

Diseño de técnicas de mantenimiento para el mecanizado por arranque de viruta de aceros, polímeros y materiales no ferríticos en el taller Gemet SAS.

Autores:

Leivin Alejandro Medina Vasquez

Diego Andrés Calderón Mendoza

**Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención de grado de
Tecnólogo en Logística Empresarial**

Director(a):

Camilo González

Codirector(a):

Edgar Sarabia

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología Logística Empresarial

Barranquilla

2022

**Diseño de técnicas de mantenimiento para el mecanizado por arranque de viruta de
aceros, polímeros y materiales no ferríticos en el taller Gemet SAS.**

Autores:

Leivin Alejandro Medina Vasquez

Diego Andrés Calderón Mendoza

Director(a):

Camilo González

Codirector(a):

Edgar Sarabia

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología Logística Empresarial

Barranquilla

2022

CONTENIDO

ABSTRAC.....	1
RESUMEN.....	2
1.0 INTRODUCCION.....	3
2.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3.0 JUSTIFICACIÓN.....	6
4.0 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
5.0 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	25
5.1 OBJETIVO GENERALES.....	25
5.2 OBJETIVO ESPECIFICOS.....	25
6.0 METODOLOGÍA.....	26
7.0 PLAN DE TRABAJO INICIAL.....	31
7.1 CONCLUSIONES PRELIMINARES.....	35
REFERENCIAS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Severidad: Es el rango de consecuencia si la falla ocurre.....	27
Tabla 2.	Tabla de ocurrencia. Es la probabilidad que la falla ocurra.	29
Tabla 3.	Tabla de detección. Es la probabilidad que la falla sea detectada.....	29
Tabla 4.	Tabla del análisis de fallas de la máquina herramienta torno.	31
Tabla 5.	Tabla del análisis del mantenimiento preventivo máquina herramienta torno...	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rectificadora de superficie. The Tech Goggler (2019).....	8
Figura 2. Torno paralelo. Instituto politecnico nacional, centro de estudios cientificos y tecnologicos. (2008).	10
Figura 3. Torno horizontal. Alcón, A. (2018).....	11
Figura 4. Torno de pértiga. Mecanizados Inter2000 SLU (2019).	12
Figura 5. Torno de roscar. Mecanizados Inter2000 SLU (2019).....	12
Figura 6. Alcón, A. (2018).....	17
Figura 7. Luneta o soporte fijo. Alcón, A. (2018).	20
Figura 8. Soporte o luneta móviles. Alcón, A. (2018).....	20
Figura 1. Rectificadora de superficie. The Tech Goggler (2019).....	8
Figura 2. Torno paralelo. Instituto politecnico nacional, centro de estudios cientificos y tecnologicos. (2008).	10
Figura 3. Torno horizontal. Alcón, A. (2018).....	11
Figura 4. Torno de pértiga. Mecanizados Inter2000 SLU (2019).	12
Figura 5. Torno de roscar. Mecanizados Inter2000 SLU (2019).....	12
Figura 6. Alcón, A. (2018).....	17
Figura 7. Luneta o soporte fijo. Alcón, A. (2018).	20
Figura 8. Soporte o luneta móviles. Alcón, A. (2018).....	20

ABSTRAC

This research work aims to identify failures presented by the horizontal lathe machine tool used for chip removal machining of polymer steel and non-ferritic materials in the GEMET SAS workshop; likewise, to evaluate by an AMEF-P analysis the severity of occurrence and detection of faults within the lathe machine tool, immediately afterwards establishing a maintenance technique for the correction of faults detected in the horizontal lathe and allowing the establishment of an action plan to reduce the risk of occurrence. Therefore, the following question arises: How to bring the lathe machine tool to an optimal level of production?

This is achieved by executing the AMEF-P tool where trained personnel carry out a technical inspection of the lathe machine tool where a series of data is collected and supplied in a format and assigned values that are standardly stipulated in a table, this is how the information on the occurrence, severity and detection is optimized.

As a result of this investigation we found priority numbers of NPR risk in some components of the lathe machine tool very high with high risk of failure and there are also findings of risks, medium failure and low risk of failure.

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo identificar fallas que presenta la máquina herramienta torno horizontal utilizada para el mecanizado de arranque de viruta de acero polímero y materiales no ferríticos en el taller GEMET SAS; asimismo, evaluar por un análisis AMEF-P la severidad de ocurrencia y detección de fallas dentro de la máquina herramienta torno acto seguido establecer técnica de mantenimiento para la corrección de fallas detectadas en el torno horizontal y que permita establecer un plan de acción que disminuya el riesgo de ocurrencia. Por lo cual surge la siguiente pregunta ¿Cómo llevar la máquina herramienta torno a un nivel óptimo de producción?

Esto se logra ejecutando la herramienta AMEF-P donde el personal capacitado realiza una inspección técnica a la máquina herramienta torno donde se recoge una serie de datos y las suministra a un formato y le asigna unos valores que se encuentra estipulado de forma estándar en una tabla, es así como se optimiza la información de la ocurrencia la severidad y detección.

Como resultado de esta investigación encontramos número prioritarios de riesgo NPR en algunos componentes de la máquina herramienta torno muy elevados con alto riesgo de falla y también hay a hallazgos de riesgos, falla media y riesgo de falla baja.

1.0 INTRODUCCION

Las fallas más comunes que podemos encontrar en una máquina de torno horizontal son la vibración, el ruido y el acabado superficial. En esta la vibración por ejemplo es causada por el descentrado, pudiendo ser la causa del ruido presentado, conllevando esto a un mal acabado superficial, las principales piezas que presentan este tipo de fallas son la bancada, el cabezal fijo, contra punto, carro portátil y el cabezal giratorio o Chuck, por lo que los mantenimientos preventivos son de vital importancia para que la maquina trabaje de la mejor manera.

Para mejorar el rendimiento de la maquina se puede implementar el análisis de modo y efecto de falla utilizado (AMEF) para poder así analizar los procesos de manufactura o servicios, lo que facilita en hallar los riesgos que inciden en la calidad del producto ofrecido al cliente. En el AMEF se pueden derivar de causas de daño en la fase de diseño, evalúa cada paso del proceso (producción o servicio) y es usado en el análisis de proceso y transiciones.

EL AMEF es la técnica viable para la implementación de este proyecto donde se encontró una situación anormal en unas de las máquinas de producción máquina herramienta torno al cual presenta fallas que alteran el producto y colocan en alto riesgo al técnico a cargo de su producción

La importancia de este estudio permite ampliar conocimientos referentes a la técnica del AMEF y cómo implementarla y desarrollarla en industria del mecanizado por arranque de viruta exactamente en este caso máquina herramienta torno.

Se complementan todos los conocimientos previos referente a las partes y componentes estructurales que interactúan en el desarrollo mecánico del funcionamiento de una máquina tan compleja como es en este caso la máquina herramienta torno.

Esto conlleva a dar una solución a la problemática presentada que existe en la empresa General Mecánica Técnica S.A.S ubicada en ciudad de Barranquilla dedicada a la fabricación de piezas y componente por arranque de viruta en unas de sus máquinas de producción, exactamente en la máquina herramienta torno donde se aplicará este estudio en este caso particular.

Dentro de la empresa el método AMEF identificará mediante inspección las fallas que presenta la máquina herramienta torno horizontal utilizada para el mecanizado por arranque de viruta de acero, polímero y materiales no ferríticos, asimismo, el presente trabajo

evaluara mediante un análisis AMEF, el grado de severidad, de ocurrencia y detención de fallas dentro de la máquina herramienta torno y cuáles serían las técnicas de mantenimiento para la corrección de fallas detectadas en la máquina herramienta torno horizontal; que permitan establecer un plan de acción que disminuya el riesgo de ocurrencia.

2.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa general mecánica técnica GEMET SAS está dedicada a la fabricación de piezas por arranque de viruta, la cual se ha caracterizado a lo largo de su trayectoria por ser un fabricante óptimo tanto en su calidad y sus tiempos de entrega, no obstante, se ha reflejado en los últimos meses un déficit en las demoras de los procesos de fabricación. La insuficiencia reflejada por la baja calidad de las piezas, han generado una alta preocupación en la presidencia de la compañía, esta problemática tiene su origen en la máquina de mayor producción la cual es la máquina herramienta torno afectando directamente la materia prima, las herramientas y accesorios que interactúan con la máquina en proceso de fabricación averiada con una vida útil muy limitada como lo son el buril y bronca de centrar. Asimismo, ha influido en gasto no pronosticado, compra de material adicional y trabajo de horas extras para suplir la demanda.

