediato</p> <p>Reflexionar la calidad de la máquina cuando sea necesario</p> <p>Registrar el problema en el sistema de gestión para su seguimiento</p> <p>Realizar la revisión correspondiente de la pieza</p> </td> <td> <p>Conferir con las especificaciones</p> <p>Las piezas no se encuentran sin defectos internos o externos</p> </td> <td> <p>Comprobar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Verificar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Revisar que el nivel de aceite esté en el punto correcto</p> </td> <td> <p>Ruido</p> <p>Temperatura</p> <p>Cambio de ritmo de trabajo</p> <p>Partículas</p> <p>Riesgos generados: quemaduras, propagación de polvo</p> </td> <td> <p>Normas de seguridad</p> <p>Seguridad personal</p> <p>Seguridad de la máquina</p> <p>Seguridad de la pieza</p> </td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           | Descripción de actividades                                | Apoyo visual                       | <p>Tomar una pieza a inspeccionar por el material y verificar con una compresión</p> <p>Revisar que la superficie libre de defectos que impacta al mecanizado</p> <p>Atar la parte de la máquina</p> <p>Suplementar la pieza para que esté libre de residuos</p> <p>Colocar la pieza en la prensa de modo que el eje esté en el interior de la prensa, como se muestra en la imagen (Imagen 1)</p> <p>Completar montado de la prensa parcialmente, sujetando la pieza hacia abajo</p> <p>Con el medio de apoyo, girar suavemente sobre la parte de la superficie correspondiente a la pieza (Imagen 2)</p> <p>Tomar de apilar un material de la prensa, validar la posición de la pieza, asegurando que coincida con el tipo de la prensa y está correctamente asentado (Imagen 3)</p> <p>Completar la parte de la máquina, presionar el botón "Start" (Imagen 4), primer paso a una situación normal y volver al proceso (presionar para de emergencia)</p> <p>Ajustar el material, del la parte de la máquina y tener la parte de la prensa</p> <p>Suplementar la pieza dentro de la máquina y colocarla en la caja negra</p> <p>Verificar el material</p> <p>Tomar una pieza de la caja negra y validar el material de todos los barcos laterales de la pieza (Imagen 5)</p> <p>Interior con el material de todos</p> <p>Interior con el material de todos</p> <p>Con el material de 10 UN, introducir el unilet girándolo hasta que tipo en dirección a las manecillas del reloj, entrar girándolo en sentido contrario a las manecillas del reloj (Imagen 6)</p> <p>Con el material de 10 UN, introducir el unilet girándolo hasta que tipo en dirección a las manecillas del reloj, entrar girándolo en sentido contrario a las manecillas del reloj (Imagen 7)</p> <p>Con una lima verde, validar la cuenta superior de la pieza para remover los residuos de material</p> <p>Completar la parte de la máquina, presionar el botón "Start" (Imagen 8), primer paso a una situación normal y volver al proceso (presionar para de emergencia)</p> <p>Validar el material de la cuenta superior con el pago de A-712 (Imagen 9) y validar el material de la cuenta superior con el pago de 10 (Imagen 10)</p> <p>Nota 1: Verificar que las piezas estén libres de residuos</p> <p>Nota 2: Mantener las piezas con el material correspondiente</p> <p>Nota 3: En caso de encontrar un defecto después del mecanizado enviar el número de defecto correspondiente a la pieza</p> <p>Nota 4: Cualquier situación anormal que suceda para contar actividades e informar al líder de turno</p> |             | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Plan de acción para las condiciones fuera de la operación</th> <th>Críticas de aceptación de la pieza</th> <th>Mantenimiento autónomo</th> <th>Riesgos generados</th> <th>Suavidad normal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>Verificar que se encuentren las herramientas a utilizar en cada rincón de turno, a falta de alguna de ellas informar al jefe inmediato</p> <p>Reflexionar la calidad de la máquina cuando sea necesario</p> <p>Registrar el problema en el sistema de gestión para su seguimiento</p> <p>Realizar la revisión correspondiente de la pieza</p> </td> <td> <p>Conferir con las especificaciones</p> <p>Las piezas no se encuentran sin defectos internos o externos</p> </td> <td> <p>Comprobar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Verificar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Revisar que el nivel de aceite esté en el punto correcto</p> </td> <td> <p>Ruido</p> <p>Temperatura</p> <p>Cambio de ritmo de trabajo</p> <p>Partículas</p> <p>Riesgos generados: quemaduras, propagación de polvo</p> </td> <td> <p>Normas de seguridad</p> <p>Seguridad personal</p> <p>Seguridad de la máquina</p> <p>Seguridad de la pieza</p> </td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  | Plan de acción para las condiciones fuera de la operación | Críticas de aceptación de la pieza | Mantenimiento autónomo | Riesgos generados | Suavidad normal | <p>Verificar que se encuentren las herramientas a utilizar en cada rincón de turno, a falta de alguna de ellas informar al jefe inmediato</p> <p>Reflexionar la calidad de la máquina cuando sea necesario</p> <p>Registrar el problema en el sistema de gestión para su seguimiento</p> <p>Realizar la revisión correspondiente de la pieza</p> | <p>Conferir con las especificaciones</p> <p>Las piezas no se encuentran sin defectos internos o externos</p> | <p>Comprobar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Verificar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Revisar que el nivel de aceite esté en el punto correcto</p> | <p>Ruido</p> <p>Temperatura</p> <p>Cambio de ritmo de trabajo</p> <p>Partículas</p> <p>Riesgos generados: quemaduras, propagación de polvo</p> | <p>Normas de seguridad</p> <p>Seguridad personal</p> <p>Seguridad de la máquina</p> <p>Seguridad de la pieza</p> |
