



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA MECÁNICA**

TÍTULO

Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo de los tornos COLCHESTER-STUDENT 1800 1 y 2 del Taller de Máquinas-Herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria de la Universidad Nacional de Ingeniería.

AUTORES

Br. José Aquilino Romero Hernández

Br. Cristhian Antonio Laguna Chavarría

TUTOR

Ing. César Blandino Rayo

Managua 23 de Febrero de 2021

DEDICATORIA

Este logro primeramente se lo dedico a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento, por acompañarme siempre, darme sabiduría y fuerzas durante esta etapa.

A mis padres, Ignacio Antonio Laguna y Georgina Antonia Chavarría, por todo el esfuerzo, amor y apoyo que me brindaron para poder llegar hasta este momento. Por ser unos padres incondicionales que a pesar de los errores que cometía, siempre estaban ahí para darme su mano y ayudarme a seguir adelante. De igual manera quiero darles lo mejor de mí y que vean que todos los sacrificios que hicieron por mí, valieron la pena y continúen sintiéndose orgullosos de mí.

A mis hermanos, Gillene y Emmnauel, por estar siempre apoyándome y dándome palabras de ánimo, porque sé que desean lo mejor para mí, al igual que yo deseo lo mejor para ustedes, los amo.

A mi novia, Axana, por ser mi cómplice en algunos momentos duros que me tocaron vivir durante esta etapa, por estar siempre ahí brindándome sus consejos y sus palabras de aliento, por ayudarme a nunca renunciar a un sueño y recordar que todo lo podemos lograr. Te amo

Cristhian Antonio Laguna Ch.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado toda la sabiduría para poder culminar mi carrera, pero en especial por terminar con éxito mi tesis monográfica, por la fuerza que me dio en estos años tan difíciles y, por siempre cuidar de mí y mi familia.

Quiero dedicar esta monografía a mis padres, José Romero U. y Margine Hernández por el esfuerzo y apoyo incondicional que me brindaron para culminar mis estudios. Por alentarme cada día en seguir adelante para llegar a este momento. Por afrontar las diversas dificultades que se presentaron a mi lado.

A mi Novia, Michell, por ser la persona que estuvo en los buenos y malos momentos, que con su entusiasmo me dio su comprensión y amor para lograr este éxito en mi vida.

A todos mis familiares, amigos y compañeros que me han acompañado a lo largo de este camino. Gracias....

José A. Romero Hernández

Agradecimiento

A Dios, por ser quien proporcionó la sabiduría y entendimiento día con día para continuar aprendiendo, durante el periodo de vida universitaria.

A todos los docentes que compartieron sus conocimientos durante estos años, con el propósito de cultivar, nuevos conocimientos y de esta manera, aportar en el futuro con el desarrollo de nuestro país.

A todos nuestros compañeros de clases, pero muy especialmente a Junior Tuckler, Yedrid Vallejos, José Daniel Acosta, Jasson Rodríguez, Jonathan Castillo, Ervin Hernández, José Calero, con quienes compartimos muchos momentos alegres, tristes, estresantes y preocupantes durante la etapa universitaria, por impulsarnos cada día a seguir luchando y poder culminar nuestra carrera, sin duda alguna, la universidad hizo que conociéramos a amigos realmente increíbles, los llevaremos por siempre en la mente y corazón.

José A. Romero Hernández

Cristhian A. Laguna Chavarría

Resumen

El presente trabajo, refleja el proceso de mantenimiento preventivo de los tornos Colchester Student 1800 1 y 2 de taller de Maquinas-Herramientas del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios.

En este trabajo se detalla cada paso en el mantenimiento del equipo, empezando desde el diagnóstico para detectar las posibles fallas, continuando con una secuencia de tareas a seguir para su completo mantenimiento.

Dentro del desarrollo también encontraremos los diversos materiales y herramientas que se utilizaron para llevar acabo el mantenimiento del equipo.

Con el plan de mantenimiento propuesto se encuentra la manera de mejorar o mantener en buenas condiciones los equipos, a través de una serie de inspecciones y actividades de lubricación, para facilitar a los encargados el seguimiento de rutinas que les permita detectar a tiempo una avería.

Al finalizar este proyecto se alcanzó un costo final de C\$ 32,387 para el mantenimiento de los dos tornos, adquiriendo cada material en el mercado nacional.

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo General	3
3.2 Objetivos Específicos	3
4. MARCO TEÓRICO.....	4
4.1 Máquinas–Herramientas	4
4.2 Clasificación de Máquinas Herramientas	4
4.2.1 Torno.....	4
4.2.2 Partes principales de un torno paralelo:.....	5
4.2.3 Herramientas de corte para el torno.....	8
4.3 Operaciones del torno	11
4.4 Parámetros de torneado.....	12
4.4.1 Velocidad de corte	12
4.4.2 Velocidad de rotación de la pieza	12
4.4.3 Avance	13
4.4.4 Profundidad de pasada	13
4.5 Mantenimiento.....	13
4.5.1 Tipos de mantenimiento industrial.....	14
4.6 Planeación del mantenimiento	17
4.7 Lubricación de las Maquinas-Herramientas	19
4.7.1 Tipos de lubricación	19
4.7.2 Grasas lubricantes	20
4.7.3 Lubricación con aceite	21
4.7.4 Requisitos de los lubricantes	22
4.7.5 Gestión de Lubricación	22
5. Análisis y presentación de resultados	23
5.1 Diagnostico	23