Son múltiples los desajustes que tiene la máquina herramienta torno, objeto de análisis del presente estudio, en las cuales se evidencia lo siguiente: poco mantenimiento, rodamiento en mal estado, vibraciones en el tren de engranaje, mandril en deterioro, baja lubricación en la bancada longitudinal como transversal, poca iluminación y buriles de malas calidad como broncas de centrar.

La problemática es generada por el personal a cargo del mantenimiento de las máquinas herramientas (torno) por no haber hecho un mantenimiento preventivo y correctivo, dejando que la maquinaria entrara en una fase desajuste; por tal motivo surge la necesidad de realizar este proyecto que responda la siguiente pregunta problema:

¿Los procedimientos de mantenimiento diseñados permitirán mejorar la eficiencia del mecanizado por arranque de viruta de aceros, polímeros y materiales no ferríticos en la máquina de torno horizontal?

3.0 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocará en el estudio de método AMEF en una máquina herramienta torno, la cual fabrica piezas y componentes por arranque de virutas. En estas máquinas de torno horizontal normalmente se prestan una baja producción asociada cuando existe un desgaste y mal funcionamiento de sus componentes principales que permiten su óptimo desempeño en toda su gama de procedimientos y operaciones a realizar, esta situación conlleva a que las empresas que trabajan con estas máquinas presenten problemas con su cliente en los tiempos de entrega.

Este estudio permitirá que las empresas corrijan todas las dificultades que tenga el torno horizontal y así optimizar costo y tiempo de entrega y cliente satisfecho.

Este trabajo nos permitirá además mostrar cómo se implementa método de análisis de modo y efecto de fallas, como reducir la ocurrencia y severidad y los resultados que este nos arrojará para crear métodos de corrección y mantenimiento.

Este proyecto permitirá profundizar los conocimientos teórico-práctico y analítico, lo que permitirá desarrollar una metodología a seguir cuando estemos en una situación como esta. Por otro lado, En un entorno laboral se tiene la responsabilidad de encontrar respuesta a una situación a la que hace referencia el estudio de investigación.

Este proyecto es de vital importancia en la formación de nuevas generaciones de ingenieros, contribuyendo a fortalecer la capacidad de afrontar situaciones de alta complejidad realizando un debido proceso de mantenimiento preventivo, correctivo y eficaz.

4.0 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A continuación, se definen elementos esenciales que sustentan bases conceptuales fundamentales para la elaboración del proyecto de investigación denominado

Funcionamiento del proceso de mecanizado

El mecanizado es un conjunto de procesos industriales (corte, marcado, prensado, taladrado, etc.) que modifican una materia prima (normalmente metal, pero también puede ser cerámica, madera, plástico, etc.). Forma y tamaño final deseado mediante limado controlado del exceso de material. Planes, E. F. (2016).

Tipos de mecanizado convencional

El mecanizado convencional se divide en dos tipos: el mecanizado por abrasión y el mecanizado por arranque de viruta. Planes, E. F. (2016).

El mecanizado por abrasión: Esmerila la pieza en pequeños incrementos para aflojar las partículas de material (a menudo brillantes) y eliminar el exceso de material. La herramienta. Planes, E. F. (2016).

El mecanizado por arranque de viruta: Se usa para rasgar o cortar material de la pieza para crear desechos, también llamados virutas, y la misma herramienta se usa para separarlo de la pieza. Planes, E. F. (2016).

Funcionamiento de las máquinas herramientas por arranque de viruta

Las máquinas herramienta son máquinas de trabajo destinadas a eliminar virutas y procesar materiales metálicos y no metálicos. Gracias al alto rendimiento y robustez con el que están equipadas las máquinas herramienta modernas, pueden utilizar altas velocidades de corte compatibles con las propiedades del material del que están hechas las herramientas. The Tech Gogger (2019).

Las máquinas herramienta de corte se pueden dividir en dos categorías en función de si el movimiento principal es cortar o avanzar. Máquinas con movimiento lineal como cepilladoras, perfiladoras, rectificadoras, ranuradoras, algunos tipos de cortadoras de engranajes y brochadoras. máquinas con movimiento rotativo y separación de virutas con

herramientas no rotativas como tornos, y máquinas con herramientas rotativas como taladradoras, taladradoras, fresadoras y sierras circulares. The Tech Goggler (2019).



Figura 1. Rectificadora de superficie. The Tech Goggler (2019)

Funcionamiento del proceso de arranque de viruta

El mecanizado por arranque de viruta es uno de los más comunes en la industria. Por ejemplo, se utiliza en el mecanizado de tubos con sierra circular o sierra de cinta. El tamaño de la pieza original determina la forma final y el material sobrante se extrae en forma de virutas. El porcentaje puede variar hasta un 70-90% de la pieza original. Planes, E. F. (2016).

Slu, M. I. (2020) define este proceso como cuando una pieza se forma con una herramienta que consta de múltiples filos o cuchillas que modelan el material en pasadas continuas. Las herramientas más utilizadas para este mecanizado son las fresadoras y los tornos. El proceso comienza con la eliminación imprecisa de una gran parte del material (desbaste) y continúa con un acabado más detallado (acabado). Este proceso no mecanizado se utiliza en el torneado de barras.

Según Planes, E. F. (2016). sus **ventajas** principales son:

- Alta precisión (baja tolerancia)
- Posibilidad de realizar amplia variedad de formas
- No varía la microestructura del material, que conserva sus propiedades mecánicas
- Logra una buena textura en el acabado
- El proceso es fácil de automatizar

- Requiere poco tiempo de preparación
- Se puede hacer con pocas herramientas

Investigar la forma de la viruta, los efectos de diferentes lubricantes y, sobre todo, la fuerza y la velocidad de corte también son importantes para el corte y el mecanizado, y han ayudado a los cortadores de metal a dar saltos exponenciales. En esta historia es importante señalar que el hecho de que los nuevos los materiales, muchos de los cuales son más duraderos, más duros y pesados, que requieren procesamiento mecanizado, fueron de gran importancia en el proceso mecánico. Como resultado, la demanda aumentó día a día. Y eso nos llevó poco a poco a técnicas y herramientas más modernas como: Mecanizado por descarga eléctrica, mecanizado por chorro de agua, mecanizado ultrasónico o mecanizado electroquímico y químico. AMG MetalMecánica (2022).

“En el mecanizado con desprendimiento de viruta la potencia de accionamiento o potencia de salida en el husillo se utiliza predominantemente en la generación de calor ocasionado por la fricción y el proceso de desprendimiento de viruta.” Saenz, Pedro M. (1991).

El origen de la generación del calor en el sistema está dado por los siguientes factores:

- a. Deformaciones elásticas y plásticas del material al producirse el corte, generando un desplazamiento de los átomos de sus posiciones relativas en la red cristalina. Alteración de los enlaces interatómicos del material representado en la formación de grietas que dan lugar al inicio de la creación de viruta deformada y recalcada.
- c. Los fenómenos atómicos descritos en los puntos a y b, junto con la fricción entre la viruta y la superficie de la herramienta que permite la salida del material, son los principales generadores de calor en el. Saenz, Pedro M. (1991).

Arranque de viruta: temperaturas en corte

Como en todos los procesos metalúrgicos que implican deformación plástica, la energía consumida durante el corte se convierte en calor, aumentando la temperatura en la zona de corte.

El aumento de la temperatura es un factor muy importante en el procesamiento, ya que tiene los siguientes efectos negativos importantes: Las temperaturas excesivas reducen la resistencia, dureza, rigidez y resistencia al desgaste de las herramientas de corte. El

dispositivo puede ablandarse y deformarse plásticamente. Por lo tanto, se cambia la forma de la herramienta. El aumento de calor provoca cambios dimensionales en las piezas mecanizadas de forma errática, lo que dificulta el control de la precisión dimensional y las tolerancias. El aumento excesivo de la temperatura puede causar daños térmicos y cambios metalúrgicos en las superficies maquinadas, afectando negativamente sus propiedades. The Tech Goggler (2019).

Proceso de funcionamiento del torno paralelo

Un torno paralelo, o torno mecánico, es un tipo de torno que evolucionó a partir de tornos más antiguos cuando se incorporaron nuevos equipos que convirtieron a la en una de las máquinas herramienta más importantes jamás construidas. Sin embargo, este tipo de torno queda ahora relegado a una tarea menor en los talleres de formación y mantenimiento para trabajos puntuales o especiales. Instituto politécnico nacional (2008).