| Descripción de actividades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Apoyo visual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| <p>Tomar una pieza a inspeccionar por el material y verificar con una compresión</p> <p>Revisar que la superficie libre de defectos que impacta al mecanizado</p> <p>Atar la parte de la máquina</p> <p>Suplementar la pieza para que esté libre de residuos</p> <p>Colocar la pieza en la prensa de modo que el eje esté en el interior de la prensa, como se muestra en la imagen (Imagen 1)</p> <p>Completar montado de la prensa parcialmente, sujetando la pieza hacia abajo</p> <p>Con el medio de apoyo, girar suavemente sobre la parte de la superficie correspondiente a la pieza (Imagen 2)</p> <p>Tomar de apilar un material de la prensa, validar la posición de la pieza, asegurando que coincida con el tipo de la prensa y está correctamente asentado (Imagen 3)</p> <p>Completar la parte de la máquina, presionar el botón "Start" (Imagen 4), primer paso a una situación normal y volver al proceso (presionar para de emergencia)</p> <p>Ajustar el material, del la parte de la máquina y tener la parte de la prensa</p> <p>Suplementar la pieza dentro de la máquina y colocarla en la caja negra</p> <p>Verificar el material</p> <p>Tomar una pieza de la caja negra y validar el material de todos los barcos laterales de la pieza (Imagen 5)</p> <p>Interior con el material de todos</p> <p>Interior con el material de todos</p> <p>Con el material de 10 UN, introducir el unilet girándolo hasta que tipo en dirección a las manecillas del reloj, entrar girándolo en sentido contrario a las manecillas del reloj (Imagen 6)</p> <p>Con el material de 10 UN, introducir el unilet girándolo hasta que tipo en dirección a las manecillas del reloj, entrar girándolo en sentido contrario a las manecillas del reloj (Imagen 7)</p> <p>Con una lima verde, validar la cuenta superior de la pieza para remover los residuos de material</p> <p>Completar la parte de la máquina, presionar el botón "Start" (Imagen 8), primer paso a una situación normal y volver al proceso (presionar para de emergencia)</p> <p>Validar el material de la cuenta superior con el pago de A-712 (Imagen 9) y validar el material de la cuenta superior con el pago de 10 (Imagen 10)</p> <p>Nota 1: Verificar que las piezas estén libres de residuos</p> <p>Nota 2: Mantener las piezas con el material correspondiente</p> <p>Nota 3: En caso de encontrar un defecto después del mecanizado enviar el número de defecto correspondiente a la pieza</p> <p>Nota 4: Cualquier situación anormal que suceda para contar actividades e informar al líder de turno</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Plan de acción para las condiciones fuera de la operación</th> <th>Críticas de aceptación de la pieza</th> <th>Mantenimiento autónomo</th> <th>Riesgos generados</th> <th>Suavidad normal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>Verificar que se encuentren las herramientas a utilizar en cada rincón de turno, a falta de alguna de ellas informar al jefe inmediato</p> <p>Reflexionar la calidad de la máquina cuando sea necesario</p> <p>Registrar el problema en el sistema de gestión para su seguimiento</p> <p>Realizar la revisión correspondiente de la pieza</p> </td> <td> <p>Conferir con las especificaciones</p> <p>Las piezas no se encuentran sin defectos internos o externos</p> </td> <td> <p>Comprobar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Verificar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Revisar que el nivel de aceite esté en el punto correcto</p> </td> <td> <p>Ruido</p> <p>Temperatura</p> <p>Cambio de ritmo de trabajo</p> <p>Partículas</p> <p>Riesgos generados: quemaduras, propagación de polvo</p> </td> <td> <p>Normas de seguridad</p> <p>Seguridad personal</p> <p>Seguridad de la máquina</p> <p>Seguridad de la pieza</p> </td> </tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |                                          |          |        |        |           | Plan de acción para las condiciones fuera de la operación | Críticas de aceptación de la pieza | Mantenimiento autónomo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Riesgos generados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Suavidad normal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Verificar que se encuentren las herramientas a utilizar en cada rincón de turno, a falta de alguna de ellas informar al jefe inmediato</p> <p>Reflexionar la calidad de la máquina cuando sea necesario</p> <p>Registrar el problema en el sistema de gestión para su seguimiento</p> <p>Realizar la revisión correspondiente de la pieza</p> | <p>Conferir con las especificaciones</p> <p>Las piezas no se encuentran sin defectos internos o externos</p> | <p>Comprobar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Verificar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Revisar que el nivel de aceite esté en el punto correcto</p> | <p>Ruido</p> <p>Temperatura</p> <p>Cambio de ritmo de trabajo</p> <p>Partículas</p> <p>Riesgos generados: quemaduras, propagación de polvo</p> | <p>Normas de seguridad</p> <p>Seguridad personal</p> <p>Seguridad de la máquina</p> <p>Seguridad de la pieza</p> |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| Plan de acción para las condiciones fuera de la operación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Críticas de aceptación de la pieza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Mantenimiento autónomo                                                                                                                                              | Riesgos generados                                                                                                                              | Suavidad normal                                                                                                  |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |
| <p>Verificar que se encuentren las herramientas a utilizar en cada rincón de turno, a falta de alguna de ellas informar al jefe inmediato</p> <p>Reflexionar la calidad de la máquina cuando sea necesario</p> <p>Registrar el problema en el sistema de gestión para su seguimiento</p> <p>Realizar la revisión correspondiente de la pieza</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Conferir con las especificaciones</p> <p>Las piezas no se encuentran sin defectos internos o externos</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Comprobar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Verificar el nivel de aceite en la máquina</p> <p>Revisar que el nivel de aceite esté en el punto correcto</p> | <p>Ruido</p> <p>Temperatura</p> <p>Cambio de ritmo de trabajo</p> <p>Partículas</p> <p>Riesgos generados: quemaduras, propagación de polvo</p> | <p>Normas de seguridad</p> <p>Seguridad personal</p> <p>Seguridad de la máquina</p> <p>Seguridad de la pieza</p> |                                          |          |        |        |           |                                                           |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |  |  |  |  |                                                           |                                    |                        |                   |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                |                                                                                                                  |

Imagen 125.502059, Frontal

No fueron las únicas hojas de operaciones realizadas, como lo indica la tabla anterior se llevaron a cabo más hojas sin embargo por políticas de la empresa no

En su totalidad fueron operacion aproximadamente 12 hojas de operacion elaboradas como parte del proyecto, con el proposito de contribuir a la estandarizacion de los procesos dentro del area de CNC. Estas hojas fueron disenadas para abarcar todas las necesidades especificas planteadas por la empresa, proporcionando una base solida para la uniformidad y la eficiencia en los procedimientos.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se enfrentaron diversos retos, entre los que destacaron la mejora continua y las modificaciones necesarias para ajustar las hojas de operacion a los estandares y requerimientos identificados durante su implementacion. Sin embargo, el resultado final ofrece una perspectiva clara y detallada de los procedimientos que se llevan a cabo en el departamento, destacando la importancia de la calidad en cada etapa del proceso, tanto desde el punto de vista interno de la empresa como en su impacto directo en la satisfaccion del cliente.

Estas hojas de operacion ademas tienen como objetivo optimizar la capacitacion de personal nuevo o inexperto dentro de la planta, debido a que los operadores en el area tienen todos como minimo un año de experiencia es dificil saber a ciencia cierta el porcentaje que pueda mejorar el tiempo de capacitacion, sin

embargo, se registró una pequeña mejora en el incremento del estándar por hora de las piezas Unilet y Dover.

Se presenta la comparación entre el estándar de las piezas unilet.

| Proyecto Emerson |             |          |              |         |           |         |           |         |           |         |           |         |           |         |
|------------------|-------------|----------|--------------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| Unilet           |             |          |              |         |           |         |           |         |           |         |           |         |           |         |
| Número de parte  | Terminación | Diametro | Proceso 1    |         | Proceso 2 |         | Proceso 3 |         | Proceso 4 |         | Proceso 5 |         | Proceso 6 |         |
|                  |             |          | Premequinado |         | Inferior  |         | Lateral   |         | Frontal   |         |           |         |           |         |
|                  |             |          | Pzas/hora    | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina |
| 502059           | 001         | 1/2"     | 90           | LT42    | 50        |         | 12        | VF2     | 20        | UMC VF2 |           |         |           |         |
|                  | 002         | 3/4"     |              |         | 57        | FTC 350 | 21        |         | 19        | 760     |           |         |           |         |
|                  | 003         | 1"       | 80           |         | 52        |         | 19        |         | 19        | 1000A   |           |         |           |         |
| Proyecto Emerson |             |          |              |         |           |         |           |         |           |         |           |         |           |         |
| Unilet           |             |          |              |         |           |         |           |         |           |         |           |         |           |         |
| Número de parte  | Terminación | Diametro | Proceso 1    |         | Proceso 2 |         | Proceso 3 |         | Proceso 4 |         | Proceso 5 |         | Proceso 6 |         |
|                  |             |          | Premequinado |         | Inferior  |         | Lateral   |         | Frontal   |         |           |         |           |         |
|                  |             |          | Pzas/hora    | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina |
| 502059           | 001         | 1/2"     | 95           | LT42    | 50        |         | 13        | VF2     | 20        | UMC VF2 |           |         |           |         |
|                  | 002         | 3/4"     |              |         | 58        | FTC 350 | 21        |         | 20        | 760     |           |         |           |         |
|                  | 003         | 1"       | 85           |         | 52        |         | 20        |         | 20        | 1000A   |           |         |           |         |

Imagen 126. Cambio de estándar, Unilet.

Finalmente se presenta la comparación de las piezas Dover.

| Proyecto Emerson |             |          |           |         |           |         |           |                |           |         |           |         |           |         |
|------------------|-------------|----------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|----------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| Unilet           |             |          |           |         |           |         |           |                |           |         |           |         |           |         |
| Número de parte  | Terminación | Diametro | Proceso 1 |         | Proceso 2 |         | Proceso 3 |                | Proceso 4 |         | Proceso 5 |         | Proceso 6 |         |
|                  |             |          |           |         |           |         |           |                |           |         |           |         |           |         |
|                  |             |          | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina        | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina |
| 4876-4878        | -           | -        | 2.5       | VF6     | 11        | VF6     | 7         | VF6<br>UMC 750 | 12        | UMC 750 |           |         |           |         |
| 4877-4879        | -           | -        | 2.5       | VF6     | 3.5       | VF6     | 4.3       | VF6            |           |         |           |         |           |         |
| Proyecto Emerson |             |          |           |         |           |         |           |                |           |         |           |         |           |         |
| Unilet           |             |          |           |         |           |         |           |                |           |         |           |         |           |         |
| Número de parte  | Terminación | Diametro | Proceso 1 |         | Proceso 2 |         | Proceso 3 |                | Proceso 4 |         | Proceso 5 |         | Proceso 6 |         |
|                  |             |          |           |         |           |         |           |                |           |         |           |         |           |         |
|                  |             |          | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina        | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina | Pzas/hora | Máquina |
| 4876-4878        | -           | -        | 2.5       | VF6     | 11        | VF6     | 7         | VF6<br>UMC 750 | 12        | UMC 750 |           |         |           |         |
| 4877-4879        | -           | -        | 3         | VF6     | 3.4       | VF6     | 6         | VF6            |           |         |           |         |           |         |