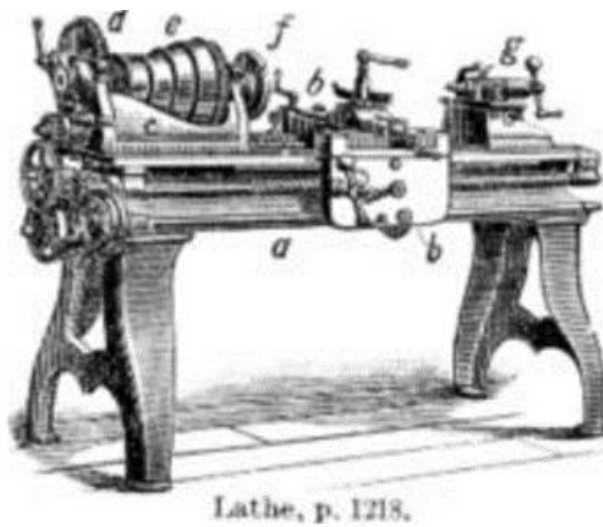


Figura 2. Torno paralelo. Instituto politecnico nacional, centro de estudios científicos y tecnologicos. (2008).

Los tornos paralelos tienen solo dos ejes de trabajo (Z y X), con un carro que mueve la herramienta a lo largo de la pieza para torneado cilíndrico, y un carro transversal que se mueve perpendicular al eje. Es una máquina que trabaja sobre una superficie plana porque se mueve. Simetría de obras, sobre este carro se realiza una operación denominada nivelación. Hay un tercer carro giratorio manual montado llamado Charriot, montado sobre guías transversales. Este tipo de torno se caracteriza por la capacidad de realizar todo tipo de

torneado como y herramientas que se pueden intercambiar y arreglar de diferentes maneras. Instituto politécnico nacional (2008).

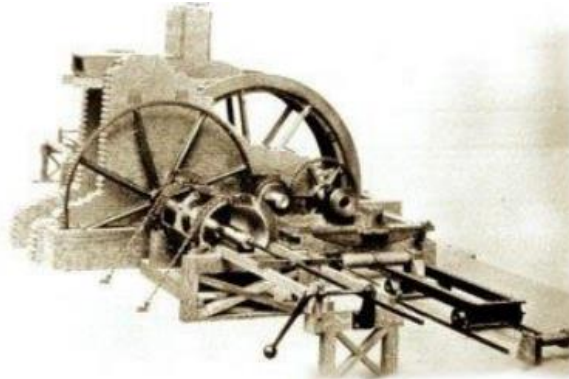


Figura 3. Torno horizontal. Alcón, A. (2018).

Empleo de líquidos refrigerantes

Los refrigerantes lubricantes se utilizan principalmente para eliminar el calor de las herramientas de corte. Reducen la temperatura en la zona de trabajo, aumentando así la resistencia de la herramienta, mejorando la calidad de la superficie tratada y protegiendo las herramientas de corte y las piezas de trabajo de la corrosión. El refrigerante tiene los siguientes requisitos: Altas propiedades refrigerantes y lubricantes, resistencia a la corrosión, asegurando unas correctas condiciones sanitarias e higiénicas de trabajo. Además, estos líquidos no deben atacar las pinturas y los revestimientos de pintura de las máquinas herramienta, no deben descomponerse en etapas individuales durante el proceso de trabajo, deben ser resistentes a la contaminación bacteriana, etc. *Arukasi (2011)*.

Evolución histórica del proceso de mecanizado por arranque de viruta

Desde hace mucho tiempo el ser humano ha venido creando utensilios con los cuales sea posible esforzarse menos y al mismo tiempo que permitan crear mejores herramientas y evolucionar a través del tiempo, en la búsqueda de obtener información de la historia de la máquina herramienta torno desde sus inicios hasta la actualidad; encontramos que va desde la edad de piedra hasta la edad de hierro. En ese espacio de tiempo se han creado máquinas herramientas relacionadas con el grado de automatización que es el más primitivo. esto es para tornos utilizado alrededor de 1000 y 850 a. C., esta era una máquina tosca utilizado por

los etruscos para hacer cuencos. Por tal motivo el torno es uno de ellos. Amor Alcón, Gonzalo (2018).

Los primeros materiales trabajados fueron la piedra y la madera. Son por tanto los primeros materiales mecanizados. Existe evidencia arqueológica de que los egipcios utilizaron un mecanismo giratorio de varillas y cuerdas para la excavación. Se hicieron intentos posteriores para aplicar los procesos desarrollados para cortar materiales como la madera para formar piezas metálicas. El torno de pértiga, inventado en 1250, fue una de las primeras máquinas para cortar metales. Slu, M. I. (2019).

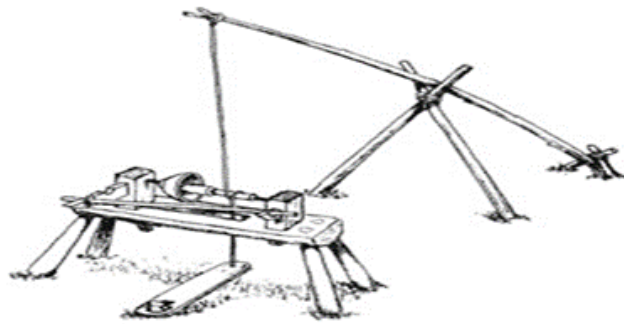


Figura 4. Torno de pértiga. Mecanizados Inter2000 SLU (2019).

A principios del siglo XV se construyeron tornos con accionamiento por correa y manivela, más tarde tornos de tornillo (Leonardo da Vinci) y cepilladoras 1550 (Markus Lobsinger), marcando la pauta para la validación de máquinas herramienta. Slu, M. I. (2019).

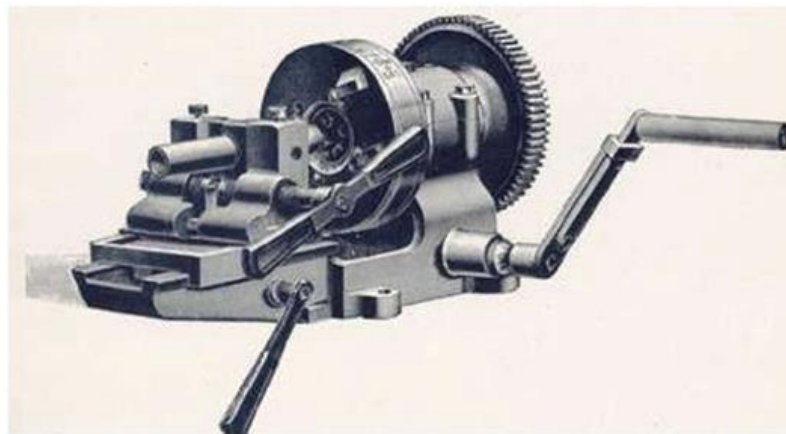


Figura 5. Torno de roscar. Mecanizados Inter2000 SLU (2019).

A principios del siglo XV se construyeron tornos con accionamiento por correa y manivela, más tarde tornos de tornillo (Leonardo da Vinci) y cepilladoras 1550 (Markus Lobsinger), marcando la pauta para la validación de máquinas herramienta. Slu, M. I. (2019).

El torno es una maquina bastante útil y antigua que surge de la necesidad de desarrollar y dar forma a utensilios, herramientas, adornos de madera y hueso. Según Tamar industries (2020) Es una herramienta que se cree que fue creada por los antiguos egipcios en el año 1300 a. Es conocida como la madre de las máquinas herramienta, ya que fue la primera máquina herramienta que dio lugar a la invención de otras máquinas herramienta.

Según kamperidou Vasilikia (2020) El torno también fue utilizado por artesanos que fabricaban poleas, juntas, carruajes, conectores, utensilios de cobre, yunques, campanas, etc. Desde el siglo IV hasta el VII, hay evidencia que muestra el torno en Inglaterra, mientras que en 1180 según los datos el primer gremio de torneros se estableció en Colonia (Alemania) (RETTIE, 2009).

No obstante, pasó mucho tiempo para que se logrará consolidar un avance significativo en el campo de esta herramienta. A finales del siglo XVIII hasta todo el siglo XIX. Empezaron actualizaciones de las máquinas y el desarrollo de otras nuevas con función de trabajo automatizado. El objetivo principal fue la implementación de la máquina. Una fábrica que agiliza la producción y aumenta la producción, Por ejemplo, el concepto de piezas reemplazables. Amor Alcón, Gonzalo (2018).