Imagen 127. Cambio de estándar, Dover

Debido a que, por el momento, no se ha incorporado nuevo personal al área, no ha sido posible evaluar completamente el impacto de las hojas de operación en el proceso de capacitación y adaptación de colaboradores recién integrados. Sin embargo, al implementar estas hojas con el personal actual, se ha observado una notable mejoría en el cumplimiento del estándar de producción, lo que refleja

su efectividad como herramienta de estandarización y mejora continua.

El uso de estas guías ha permitido optimizar ciertos aspectos del desempeño operativo, reduciendo variaciones en los procesos y promoviendo una ejecución más uniforme y precisa. Aunque los resultados iniciales presentan solo una pequeña mejora, se espera que los beneficios sean aún más evidentes cuando se utilicen para integrar a nuevo personal.

### **Capacitación de personal para el área de control de procesos**

Durante el desarrollo de mis estadías profesionales, asumir un rol crucial en la continuidad operativa del área permitió adquirir experiencia dentro de un área administrativa. Tras la renuncia de la ingeniera a mi cargo, tomar la iniciativa de cumplir con parte de sus obligaciones, asegurando la continuidad de los procesos y el cumplimiento de los objetivos del área.

Posteriormente, al integrarse una nueva ingeniera al equipo, ser responsable de su capacitación integral, brindándole todo el conocimiento necesario sobre los procedimientos y estándares del área. Esta experiencia no solo fortaleció mi comprensión de los procesos, sino que también permitió desarrollar habilidades de liderazgo y gestión del conocimiento.

Como parte de la capacitación implicaron distintas actividades las cuales son:

#### **1. Elaboración del concentrado de producción semanal:**

Asumir la responsabilidad de capacitar en la elaboración del concentrado de producción semanal de los colaboradores. Esta actividad implicaba evaluar el desempeño de los operadores en tres aspectos clave: producción, calidad y actitud.

Primero, explicar cómo evaluar si los operadores alcanzaban el estándar de producción establecido. Luego, instruir sobre la verificación de la calidad, asegurando que no se hubieran cometido errores que pudieran dañar herramientas o materiales. Finalmente, detallar el proceso para evaluar la actitud de los operadores, incluyendo su comportamiento general en el taller y la precisión en el llenado de reportes.

Además, capacitar en el uso del formato donde se registraban estos aspectos junto con el total de piezas realizadas en la semana. Todo esto con el objetivo de recopilar información precisa para otorgar el bono de producción a los colaboradores.

#### **2. Elaboración de rol de turnos y organigramas del área:**

Elaboración del horario de los colaboradores y en la creación del organigrama del departamento de CNC. Esta actividad implicaba varias tareas clave, en las cuales brindé la capacitación necesaria:

- **Diseño del Horario Semanal:** Instruir sobre cómo crear un calendario detallado que indicara los turnos de trabajo de cada colaborador, incluyendo horas de inicio y fin, descansos y cualquier asignación especial.
- **Elaboración del Organigrama:** Guiar en la actualización y mantenimiento del organigrama que mostraba la jerarquía y responsabilidades de cada miembro del departamento de CNC, asegurando claridad en las funciones y roles.
- **Comunicación:** Enseñar la importancia de distribuir estos documentos a todos los colaboradores para garantizar que estuvieran informados de sus horarios y responsabilidades, promoviendo así la organización y eficiencia en el área de trabajo.

### **3. Traslado y registro de residuos (Rebaba y desechos):**

El manejo adecuado de los residuos de aluminio y otros residuos generados por el maquinado de piezas y otras actividades como limpieza del taller, así como en el registro semanal del peso de la rebaba generada. Esta actividad implica dos tareas clave, en las cuales brindé la capacitación necesaria:

- **Recolección y Almacenamiento:** Instruir sobre cómo se clasifican los residuos de aluminio y almacenarlos en contenedores designados para su reciclaje o disposición adecuada.
- **Registro Semanal:** Enseñar el proceso de pesar los residuos recolectados con la ayuda del área correspondiente y documentar el peso total cada semana, asegurando un registro preciso y actualizado de manera escrita y en una base de datos digital.

### **4. Manejo y archivo de diferentes formatos físicos del área:**

En el departamento de CNC, se manejan diversos tipos de documentos, como reportes de colaboradores, roles de turno semanales y hojas de validación, entre otros. Asumí la responsabilidad de capacitar en la correcta clasificación y resguardo de estos documentos en un archivo, asegurando que la información crítica esté disponible cuando sea necesaria.

Además, enseñé a manejar un tipo de documento especial: las hojas de rastreo. Estos formatos documentan todo el proceso de maquinado de un lote de piezas y contienen información crucial, como la fecha de recepción, la orden de compra y los procesos realizados hasta el momento. Dado que estos documentos no pueden almacenarse en

formato físico, la instruí en la manera correcta de escanearlos y guardarlos de forma digital.