En año de 1850 Así, el inglés Joseph Whitworth perfeccionó el torno paralelo. Además, Whitworth es quién desarrolló el sistema de enhebrado que tiene su nombre y está basado en la pulgada. Los norteamericanos perfeccionaron el torno Whitworth a través de la fusión, la caja de cambios Norton sigue vigente hoy. Luis Schwab (2011)

Alrededor de 1865 según Luis Schwab (2011) después de muchos intentos fallidos debido a la imposibilidad de obtener las tolerancias adecuadas al procesar los cilindros en escariadores en ese momento para fabricar armas de fuego, se construyó una nueva broca de expansión tecnológicamente avanzada, debido a su alta precisión con esta máquina herramienta, que está equipada con un ingenioso y portátil cabezal giratorio. Las máquinas fueron creadas originalmente para herramientas de madera, pero se usaron después por

materiales ferrosos para mayor utilidad. Así nacieron las máquinas herramienta tales como: torno completamente mecánico.

Más adelante de 1897 Maudslay “creó un torno para cilindrar que denotó una nueva era en la fabricación de máquinas herramientas, con altísima precisión, realizado en una estructura totalmente metálica y rígida.” Luis Schwab (2011)

En el año de 1895 Taylor incorpora a unos aceros Mushet un porcentual de tungsteno logrando, luego del temple, que esta herramienta no pierda su filo al ser sometida a condiciones extremas, trabajando en forma muy rápida. Por ello se les nombró aceros rápidos. Este fue un gran descubrimiento y quizás el más importante a finales del siglo XIX, en el rubro metalmeccánico a nivel mundial. Luis Schwab (2011), más adelante en 1908 aparecen los motores de corriente continua fabricados en pequeña escala reemplazando a las máquinas de vapor. Esto provoca un avance significativo en la fabricación de las herramientas y máquinas herramientas. Luis Schwab (2011)

Hebert demostró en 1926 que la formación de virutas está relacionada con el proceso de corte. En 1930, la empresa alemana Krupp comenzó a fabricar herramientas hechas de carburo cementado o carburo cementado. Fue la primera herramienta diseñada y fabricada para mecanizar piezas. A fines del siglo XIX, el francés Henri Moissan produjo carburo cementado, pero su importancia técnica y popularidad no se reconocieron hasta 20 años después. Slu, M. I. (2019).

En 1955 se utilizaron las primeras herramientas recubiertas de cerámica. La mayoría de las máquinas herramienta convencionales que se utilizan hoy en día en los talleres de mecanizado corresponden al mismo diseño básico que las versiones desarrolladas para el mecanizado durante los últimos dos siglos. El desarrollo de las computadoras hizo posible la fabricación de máquinas herramienta de control numérico de precisión y, en la década de 1950, las máquinas herramienta de control numérico, CNC, se desarrollaron como centros de mecanizado capaces de varios procesos de corte. Slu, M. I. (2019).

Según Luis Schwab (2011) En el año de 1927 en la feria de Leipzig (Alemania) en 1927 se presenta una herramienta deslumbrante para el mundo entero. La firma Krupp Widia Factory hace demostraciones con un nuevo material denominado “hardmetal”. Herramienta que dará la vuelta al mundo con esa denominación; más tarde en 1945 Después del gran pleito mundial, entre 1945 y 1955, se produjo el mayor desarrollo de las máquinas

herramientas en el siglo XX, porque a su avance natural hay que adicionarle la llegada de la electrónica. Se desarrollan tecnologías como: el control numérico “CN” mejorando notoriamente las mediciones de tolerancias a obtener de esas máquinas y luego el control numérico computarizado “CNC” que se acopla a las máquinas y las herramientas; AUTOCAD (para el dibujo y diseño de las piezas); CAD; CAD/CAM y nuevos programas que en, la actualidad, permiten manejar las máquinas desde una simple computadora ubicada en una oficina. Luis Schwab (2011)

Después de esta primera revolución industrial, las máquinas herramienta comenzaron a mostrar la destreza que caracteriza a los humanos y los reemplazó en cierta forma, creando maquinas monocíclicas semiautomática con avance automático, hoy en día muchas de estas máquinas herramientas todavía existen y todavía se utilizan en la actualidad. Amor Alcón, Gonzalo (2018).

La creación de diferentes herramientas ha ayudado a la humanidad entera, este ha significado un avance importante en la evolución industrial y Colombia no ha sido la excepción. Es un país con una cantidad de tornos significativa, en este punto se hace relevante hablar un poco de COLMAQ, una empresa colombiana que fue fundada en 1972 por un ingeniero español en sociedad con Zubal de España, atraídos por el mercado y las condiciones arancelarias del Pacto Andino, la cual inicia con una producción de tornos paralelo de uso universal y algunos taladros y fresadores que se utilizan para trabajar toda clase de piezas de metal con superficies redondas. Liliana Jaramillo (1982)

No obstante, en su crecimiento tuvieron muchos inconvenientes, sin embargo, a partir de 1977 se incrementó su productividad, comenzó a crecer a una tasa del 23% en promedio, llegando en 1980 a su nivel más alto: 14 tornos por trabajador. Durante los primeros siete meses del presente año 1981, la productividad fue de 11 tornos por trabajador ya que produjo 219 tornos con un promedio de 20 obreros. Liliana Jaramillo

Durante el siglo XX, considerábamos principalmente al acero, sus aleaciones y sus combinaciones como los materiales más utilizados en la industria en general y en la metalurgia en particular para el mecanizado a escala mundial. Ahora hay varios estudios que confirman que esta tendencia cambiará rápidamente en los próximos años, con nuevos compuestos y aleaciones de nuevos materiales que cambiarán fundamentalmente el

panorama del mecanizado. Materiales como el titanio, el manganeso, el aluminio o las aleaciones de platino, y sus combinaciones y derivados, por mencionar algunos, están conquistando el mercado y mezclándose con materiales ya utilizados para el mecanizado convencional. Los fabricantes de herramientas están introduciendo herramientas de corte fabricadas con nuevos compuestos, como microesferas, compuestos cerámicos, nuevos recubrimientos y sistemas de recubrimiento, lo que lleva a diseños de herramientas de corte verdaderamente novedosos. Las partículas finas son un nuevo tipo de metal duro que es más fino y sofisticado de lo que se conocía anteriormente. Este es un carburo cementado con rectificado ultrasónico que le permite obtener el tamaño de grano óptimo y desarrollar diseños y geometrías inesperadas de herramientas de corte. Ejemplos destacados son los pequeños taladros y las fresas que se utilizan en la nanotecnología. Están diseñados y fabricados para trabajar con diámetros de hasta 0,02 mm, impensables hace cinco años. Luis Schvab (2011)

Observando la importancia y el impacto del torno un poco más cerca de nuestro contexto social encontramos en la ciudad de Barranquilla en el barrio el Boliche según el periódico el Heraldo (2015) una mina de oro tanto en los múltiples tornos que existen como en los conocimientos y destrezas que han ido desarrollando en este lugar.

Actualmente, en el proceso de mecanizado general, se investigan en profundidad propiedades como las fuerzas de corte y los materiales de las herramientas que mejoran la productividad del proceso manteniendo la calidad de mecanizado requerida, y el corte en la vibración de la máquina herramienta, determina la potencia y determina su relación. Entre los mecanismos de desgaste de herramientas y las condiciones de corte, y herramientas diseñadas que reducen las tolerancias dimensionales y mejoran las condiciones de mecanizado para materiales y compuestos con altas propiedades mecánicas. Slu, M. I. (2019).

Componentes principales de la máquina de torno

Bancada

La bancada es el elemento principal de esta máquina herramienta y está fabricada en fundición o hierro colado. tiene guías prismáticas paralelas en la parte superior, de ahí el nombre. Además, su principal característica es que actúa como guía de los carruseles y

contrapuntos. Esta parte del torno está maquinada, templada y rectificada para obtener la mayor precisión y durabilidad posibles. Algunas bancadas de torno tienen piezas que se pueden quitar o desarmar, especialmente al lado del cabezal fijo del torno. Esta parte de levantarse de la cama generalmente se llama "Escote". Algunos mini tornos no tienen recortes, pero la mayoría de los tornos sí. Esta función amplía las capacidades de torneado o torneado del torno, permitiéndole torner o mecanizar piezas que exceden el diámetro o la capacidad de la bancada en condiciones normales. (Mario 2020)

La bancada del torno es una pieza maciza, la que soporta todos los componentes de la máquina herramienta. Si te fijas bien en este elemento parece que es de fundición maciza pero no lo es, es hueco por dentro y tiene nervaduras o Tiene nervaduras que dotan a la máquina de ligereza a la vez que le otorgan solidez y solidez. (Mario 2020)



Figura 6. Alcón, A. (2018).

Cabezal fijo

El cabezal fijo del torno paralelo universal es una caja de hierro fundido unida a la bancada con tornillos en el lado izquierdo. Dentro del cabezal hay muchos elementos como ejes estriados, engranajes, cadenas, embragues, mecanismos inversores, bombas de lubricación, cojinetes y quizás la parte más importante, el husillo. Husillo de torno de cabezal fijo El husillo de torno es un eje hueco que va a la izquierda y a la derecha del cabezal. Por ejemplo, pasar una barra que necesita ser girada. Su interior está ahusado con un cono Morse estándar. El diámetro máximo del cono Morse está en el extremo donde se coloca el plato, mandril o plato giratorio. En él se suele alojar un manguito cónico y se ubica el punto de fijación del torno. Es decir, el punto que termina en un ángulo de 60° (Mario 2020).

La parte exterior del husillo consta de un acoplamiento, un chavetero y una rosca que alberga los cojinetes y las tuercas para permitir un movimiento giratorio continuo y sin holguras de esta máquina. El extremo que sobresale del cabezal contiene un acoplamiento que permite el posicionamiento preciso de una placa, mandril o copa giratoria. Este elemento, al igual que otras partes del cabezal del torno, generalmente está hecho de acero especial, acero aleado, templado y pulido para garantizar la durabilidad, calidad y precisión del torno. (Mario 2020).

Contra punto

A diferencia del cabezal fijo de un torno, es un elemento móvil. Ubicado en el lado derecho del torno, puede deslizarse o deslizarse en toda la longitud de la bancada de la máquina. Su función principal es, entre otras, servir como soporte de rotación y perforación. Como la mayor parte de la superestructura del torno, está hecha de hierro fundido y consta principalmente de dos partes principales: el cuerpo y los anclajes que sostienen el contrapunto del torno y lo aseguran a la bancada de la máquina. (Mario 2020)

En las piezas del cuerpo del contrapunto del torno el elemento móvil, el husillo del contrapunto, es cilíndrico por fuera y cónico por dentro. El cono interno está normalizado, generalmente estándar Morse. El diseño cónico permite un emparejamiento rápido y fácil con accesorios almacenados internamente como: B.: Punta giratoria fija o móvil y portabrocas. En el extremo opuesto del husillo hay una tuerca que hace avanzar o retroceder este elemento. El material con el que está fabricado es acero aleado, templado y rectificado. Algunos husillos tienen una escala estampada en el cuerpo, ya sea en milímetros o pulgadas, un aspecto muy importante. (Mario 2020)

Es importante mencionar el tornillo del contrapunto. Es un elemento fijo que hace avanzar o retroceder el husillo. Suele fabricarse con un tornillo trapezoidal a la izquierda y también se une al volante mediante una llave y una tuerca cónica. o pin. Al igual que el husillo, está fabricado en acero aleado. (Mario 2020).

Carro portátil

Consta de un carro principal que genera el movimiento axial de la herramienta. y una corredera transversal que se desliza lateralmente en dirección radial sobre la corredera principal. Los tornos paralelos también tienen un carro superior ajustable y constan de tres

partes: base, carro y torreta de herramientas. Su base está sostenida por una plataforma giratoria y puede orientarse en cualquier dirección. Ramírez, D. (2015).

Cabezal giratorio o chuck

Su función es sujetar la pieza a mecanizar. Existe una variedad, como el chuck independiente de cuatro mordazas o el universal, mayormente empleado en el taller mecánico, al igual que hay chuck's magnéticos y de seis mordazas. Ramírez, D. (2015).

Plato de sujeción de garras universal

Según Ramírez, D. (2015). Esta es la herramienta que sujeta la pieza en el cabezal y transmite el movimiento.

Plato de sujeción de garras blandas

Su función es sujetar la pieza de trabajo en el cabezal por medio de una superficie ya acabada. Son mecanizadas para un diámetro específico no siendo válidas para otros. Ramírez, D. (2015).

Centros o puntos

Los puntos en un torno, también llamados centros, forman parte de los equipos auxiliares de los tornos industriales y son herramientas destinadas a soportar la base durante las operaciones de torneado. También según Ramírez, D. (2015). soportan la pieza de trabajo en el cabezal y en la contrapunta.

Perno de arrastre

“Se fija en el plato de torno y en la pieza de trabajo y le transmite el movimiento a la pieza cuando está montada entre centros”. Ramírez, D. (2015).

Luneta o soporte fijo

“Soporta el extremo extendido de la pieza de trabajo cuando no puede usarse la contrapunta”. Ramírez, D. (2015).



Figura 7. Luneta o soporte fijo. Alcón, A. (2018).

Soporte o luneta móviles:

“Se monta en el carro y permite soportar piezas de trabajo largas cerca del punto de corte”.
Ramírez, D. (2015).



Figura 8. Soporte o luneta móviles. Alcón, A. (2018).

Plato de arrastre

“para amarrar piezas de difícil sujeción”. Ramírez, D. (2015).

Plato de garras independientes

“Tiene 4 garras que actúan de forma independiente unas de otras”. Ramírez, D. (2015).

Puesta a punto

La puesta a punto es un paso en el desarrollo y la fabricación de herramientas en el que las herramientas se unen primero a la prensa para hacer el primer intento de fabricar la pieza. En el mismo proceso de ajuste, la herramienta de moldeo se ajusta extensa y precisamente.

Esta personalización es un paso largo, costoso e importante para determinar con éxito la producción de un instrumento de calidad. Debido a que el trabajo de depuración y ajuste es inevitable en el instrumento, cada ciclo de depuración realizado ofrece una ventaja directa de tiempo y costo. Cualquier mejora en la eficiencia de los componentes durante la instalación aumentará automáticamente la competitividad de la empresa. Edelsa (1998)

En la práctica, estos ciclos de corrección generalmente no son posibles cuando se usa el principio de prueba y error actual. El modelado es ahora una parte integral del conjunto de herramientas. El éxito está asegurado por un enfoque sistemático, que no está limitado por los límites de departamentos funcionales separados. Por lo tanto, la fabricación exitosa de herramientas se basa en resultados de simulación confiables que se evalúan cuidadosamente y conducen a una reducción significativa en la cantidad de ciclos de corrección. Edelsa (1998).

Mecanizado

Existen diferentes tipos de mecanizado: rectificado, arranque de viruta, chorro de agua, electroquímico o electroerosión... La palabra ya nos da una respuesta aproximada a su significado. Slu, MI (2020). El mecanizado consiste en la evolución de producción ya conformado de una estancia en una cerámica de mecanizado y engloba un montón de operaciones de variación de una disciplina prima (habitualmente cierto pollo de metal, no obstante aún plásticos y madera) a través de la apartamiento y supresión del material. Hemos comentado las diversas modalidades de mecanizado no obstante la conformación de piezas metálicas más extendida es por abrasión, sin arrebatado de tabla y mecanizado por arrebatado de tabla. Slu, MI (2020).

También encontramos el mecanizado por abrasión la cual consiste en la eliminación de material por desgaste de pequeñas cantidades de materia prima, provocando a menudo la separación de partículas de material incandescente. La herramienta utilizada es la llamada piedra de afilar o piedra de afilar. Slu, MI (2020).

Ventajas del Pulido: La precisión y acabado obtenido es muy bueno.

Desventajas de la molienda: Tiempo de producción muy largo. Slu, MI (2020).

Mecanizado por arranque de viruta

En el mecanizado por arranque de viruta, una pieza se forma con una herramienta que consta de múltiples filos o cuchillas que modelan el material en pasadas continuas. Las herramientas más utilizadas para este mecanizado son las fresadoras y los tornos. El proceso comienza con la eliminación imprecisa de una gran parte del material (desbaste) y continúa con un acabado más detallado (acabado). Este proceso no mecanizado se utiliza en el torneado de barras. Ventajas del mecanizado: El tiempo de mecanizado para es más corto que el rectificado. Desventajas del mecanizado por arranque de viruta: existe una limitación física de que, en algún momento, la herramienta no tendrá suficiente fuerza para penetrar la pieza y, por lo tanto, no eliminará todo el material requerido. El mecanizado de piezas también se puede clasificar por el tipo de herramienta utilizada. Slu, MI (2020). En conclusión, el mecanizado por arranque de viruta es el proceso de usar una herramienta para eliminar o cortar material de una pieza y usar la misma herramienta para crear un exceso de material que se separa de la pieza. Planes, E. F. (2019).

Acero

El acero es una fundición hecha de hierro con típicamente unas pocas décimas de una medida de mina para enmendar su pomposidad y cuajo a la fractura en imagen con otras formas de rejón. Muchos otros principios pueden aproximarse presentes ya añadidos. Los aceros inoxidables que son resistentes a la oxidación y la corrosión normalmente necesitan un 11 % adicional de cromo. Debido a su alta resistencia y bajo costo, el acero se usa en edificios, infraestructura, herramientas, barcos, trenes, automóviles, equipos eléctricos y armas. El hierro es el principal metal del acero. Sabhadiya, J. (2021).