## **5. Elaboración de reportes de incidencias:**

Elaboración de formatos para documentar cualquier incidencia ocurrida dentro del área, especialmente en casos donde un operador dañara algún equipo, herramienta o producto debido a un mal maquinado. La capacitación incluyó las siguientes tareas específicas:

- Registro de Incidentes: Instruir en la documentación detallada de los hechos del incidente, incluyendo qué sucedió, cómo ocurrió y quién estuvo involucrado.
- Evaluación de Daños: Guiar en la estimación de la pérdida monetaria resultante del daño causado, ya sea en equipos, herramientas o productos, proporcionando una valoración precisa de los costos.
- Generación del Informe: Enseñar la creación de un reporte formal que incluyera toda la información relevante, asegurando que los incidentes fueran registrados oficialmente y que se pudieran tomar medidas correctivas para evitar su repetición.

## **6. Reporte de entregas semanales:**

Capacitar en la tarea de reportar los lotes entregados al cliente cada semana utilizando un formato específico que incluye información clave sobre cada lote. Los tres datos más importantes de este formato son: el costo del maquinado según el tipo de piezas, las fechas de entrada y salida del lote, y el número de piezas maquinadas, con un resumen del costo total al final.

La capacitación incluyó las siguientes actividades principales:

- Recolección de información de los lotes entregados en la semana: Instruir en la recopilación de datos importantes de los lotes utilizando otros formatos conocidos como cuadros informativos y otros documentos relevantes, para integrarlos en la base de datos.
- Comparación de la información: Guiar en la comparación de los datos registrados con el área de logística para asegurar la precisión y consistencia de la información.
- Envío de información: Enseñar a redactar un correo que incluya el formato y la información adicional necesaria para reportar las entregas de la semana al cliente.

## **7. Inventario mensual de productos:**

Capacitar en el proceso de reporte mensual al cliente sobre el producto que aún se encuentra dentro de la planta. Este reporte incluye los datos necesarios para identificar cada lote, tales como el número de piezas, la orden de compra, el tipo de mecanizado, el diámetro y la fecha de entrada. La información es requerida por el cliente de manera mensual.

La capacitación en este proceso incluye:

- **Recolección de la información:** Se muestran los distintos métodos y formatos en los que se pueden obtener la información necesaria.
- **Envío del formato:** Se enseña la manera en la que esta información se envía a el área de logística la cual canalizara esta información para entregársela al cliente

## **8. Clasificación y reemplazo de insumos:**

Capacitar para que adquiera el conocimiento necesario sobre el proceso de reemplazo de herramientas e insumos en el taller. La capacitación incluye los siguientes aspectos:

- **Relleno de la bitácora:** Instruir en cómo llenar la bitácora para registrar todos los detalles relacionados con el reemplazo de herramientas e insumos como puede ser su nombre y tamaño.
- **Procedimiento de recepción de insumos:** Explicar el proceso para recibir los insumos, asegurando que se verifique la cantidad y calidad de estos al momento de la entrega.
- **Entrega de cambios o reemplazos:** Enseñar el procedimiento para entregar los cambios o reemplazos de herramientas e insumos al taller, asegurando que el proceso sea eficiente y claro.
- **Almacenamiento:** Indicar dónde se deben guardar los insumos y herramientas dentro del área, para mantener una organización adecuada y facilitar el acceso cuando sea necesario.

## **9. Piezas de medición:**

Capacitar en el proceso de envío de piezas a un laboratorio de medición, específicamente a la empresa TRECK PLASTICK. Este proceso se realiza porque el cliente requiere un reporte dimensional para verificar que el maquinado de las piezas cumple con los estándares de calidad establecidos. La capacitación incluye:

- **Ubicación de las piezas:** Mostrar a dónde deben llevarse las piezas dentro del corredor industrial para su entrega en el laboratorio.

- Generación del código de identificación: Instruir en la creación del código de identificación para cada pieza, el código incluye el número de parte y la fecha donde se recibe.
- Procedimiento de entrega: Explicar el procedimiento para entregar las piezas al laboratorio, asegurando que se cumplan todos los requisitos para el envío y se mantenga un control adecuado.

#### **10. Formatos de horas extras y pendientes:**

Capacitar a la nueva jefa en la elaboración de registros para horas extras y horas pendientes, cubriendo los siguientes aspectos:

- Instruir sobre qué información debe incluirse en los registros, como la fecha, el número de horas, el motivo de las horas extras o pendientes, y cualquier otro detalle relevante.
- Comunicación con colaboradores: Enseñar cómo proporcionar la información a los colaboradores acerca de la solicitud de horas extras o horas pendientes, asegurando que estén informados sobre el estado de sus solicitudes y cualquier ajuste necesario.
- Mantenimiento del registro: Explicar cómo mantener y actualizar los registros de manera precisa, para garantizar que toda la información esté correctamente documentada y disponible para revisión.

#### **11. Reposición de material de papelería:**

Capacitar a la nueva jefa en el proceso de reemplazo de lapiceros o plumones utilizados en el área, tanto para el personal operativo como para el administrativo. La capacitación incluye:

- Reemplazo de insumos: Instruir sobre el procedimiento para reemplazar lapiceros y plumones, asegurando que se mantenga el suministro adecuado para el personal en ambas áreas.
- Elaboración de etiquetas de identificación: Mostrar cómo elaborar las etiquetas de identificación para cada insumo, especificando la información necesaria para garantizar una correcta identificación y seguimiento.
- Envío al área de calidad: Explicar los medios por los cuales se debe enviar la información y las etiquetas al área de calidad para su impresión, y el proceso para entregar los insumos etiquetados a los colaboradores.