Dependiendo de la temperatura, puede tomar dos formas cristalinas (formas alotrópicas): el centro del cuerpo cúbico y el centro de la cara cúbico. La interacción de los alotropos de hierro con el principal elemento de aleación, el carbono, otorga al acero y al hierro una serie de propiedades únicas. Sabhadiya, J. (2021).

Polímeros sintéticos

Los polímeros sintéticos se producen en varios tipos de reacciones. Muchos hidrocarburos simples, como el etileno y el propileno, se pueden convertir en polímeros agregando un monómero a la cadena en crecimiento. El polietileno se compone de

monómeros de etileno repetitivos y es un polímero de adición. Puede contener hasta 10.000 monómeros unidos en largas cadenas retorcidas. El polietileno es cristalino, transparente y termoplástico, lo que significa que se ablanda cuando se calienta. Se utiliza para recubrimientos, empaques, moldeo y fabricación de botellas y envases.

Materiales no ferrosos

Lo no ferroso hace referencia a lo que es libre de hierro. Por lo tanto, un metal no ferroso es un metal (o una mezcla de dos o más metales) que contiene poco o nada de hierro. Por lo tanto, no son magnéticos y no se corroen como los metales ferrosos. Study.com. (2022)

Según Cáceres, P. S. (2014) algunos de los materiales no ferrosos son: el aluminio, el magnesio, titanio, plomo, estaño, cinc, cobre, bronce, latón.

Torno

Según Un torno es una herramienta que hace girar la pieza de trabajo alrededor de un eje de rotación para realizar diferente tipo de operaciones, como torneado, rebajado, moleteado, taladrado, refrentado, mandrinado y corte, con herramientas de corte de torno que se aplican a la pieza de trabajo para crear un objeto con correspondencia alrededor de ese eje. Saif, M. (2018). Existen diferentes maneras de operar; en el trabajo de una máquina de torno, y diferentes tipos de herramientas de corte de torno, de acuerdo con el proceso de uso de las herramientas de corte de torno como, por ejemplo:

1. Herramienta de torneado.
2. Herramienta de biselado.
3. Herramienta para cortar roscas.
4. Herramienta de corte de rosca interior.
5. Herramienta de revestimiento.
6. Herramienta de ranurado.
7. Herramienta de formación.
8. Herramienta aburrida.
9. Herramienta de tronzado.
10. Herramienta de avellanado
11. Herramienta de socavado
12. Según el método de aplicación del pienso.
13. Herramienta de mano derecha
14. Herramienta de mano izquierda
15. Nariz redonda

5.0 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

5.1 OBJETIVO GENERALES

Implementar un procedimiento de mantenimiento del mecanizado por arranque de viruta en la máquina de torno horizontal para mejoras en el rendimiento de trabajo.

5.2 OBJETIVO ESPECIFICOS

- Identificar mediante inspección las fallas que presenta la máquina herramienta torno horizontal utilizada para el mecanizado por arranque de viruta de aceros, polímeros y materiales no ferríticos.
- Evaluar mediante un Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF) el grado de severidad, de ocurrencia y detección de fallas dentro de la máquina herramienta torno en estudio.
- Establecer un procedimiento de mantenimiento para la corrección de fallas detectadas en la máquina herramienta torno horizontal que permita establecer un plan de acción que disminuya el riesgo de ocurrencia.

6.0 METODOLOGÍA

Diseño

El presente proyecto se caracteriza por ser de tipo descriptivo y cuantitativa, para ellos se utilizará método P-AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla, para recopilación Un método y **enfoque para identificar problemas** potenciales (errores) y su impacto potencial en un sistema para priorizarlos y enfocar recursos para planes de prevención, monitoreo y respuesta

Materiales y métodos

Se realizó una inspección de la máquina herramienta torno donde se verifica su estado mediante un procedimiento técnico de su funcionabilidad operativo de sus componentes y herramientas.

A través de este procedimiento se logra identificar las fallas o defectos antes que ocurran en la máquina herramienta torno y sus componentes que permite implementar los siguientes aspectos:

- Minimizar los costó de piezas de vuelta por cliente no conforme
- Aumentar la confiabilidad de nuestro producto fabricado acortar los tiempos de trabajos
- Reducir los tiempos de fabricación de nuevos productos, componentes o piezas
- Recopilación de la información sobre los procesos de fabricación por arranque de viruta
- Aumentar la satisfacción de nuestro cliente
- Establecer conocimiento práctico y habilidades

Procedimiento metodológico

Para lograrlo, se presenta las siguientes etapas del proyecto

Se selecciona la máquina herramienta torno para realizarle un análisis de modo y efecto de falla P-AMEF.

Se realiza un procedimiento P-AMEF, debido a los inconvenientes que ha tenido la máquina herramienta torno, como lo es la baja producción, materia prima dañada, tiempo ocio de fabricación, cliente insatisfecho, operario incapacitado por maquinaria en mal estado,

incumplimiento de las fechas de entrega de producción, devolución de piezas por garantía por parte del cliente, baja perspectiva del producto fabricado por la empresa.

Ejecución del estudio análisis de modo y efecto de falla P-AMEF

Se revisa la máquina herramienta torno para encontrar los riesgos en todos sus componentes, que no permiten poder cumplir con toda las exigencias y expectativas que exigen nuestro cliente.

Debemos garantizar que la máquina herramienta torno este en las condiciones óptimas de fabricación de los componente y piezas que nos piden fabricar nuestro cliente con los parámetros de diseño ya establecido.

Se evalúa todos los componente y piezas de la máquina herramienta torno para así poder establecer su estado actual de funcionamiento y desempeño.

Se revisará todos los procedimientos ejecutables de la máquina herramienta torno (corte longitudinal, corte trasversal picado de rosca y taladrar). No se modificará ningún componente del diseño original de la máquina herramienta torno.

Las siguientes tablas son las calificaciones estándar del análisis P-AMEF de severidad, ocurrencia, detención y el nivel de riesgo de las fallas (NPR).

A continuación, se presentan las tablas de las calificaciones de severidad, ocurrencia, detención y el rango de los niveles de riesgo de falla (NPR).

Tabla 1. Severidad: Es el rango de consecuencia si la falla ocurre.

Ranking	Efecto	Criterio: Severidad de efecto definido
10	Peligroso: sin aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Peligroso: con aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.

8	Muy alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, perdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/conveniencias inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/conveniencias operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser

		retrabajada en línea, pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún defecto.

Tabla 2. Tabla de ocurrencia. Es la probabilidad que la falla ocurra.

Ranking	Rutas posibles de fallas	Probabilidad de falla	Cpk
10	1 en 2	Muy alta	<0.33
9	1 en 3	Falla es casi inevitable	0.33
8	1 en 8	Alta: generalmente asociada con procesos similares a procesos previos que han	0.51
7	1 en 20	Fallado frecuentemente	0.67
6	1 en 80	Moderada: generalmente asociado con procesos similares a procesos previos	0.83
5	1 en 400	Que han experimentado fallas	1.00
4	1 en 2,000	Ocasionales, pero no en proporciones significativas	1.17
3	1 en 15,000	Baja: fallas aisladas asociadas con procesos similares	1.33
2	1 en 150,000	Muy baja: solo fallas aisladas asociadas con procesos casi idénticos	1.5
1	1 en 1,500,000	Remota: falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	1.67

Tabla 3. Tabla de detección. Es la probabilidad que la falla sea detectada.

Ranking	Detención	Criterio: probabilidad que la existencia de un defecto será detectada por la prueba conducida antes de que el producto avance al siguiente paso o proceso subsecuente.
10	Casi imposible	Prueba detecta < 80% de fallas
9	Muy remota	Prueba debe detectar 80% de fallas
8	Remota	Prueba debe detectar 82.5% de fallas
7	Muy baja	Prueba debe detectar 85% de fallas
6	Baja	Prueba debe detectar 87.5% de fallas
5	Moderada	Prueba debe detectar 90% de fallas
4	Altamente moderada	Prueba debe detectar 92.5% de fallas

3	Moderada	Prueba debe detectar 95% de fallas
2	Muy alta	Prueba debe detectar 97.5% de fallas
1	Casi seguro	Prueba debe detectar 99.5% de fallas

El NPR es el valor que jerarquiza los problemas a través de la multiplicación del grado de severidad, ocurrencia y detención, este provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla identificado.

NPR = Severidad * Ocurrencia * Detención

500 – 1000 Alto riesgo de falla

125 – 499 Riesgo de falla medio

1 – 124 Riesgo de falla bajo

0 No existe riesgo de falla

7.0 PLAN DE TRABAJO INICIAL

Se hizo la inspección visual y se realizó el análisis P-AMEF para determinar las fallas de cada una de las piezas de la máquina herramienta torno.

Tabla 4. Tabla del análisis de fallas de la máquina herramienta torno.

Numero	Equipo / Piezas a analizar	Descripción	Imagen	Modo Potencial de Falla			Efecto Potencial de Falla			Severidad	Causa Potencial de Falla	Ocurrencia	Controles Actuales de Prevención	Detención	NPR
				desgaste	corrosión	vibración	se desajusta	medidas dispares	movimiento o inusual que no permite precisión						
1	Bancada	La bancada es una pieza maciza, la que soporta todos los componentes de la máquina herramienta.		desgaste	corrosión	vibración	se desajusta	medidas dispares	movimiento o inusual que no permite precisión	8	poca lubricación	8	No existen controles actualmente	1	64
2	Cabezal Fijo	Es una caja de hierro fundido unida a la bancada con tornillos en el lado izquierdo.		fuga	oscilación circular	desgaste	fuga de aceite	movimiento no uniforme vibratorio	no se adhieren bien las piezas	10	rodamientos y empaques deteriorados	8	No existen controles actualmente	2	160
3	Contra punto	Es un elemento móvil ubicado al lado derecho del torno, puede deslizarse en toda la longitud de la bancada de la máquina.		oscilación circular	desgaste	mal movimiento vibratorio	movimiento no uniforme vibratorio	no sujeta las piezas	irregularidad al moverlo	8	rodamiento del centro punto giratorio deteriorado	8	No existen controles actualmente	2	128
4	Carro Portátil	Es un carro principal que genera el movimiento axial de la herramienta.		desgaste	desgaste	sistema de movimiento	desgaste en la cuña transversal	desgaste en el sistema de arrastre tanto en la tuerca como	sistema de movimiento automático	8	Falta de grasa	8	No existen controles actualmente	1	64
5	Cabezal Giratorio o Chuck	Es un elemento redondo metálico que tiene unos dientes para sujetar la pieza a mecanizar.		vibración	presión	desgaste	no se mantiene fija	no genera la precisión requerida para sujetar	desgaste en el agarre de la máquina	10	mal uso del equipo	7	No existen controles actualmente	2	140

Después de realizarse la inspección visual se determinaron las fallas de las piezas de la máquina herramienta torno como lo son la bancada, cabezal fijo, contra punto, carro portátil y cabezal giratorio o Chuck, por medio del análisis P-AMEF donde se le dieron una calificación de severidad, ocurrencia y detención para determinar el nivel riesgo de falla (NPR) como se demuestra en la tabla anterior, ya que, estas fallas no permiten cumplir con todas las exigencias y expectativas de los clientes, para corregir estas fallas se propuso un diseño de estrategias de mantenimiento preventivo diario, trimestral, semestral y anual, tal como se indica a continuación.

Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento diario de la máquina herramienta torno horizontal:

- Verificar la presión hidráulica para asegurarse de que esté en 4.5 Mpa
- Verificar los fluidos hidráulicos para asegurarse de que estén en el nivel de operación correcto
- Verificar la presión del mandril que esté en la presión de funcionamiento correcta y engrasar el mandril de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Verificar que el nivel de lubricante esté en el nivel operativo correcto y rellenarlo si es necesario.
- Limpiar las virutas de la bandeja de virutas
- Limpiar las cubiertas de las guías de acero inoxidable y lubricarlas con aceite hidráulico para que se muevan suavemente.
- Limpiar la bancada remover partículas diminutas de virutas y lubricar con aceite 20w50
- Realizar una inspección visual del estado del cabezal fijo
- Engrasar todo el componente del contra punto
- Ajustar las cuñas del y suministrar aceite a la superficie donde se va desplazar el carro portátil
- Realizar una limpieza semanal del cabezal giratorio retirando las mordazas removiendo las partículas diminutas de virutas

Cada tres meses o 500 horas

- Comprobar y engrasar la cadena del transportador de virutas
- Revisar y limpiar la pieza contra punto
- Realizar una inspección visual del estado de la bancada
- Cambiar empaques del cabezal fijo
- Ver el estado del torillo y de la respectiva tuerca encargada generar movimiento de arrastre del contra punto
- Engrasar los componentes involucrados generar el movimiento de carro portátil
- Verificar el estado físico mecánico del cabezal giratorio

Cada seis meses o 1000 horas




- Sacar el mandril y las mordazas de la máquina para limpiarlos.
- Drenar el tanque hidráulico y reemplazar el aceite hidráulico con aceite hidráulico nuevo; también cambiar el filtro de línea y el filtro de succión.
- Revisar la nivelación de la máquina y ajustarla si es necesario.
- Se ajusta lo componente que trabajan sobre la bancada
- Se realizar el respetivo juste de torques a la tornillería que está unida contratapa del cabezal fijo
- Cambia el rodamiento del contra punto
- Revisa la presión del cabezal giratorio

Una vez al año o cada 2000 horas

- Ponerse en contacto con el distribuidor local y hacer que inspeccione lo siguiente:
- Revisar el cabezal para ver si está ajustado
- Revisar el husillo para determinar el juego radial y longitudinal
- Se reemplaza los rodamientos y retenedores cabezales fijos
- Se rectifican las cuñas del carro portátil
- Cabezal giratorio se desmonta se realiza una limpieza exhaustiva
- Revisar el cilindro del mandril para ver si se ha agotado
- Revisar el contrapunto para ver si está ajustado
- Comprobar el paralelismo y la inclinación de la torreta
- Verificar el contragolpe en los ejes X y Z y ajustarlo si es necesario

Después de analizar las fallas que presenta la máquina y desarrollar la propuesta del diseño de estrategias de mantenimiento preventivo, se sigue a realizar el procedimiento de ajustes de acuerdo con las anteriores indicaciones.

Tabla 5. Tabla del análisis del mantenimiento preventivo máquina herramienta torno.

Proceso: Proceso de Mantenimiento para el Mecanizado por Arranque de viruta de Aceros, polímeros y Materiales no Ferrosos. Fecha: 1/11/2022										Evaluación de Mejora			
Numero	Equipo / Piezas a analizar	Descripción	Imagen	Mantenimiento preventivo	Severidad	Causa del mantenimiento	Ocurrenza	Controles actuales	Detencion	NPR	Responsable	Acción Tomada	Recomendaciones
1	Bancada	La bancada es una pieza maciza, la que soporta todos los componentes de la máquina herramienta.		Se le realiza una limpieza, se le aplica soldadura de alta dureza y luego se lleva a la rectificadora plana para darle sus dimensiones originales.	2	Presenta desgaste, vibración, desajuste, y movimientos inusuales.	4	Se esta llevando a cabo los mantenimientos preventivos de esta pieza.	2	16	Diego Calderon	Se realizaron los mantenimientos respectivos y se pudo lograr bajar el nivel de riesgo de falla	Mantener esta pieza libre de partículas de viruta y hacerle una lubricación diaria.
2	Cabezal Fijo	Es una caja de hierro fundido unida a la bancada con tornillos en el lado izquierdo.		Se reemplazan los empaques, retenedores y rodamiento, se le suministra aceite nuevo de lubricación.	2	Presenta fuga de aceite, desgaste, movimiento no uniforme y no se adhieren bien las piezas.	4	Se esta llevando a cabo los mantenimientos preventivos de esta pieza.	2	16	Leivin Medina	Se realizaron los mantenimientos respectivos y se pudo lograr bajar el nivel de riesgo de falla	Revisar los niveles de aceite y su estado cada 3 meses.
3	Contra punto	Es un elemento móvil ubicado al lado derecho del torno, puede deslizarse en toda la longitud de la bancada de la máquina.		Se le cambian los rodamientos y se rectifica la cuña transversal.	2	Presenta irregularidad al movimiento de un punto a otro, no tiene un buen agarre, desgaste y oxidación circular.	4	Se esta llevando a cabo los mantenimientos preventivos de esta pieza.	2	16	Diego Calderon	Se realizaron los mantenimientos respectivos y se pudo lograr bajar el nivel de riesgo de falla	Hacerle una revisión semanal de sus componentes giratorios.
4	Carro portatil	Es un carro principal que genera el movimiento axial de la herramienta.		Se rectificaron todas las cuñas tanto la transversal como la longitudinal y se fabrican las tuercas de hilo cuadrado encargada de darle movimiento al carro portátil, el sistema de movimiento se le cambian los fusibles.	2	Presenta desgaste en la cuña transversal, desgaste en el sistema de arrastre tanto en la tuerca como en el tornillo y el sistema de movimiento automatico inhabilitado.	4	Se esta llevando a cabo los mantenimientos preventivos de esta pieza.	2	16	Leivin Medina	Se realizaron los mantenimientos respectivos y se pudo lograr bajar el nivel de riesgo de falla	Realizar una lubricación y ajustes cada mes.
5	Cabezal giratorio o Chuck	Es un elemento redondo metálico que tiene unos dientes para sujetar la pieza a mecanizar.		Se desecha y se reemplaza por uno nuevo.	2	Presenta vibración, no se mantiene fija, no genera la presión requerida para sujetar la materia prima y desgaste en el agarre de la máquina herramienta torno.	2	Se esta llevando a cabo los mantenimientos preventivos de esta pieza.	1	4	Diego Calderon	Se realizaron los mantenimientos respectivos y se pudo lograr bajar el nivel de riesgo de falla	realizar limpieza diaria y semanal, retirarle las mordazas para quitarle las partículas de viruta que se alojan en el interior.