## 12. Solicitud y recepción de agua desmineralizada:

Capacitar a la nueva jefa en el monitoreo y manejo del agua desmineralizada, uno de los insumos más importantes en el área de CNC, utilizado en todos los procesos de maquinado para prevenir la deformación de herramientas o piezas debido a la temperatura y la interacción con distintos materiales. La capacitación incluye:

- **Monitoreo y solicitud del insumo:** Instruir en cómo monitorear los niveles de agua desmineralizada y realizar la solicitud del insumo cuando sea necesario, asegurando un suministro constante para los procesos de maquinado.
- **Recepción del insumo:** Explicar el proceso de recepción del agua desmineralizada, incluyendo el registro de datos en una bitácora y la posterior actualización en una hoja de recepción de producto.
- **Evaluación de pruebas químicas:** Enseñar a evaluar las pruebas químicas que se llevan a cabo los proveedores para comprobar el buen estado del agua desmineralizada recibida, garantizando su calidad para su uso en los procesos de maquinado.

Capacitar a la nueva coordinadora de control de procesos en el área de CNC fue una parte muy importante de mi trabajo. Me aseguré de que comprendiera bien los procesos y tareas claves, como el manejo de insumos, la elaboración de registros y la verificación de calidad. Aunque no fue una tarea fácil aprender todas esas actividades por mi cuenta, fue gratificante transferir esos conocimientos a alguien más, ya que siento que el resultado de mi trabajo se vio reflejado en la confianza y el aprendizaje de la coordinadora al manejar las responsabilidades del área.

Mi papel en este proceso no solo ayudó a mantener el buen funcionamiento del equipo, sino que también me permitió desarrollar mis propias habilidades de comunicación y liderazgo. Al final, la experiencia fue valiosa para ambos y contribuyó a que el área de CNC siguiera operando de manera eficiente.

### *Conclusión*

El proyecto realizado en el área de CNC de FUNHEDI no solo se centró en la estandarización de procesos y la elaboración de hojas de operación, sino que también abarcó una amplia gama de actividades relacionadas con el apoyo operativo, organizativo y de gestión en el área de CNC. Estos aspectos complementarios fortalecieron significativamente los objetivos principales y contribuyeron a una mayor visión sobre la importancia de la mejora continua en el departamento.

La implementación de hojas de operación representó el aspecto más importante del proyecto, proporcionando una guía detallada para estandarizar los procedimientos y asegurar la uniformidad en la producción. Este esfuerzo no solo mejoró un poco el estándar de producción con el personal actual, sino que también estableció una herramienta clave para acelerar la integración y adaptación de futuros colaboradores. La documentación detallada abarcó cada etapa del maquinado, desde la preparación del material hasta el acabado final, incluyendo la identificación de herramientas, parámetros técnicos y consideraciones generales.

Adicionalmente, el proyecto incluyó el apoyo en áreas críticas como el manejo de residuos, un aspecto esencial para garantizar la sostenibilidad ambiental y el cumplimiento de normativas dentro de la planta. Se diseñaron estrategias para mejorar la gestión de desechos generados durante los procesos de maquinado, asegurando su disposición adecuada y reduciendo el impacto ambiental de las operaciones.

En cuanto a la organización interna, se trabajó en el diseño de horarios y organigramas, optimizando la distribución de recursos humanos y asegurando que las operaciones en el área de CNC se ejecutaran de manera eficiente. Estas acciones promovieron una mayor coordinación entre los miembros del equipo y facilitaron la asignación de responsabilidades, lo que contribuyó a un entorno de trabajo más estructurado y productivo.

Por otro lado, la validación de procesos y resultados fue otro aspecto clave abordado durante el proyecto. Esto incluyó el análisis y la comprobación de parámetros clave de fabricación, asegurando que las piezas producidas cumplieran con los estándares de calidad establecidos. La utilización de herramientas de medición y la revisión detallada de las especificaciones garantizó la satisfacción de las expectativas tanto de la empresa como de los clientes.

manera efectiva a las demandas del mercado mientras mantiene altos estándares de calidad y responsabilidad ambiental. Los aprendizajes y avances alcanzados en este proyecto son un ejemplo de cómo una visión integral y un enfoque multidisciplinario pueden generar beneficios significativos en cualquier ámbito productivo.

Todas estas actividades y las demás mencionadas dan una perspectiva sobre lo importante que es controlar los aspectos críticos dentro del departamento de CNC y en toda la empresa en general, es un buen acercamiento a un campo laboral ya que aprendí diversas cosas y pude poner en práctica algunas otras cosas que al momento conocía, adicionalmente se aprende como actuar contra adversidades que son sumamente importantes, se busca la mejor manera de resolver algún problema o desarrollar distintos proyectos teniendo una perspectiva más clara sobre que situaciones podemos encontrar.

Todas las actividades realizadas me han permitido contribuir a la empresa que me dio la oportunidad de aprender y desarrollar distintas habilidades.

### *Competencias desarrolladas y aplicadas*

Las competencias que desarrollé o reforcé dentro de mis prácticas profesionales las relaciono con las materias que cursé durante mi carrera universitaria, las competencias a las que noté un mayor desarrollo.