En este procedimiento por medio del análisis AMEF-P se puede observar los mantenimientos que se le aplicaron a cada una de las piezas con las siguientes indicaciones.

Bancada: se le realiza una limpieza, luego se le aplica soldadura de alta dureza y se lleva a la rectificadora plana para darle sus dimensiones originales.

Cabezal fijo: Se reemplaza los empaques, retenedores y rodamiento, también se le suministra aceite nuevo de lubricación.

Contra punto: Se le cambian los rodamientos y se rectifica la cuña transversal.

Carro portátil: Se rectifica todas las cuñas tanto la transversal como la longitudinal y se fabrican las tuercas de hilo cuadrado encargada de darle movimiento al carro portátil, al sistema de movimiento se le cambian los fusibles.

Cabezal giratorio: Requería cambio por uno nuevo, pero también se le realiza limpieza diaria, retirándole las mordazas para quitarle las partículas de viruta que se alojan en su interior.

Con estos mantenimientos preventivos se logró mejorar el rendimiento y disminuir el nivel de riesgo de fallas (NPR) de cada una de las piezas afectadas, dando un resultado óptimo para la máquina herramienta torno.

7.1 CONCLUSIONES PRELIMINARES

Se analizó el funcionamiento de una máquina herramienta torno horizontal para identificar sus fallas por personal capacitado, estas fallas estaban generando una problemática en la fabricación de piezas como por ejemplo tornillos y partes de un motor de carro. Se recogen datos de las fallas y se verifica a través del análisis de modo y efecto de fallas (P-AMEF) esto arroja un nivel de riesgo de falla medio que tenían unas piezas específicas de la máquina, a partir de esta información obtenida por el método, se propuso diferentes diseños estratégicos de mantenimiento preventivo para un mejor funcionamiento de la máquina herramienta torno y disminuir el nivel de riesgo de las fallas, luego de aplicar estas estrategias y analizar nuevamente la maquina por medio del mismo método se observó que la máquina herramienta torno tuvo una disminución, su nivel de riesgo de falla ahora fue bajo y se obtuvo un mejor rendimiento de trabajo de la máquina, los componentes fabricados después del análisis mejorado tuvieron mejores acabados y cumplieron con las exigencias del cliente, el re trabajo de los componentes a fabricar disminuyeron y las piezas de la máquina herramienta torno horizontal que presentaron fallas quedaron en optima condiciones.

REFERENCIAS

- [1] Sandoval, D., y Jaramillo, L. (1982). *la industria de maquinas-herramientas en colombia. estudio de una firma productora de tornos y otras maquinas para trabajar metales*. Tesis de Graduación. Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Barranquilla, Colombia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11362/7549>.
- [2] Luis Schvab (2011). *Maquinas y herramientas*. Ministerio de educación presidencia de la nación. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL007249.pdf>
- [3] Polo, C. (2015). El Boliche, entre el ingenio y la decadencia. *El Heraldo*. <https://www.elheraldo.co/local/el-boliche-entre-el-ingenio-y-la-decadencia-222214>
- [4] Vasiliki Kamperidou, Ioannis Barboutis (2013). *Herramienta de torno: su desarrollo desde la antigüedad hasta nuestros días*. [Universidad Aristóteles de Tesalónica](http://www.universidad-aristoteles.es)
- [5] *The history of the lathe machine*. (s/f). Tramar Industries. <https://www.tramarindustries.com/2021/03/08/the-history-of-the-lathe-machine/>
- [6] Alcón, A. (2018). Evolución, Análisis y Estudio Comparativo de las Máquinas Herramienta (Torno y Fresadora) a lo largo de la Historia. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/31259/TFG-P-851.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [7] *Puesta a Punto: Libro del alumno*. (1998). Edelsa Grupo Didascalía. <https://www.autoform.com/es/glosario/puesta-a-punto/#:~:text=La%20puesta%20a%20punto%20es.un%20extenso%20y%20preciso%20ajuste>
- [8] Slu, MI (2020). TIPOS DE MECANIZADO, CONCEPTOS GENERALES. *inter2000mecanizados*. <https://www.inter2000mecanizados.com/post/tipos-de-mecanizado-conceptos-generales>
- [9] Planes, E. F. (2019). *Mecanizado por arranque de viruta: ¿cuáles son los más habituales?* ferrosplanes. <https://ferrosplanes.com/mecanizado-por-arranque-de-viruta/>
- [10] Sabhadiya, J. (2021). *What is steel?- properties, uses*. Engineering Choice. <https://www.engineeringchoice.com/what-is-steel-and-types-of-steel/>
- [11] polymer - Synthetic polymers. (2022) *Encyclopedia Britannica*. de <https://study.com/academy/lesson/non-ferrous-metals-definition-examples.html>
- [12] Saif, M. (2018). *14 different types of lathe cutting tools used in lathe machine*. The Engineers Post; Saif M. <https://www.theengineerspost.com/lathe-cutting-tools/>
- [13] Cáceres, P. S. (2014). *Metales no ferrosos*. Blog de Tecnología - IES José Arencibia Gil - Telde. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/fsancac/2014/03/19/4-metales-no-ferrosos/>
- [14] Mario. (2020). *Bancada del Torno Paralelo Universal*. Metalmecánica Fácil; <https://www.metalmecanica-facil.mahtg.com/bancada-del-torno-paralelo-universal/>
- [15] Mario (2020). *El Cabezal Fijo del Torno Paralelo Universal*. Metalmecánica Fácil. <https://www.metalmecanica-facil.mahtg.com/cabezal-fijo-del-torno/>
- [16] Mario (2020). *El Contrapunto del Torno Paralelo Universal*. Metalmecánica Fácil. <https://www.metalmecanica-facil.mahtg.com/contrapunto-del-torno/>

- [17] Ramírez, D. (2015). *Manual de mantenimiento de torno convencional y aplicación algunos tipos de soldadura*. Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.
- [18] *Puntos Giratorios*. (Helfer.es. Recuperado el 2 de octubre de 2022, de <https://www.helfer.es/puntos-giratorios/>)
- [19] Slu, M. I. (2019). INTRODUCCION HISTORICA SOBRE EL MECANIZADO. *inter2000mecanizados*. <https://www.inter2000mecanizados.com/post/introducci%C3%B3n-hist%C3%B3rica-al-mecanizado>
- [20] Planes, E. F. (2016). *¿Qué es el mecanizado? Origen y características*. ferrosplanes. <https://ferrosplanes.com/que-es-mecanizado/>
- [21] AMG MetalMecánica. (2022). *Historia del mecanizado: orígenes hasta hoy*. De: <https://www.amgmetalmecanica.com/historia-del-mecanizado-industrial/>
- [22] Slu, M. I. (2020). TIPOS DE MECANIZADO, CONCEPTOS GENERALES. *inter2000mecanizados*. <https://www.inter2000mecanizados.com/post/tipos-de-mecanizado-conceptos-generales>
- [23] The Tech Goggler; HDEMO. (2019). *Introduction to chip removal machine tools*. SNC. <https://techgoggler.com/automation/introduction-to-chip-removal-machine-tools/>
- [24] Instituto politecnico nacional, centro de estudios científicos y tecnológicos. (2008). *MECANIZADO EN TORNO PARALELO*.
- [25] <https://www.ipn.mx/assets/files/cecyt11/docs/Guias/UATecnologicas/Procesos-industriales/4toSemestre/mecanizado-torno-paralelo.PDF>
- [26] Arukasi (2011). Empleo de líquidos refrigerantes. <https://arukasi.wordpress.com/>