#### **Manufactura avanzada:**

Durante el desarrollo de sus residencias profesionales, el usuario tuvo la oportunidad de vincular varias situaciones prácticas con los conocimientos adquiridos en su materia de manufactura avanzada. En este contexto, el usuario estuvo en contacto directo con diversos procesos de maquinado que involucraban el uso de máquinas CNC (Control Numérico Computarizado) para llevar a cabo procedimientos complejos. Uno de los aspectos más destacados fue la observación y manipulación de dibujos técnicos de piezas, diseñados mediante el software SolidWorks, una herramienta clave en el diseño industrial. Estos dibujos eran fundamentales, ya que, en varias ocasiones, se requería un conocimiento detallado de las dimensiones y especificaciones de las piezas a fabricar.

Además, el usuario comprendió la importancia del conocimiento profundo acerca de las herramientas necesarias para operar las máquinas CNC, tales como brocas, coronas, cortadores y machuelos, entre otras. También fue esencial el manejo de las herramientas manuales utilizadas por cada operador para realizar ajustes finos y detalles precisos en el proceso de maquinado. Esta experiencia práctica permitió al usuario aplicar directamente los conceptos aprendidos en la materia de manufactura avanzada, donde se abordaba el diseño de piezas utilizando SolidWorks y se simulaban procedimientos utilizando los herramientas adecuados.

Otra competencia crucial que el usuario reforzó durante su estancia fue la interpretación y aplicación de las tolerancias dimensionales, un tema que resulta vital en la precisión y calidad de las piezas manufacturadas. La habilidad para interpretar correctamente estas tolerancias fue indispensable para asegurar que las piezas cumplieran con los estándares de calidad exigidos en el proceso de producción. Así, la combinación de conocimientos teóricos y experiencia práctica consolidó su comprensión y dominio en el campo de la manufactura avanzada.

### **Dibujo asistido por computadora**

El conocimiento adquirido durante el curso de la materia de Dibujo Asistido por Computadora resultó de gran valor y aplicabilidad durante la estancia profesional. Aunque no se tuvo la oportunidad de realizar directamente ningún dibujo o diseño, fue posible trabajar en un entorno donde el contacto con múltiples planos de diferentes piezas era constante y esencial para el desarrollo de las actividades. Esta exposición permitió no solo observar, sino también participar activamente en la lectura e interpretación de estos planos técnicos.

A lo largo de la experiencia, se tuvo la oportunidad de familiarizarse con una variedad de planos que detallaban piezas complejas, cada una con sus especificaciones únicas. La capacidad de interpretar estos planos permitió comprender aspectos críticos como las tolerancias dimensionales, un elemento clave para asegurar que las piezas cumplieran con los requisitos de precisión establecidos. Además, se adquirió un entendimiento profundo sobre la importancia del material indicado en los planos, ya que el tipo de material influye directamente en las propiedades mecánicas y en la calidad del producto final.

Otro aspecto relevante fue la interpretación de la profundidad de los barrenos, los tamaños de las cuerdas y las escalas utilizadas en los planos. Estos elementos son fundamentales para garantizar que las piezas se fabriquen correctamente y que cumplan con las especificaciones técnicas necesarias para su función en el ensamblaje final. La habilidad para interpretar escalas y dimensiones también permitió visualizar cómo las diferentes partes de un producto se integrarían entre sí, asegurando así que el producto final cumpliera con las expectativas de calidad y funcionalidad.

Además, se prestó especial atención a las consideraciones adicionales mencionadas en los planos, como los acabados superficiales, tratamientos térmicos, y cualquier instrucción específica que pudiera afectar el proceso de manufactura o el desempeño del producto final. Esta atención al detalle brindó una perspectiva completa de cómo debe ser el producto final una vez que ha pasado a través de todos los procesos de manufactura, desde el diseño inicial hasta la producción en masa.

El uso constante y el análisis de estos dibujos no solo reforzó la capacidad para interpretar planos técnicos, sino que también proporcionó una comprensión más profunda del proceso de manufactura en su totalidad. Esta experiencia fue invaluable para consolidar las habilidades y conocimientos en el campo de la ingeniería, particularmente en lo que respecta a la traducción de conceptos teóricos en aplicaciones prácticas y tangibles.

### **Desarrollo de competencias directivas**

La formación en competencias gerenciales brindó herramientas esenciales para la gestión efectiva de estas responsabilidades. Los conocimientos adquiridos en esta materia permitieron no solo una administración eficiente de los recursos, sino también una comunicación efectiva con los miembros del equipo, tanto en

el área operativa como en el área administrativa. La habilidad para comunicar de manera clara y asertiva, así como para tratar con personas en diferentes niveles de la organización, fue fundamental para el desempeño en este rol temporal.

Además de las habilidades interpersonales, la formación en desarrollo de competencias gerenciales también facilitó la identificación de áreas de mejora dentro del taller. Esto llevó a la sugerencia de emplear un método para contribuir al orden y la eficiencia en el espacio de trabajo. Este enfoque no solo buscó mejorar la organización del taller, sino que también tuvo como objetivo optimizar los procesos y fomentar un entorno de trabajo más estructurado y productivo.

### **Mantenimiento**

La materia de Mantenimiento fue una de las que más contribuyó a la formación profesional, a pesar de que no se estuvo presente en el área de mantenimiento durante la mayor parte del tiempo en la empresa. Aun así, fue posible observar de cerca la importancia crítica del registro y la planificación de un mantenimiento preventivo para las diversas máquinas dentro del área de CNC.

Aunque la experiencia en el área de mantenimiento fue limitada, se logró comprender el valor de mantener un control riguroso sobre el mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento es esencial para garantizar que las máquinas operen de manera óptima y para prevenir fallas inesperadas que podrían interrumpir el flujo de trabajo y causar pérdidas significativas. A través de la observación, se aprendió que un mantenimiento preventivo bien planificado no solo alarga la vida útil de las máquinas, sino que también asegura la continuidad y eficiencia en los procesos de producción.

Además de la planificación y registro, también se tuvo la oportunidad de presenciar algunos de los procesos específicos de mantenimiento que son fundamentales para el correcto funcionamiento de las máquinas CNC. Entre estos, se destacó la importancia de la limpieza regular y el suministro adecuado de insumos críticos, como el agua desmineralizada y el aceite, que son necesarios para que las máquinas operen sin problemas.

### **Metrología y normalización**

El uso constante de un vernier para validar el maquinado de diversas piezas hizo que la materia de Metrología y Normalización fuera especialmente valiosa para realizar esta actividad de manera satisfactoria. Durante el proceso de maquinado, era necesario medir las piezas de manera precisa y frecuente para detectar cualquier posible falla en tiempo real o para corroborar que el proceso se estaba llevando a cabo correctamente. Esta práctica no solo aseguraba la calidad del trabajo realizado, sino que también prevenía la necesidad de correcciones costosas y tiempo perdido debido a errores no detectados.

El conocimiento adquirido en Metrología y Normalización permitió abordar con confianza la medición y verificación de las piezas maquinadas, una tarea que es esencial en cualquier entorno de manufactura. La precisión en las mediciones es

crucial para garantizar que las piezas cumplan con las especificaciones exactas, lo que, a su vez, influye en la funcionalidad y calidad del producto final. La habilidad para utilizar el vernier con precisión y para interpretar correctamente los resultados de las mediciones fue clave para asegurar que cada etapa del maquinado se realizara conforme a los estándares requeridos.

Además, esta formación resultó igualmente útil para la interpretación y comprensión de los reportes de medición proporcionados por la empresa TRECK PLASTICK, a la cual se enviaban piezas para su evaluación. Estos reportes contenían datos cruciales sobre las dimensiones y tolerancias de las piezas, y gracias a los conocimientos adquiridos en Metrología y Normalización, fue posible entender y analizar estos datos con un alto grado de competencia. Esta capacidad no solo facilitó el aseguramiento de la calidad interna, sino que también mejoró la comunicación y coordinación con proveedores externos, asegurando que todas las piezas cumplieran con los estándares necesarios.

### **Procesos de fabricación**

Finalmente, se logró relacionar lo aprendido durante las estadías con los conocimientos adquiridos en la materia de Procesos de Fabricación. A lo largo de este periodo, se pudo comprender el uso de máquinas para llevar a cabo diversas actividades y procesos de manufactura, así como la importancia del uso de herramientas manuales para pulir y perfeccionar los detalles que las máquinas no podían realizar con la misma precisión.

Durante la estancia en la empresa, se tuvo la oportunidad de observar de cerca el diseño y la fabricación de moldes dentro del área de producción. Aunque no fue posible involucrarse directamente en estas actividades específicas, el acercamiento al proceso permitió interactuar con el ingeniero encargado de la realización de estos moldes. Esta interacción fue invaluable, ya que permitió hacer preguntas clave sobre aspectos técnicos como los lenguajes de operación de la máquina, el tiempo aproximado requerido para el maquinado de los moldes, y el uso de herramientas específicas, especialmente en el caso de trabajar con materiales más duros como el acero en lugar de aluminio.

El contacto con estos procesos subrayó la importancia de combinar la automatización proporcionada por las máquinas con la destreza manual de los operarios. A pesar de que las máquinas CNC y otras tecnologías avanzadas se encargan de gran parte del proceso de fabricación, el uso de herramientas manuales sigue siendo esencial en la industria. El manejo de herramientas como machuelos rectos, cónicos y semicónicos, limas de hierro, manerales, llaves, insertos, entre otros, es fundamental para asegurar que los productos finales cumplan con los estándares de calidad requeridos. Estos instrumentos permiten a los operarios ajustar y perfeccionar los detalles, asegurando la precisión que a menudo no se puede lograr únicamente con la automatización.

Además, este enfoque dual entre la tecnología avanzada y las habilidades manuales refuerza la idea de que, aunque las máquinas juegan un papel crucial en la industria moderna, el esfuerzo humano sigue siendo indispensable en todos

los procedimientos. La experiencia adquirida durante las estadías no solo proporcionó una comprensión más profunda de los procesos de fabricación, sino que también resaltó la importancia de una formación integral que combine tanto la teoría como la práctica.

### **Fuentes de información**

Lasheras Esteban, J. M. (2011). Tecnología mecánica y metrotecnica. Editorial Paraninfo.

Pereira Falcón, J. C. (2010). Procesos de fabricación por arranque de viruta. Editorial Marcombo.

García Criollo, R. (2015). Estudio de trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Editorial Alfaomega.

Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., & Marcia, V. (2020). Control estadístico de calidad. Editorial Reverte.

Oberg, E., Jones, F. D., Horton, H. L., & Ryffel, H. H. (2020). Machinery's Handbook (31st ed.). Industrial Press.

Kanawaty, G. (1996). Introducción al estudio del trabajo. Oficina Internacional del Trabajo (OIT).

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufactura, ingeniería y tecnología* (7.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.