5.1.1 Estética de los tornos.....	24
5.1.2 ¿Qué es fricción?	24
5.2 Refrigeración.....	27
5.2.1 Limpieza del recipiente del refrigerante	28
5.3 Extracción del aceite del torno	30
6. Ejecución del plan de mantenimiento	31
6.1 Codificación de partes y Componentes del Torno Colchester-Student 1800	33
6.2 Pintura del torno.....	34
6.3 Tipo de banda.	36
6.4 Cambio de refrigerante de corte de acero Aceite soluble Phillips 66	37
6.5 Limpieza del motor del torno y acabado de pintura.....	38
6.6 Lubricación del torno, se aplica el aceite lubricante GL- 1 140	39
6.7 Grasa Lubricante.....	41
7 Indicadores de gestión del mantenimiento	42
7.1 CONFIABILIDAD.....	42
7.2 MANTENIBILIDAD	44
7.3 DISPONIBILIDAD.....	45
7.3.1 Comparación entre las disponibilidades del mantenimiento	48
8. Plan de mantenimiento.....	49
8.1 Presupuesto para el mantenimiento preventivo	51
8.2 Herramientas requeridas para la implementación del plan	52
8.3 Insumos requeridos para la Implementación del plan.....	53
8.4 Equipo de protección personal para la ejecución de actividades.....	54
8.5 Costos por instalación.....	55
8.6. Costo total anual del plan de mantenimiento preventivo.....	55
8.7. Incremento anual por alzas en el mercado	56
9. CONCLUSIONES.....	57
10. RECOMENDACIONES	58
11. LISTA DE REFERENCIA.....	59
12. ANEXOS.....	61

Anexo 12.1 Orden de trabajo de mantenimiento	61
Anexo 12.2 Tiempos propuestos para actividades de mantenimiento.	62
Anexo 12.3 Hoja de inspección de los tornos	63
Anexo 12.4 Precios promedios de energía eléctrica en Nicaragua	64
Anexo 12.5 Precios promedios de consumo de agua potable en Nicaragua. .	64
Anexo 12.6 Ficha técnica del torno Colchester Student 1800.....	65

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Partes principales de un torno Paralelo.....	7
Figura 2. Buriles de acero	8
Figura 3. Forma del buril de corte.....	9
Figura 4. Formas del buril.....	10
Figura 5. Portaherramientas.....	11
Figura 6. Operaciones del torno	11
Figura 7. Procedimiento para el mantenimiento.	16
Figura 8. Secuencia de los mantenimientos.....	17
Figura 9. Correcto enfoque de lubricación.....	23
Figura 10. Eje roscado y automático	24

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Partes y Componentes del Torno Colchester-Student.....	33
Tabla 2. Análisis de tiempo promedio entre fallas (antes del mantenimiento)	42
Tabla 3. Análisis de tiempo promedio de reparaciones (antes del mantenimiento).....	45
Tabla 4. Cálculo de la disponibilidad antes del plan de mantenimiento.....	46
Tabla 5. Análisis de tiempo promedio entre fallas (después del mantenimiento)	47
Tabla 6. Análisis de tiempo promedio de reparaciones (después del mantenimiento).....	47
Tabla 7. Cálculo de la disponibilidad después del plan de mantenimiento	47
Tabla 8. Fallas encontradas en el equipo	47
Tabla 9. Insumos	53
Tabla 10. Equipos de Protección Personal.....	54
Tabla 11. Costos por instalación en edificio	55
Tabla 12. Costo Total por ejecutar la Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo.....	55
Tabla 13. Incrementos para cubrir alzas de precio anual.	56

1. INTRODUCCIÓN

Las Máquinas-Herramientas son un tipo de máquinas que se utilizan para dar forma a parte sólidas, principalmente a productos provenientes de la siderúrgica y derivados. El torneado es un proceso de mecanizado por arranque de viruta, es decir, parte del material inicial de la pieza es eliminado hasta darle la forma deseada al producto. La máquina que lleva a cabo este proceso es el torno.

El presente trabajo documenta la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los tornos COLCHESTER STUDENT 1800 que se encuentran en el Taller de Máquinas-Herramientas perteneciente a la Facultad de Tecnología de la Industria, enfocada a los estudiantes e instructores de taller que tengan interés en trabajar con el equipo a pleno rendimiento. Esta propuesta abarca el desmontaje de cada elemento para ser limpiados, pulidos, reajustados y preparados para luego ser pintados (si es necesario) para finalmente ser reensamblado de la máquina.

El plan de mantenimiento preventivo se define como un plan de actividades periódicas y programadas realizadas de manera sistemáticas con el fin de conservar las condiciones de operación satisfactorias, a través de inspección. Del mismo modo, se puede afirmar, que este tipo de mantenimiento se programa con el objeto de ajustar, reparar o cambiar partes en equipo antes de que ocurra una falla o daños mayores, eliminando o reduciendo al mínimo los gastos de mantenimiento. (Nava, 2001).

2. JUSTIFICACIÓN

En el taller de Máquinas-Herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria es conveniente aplicar un plan de mantenimiento preventivo dirigido a los Tornos COLCHESTER-STUDENT 1800, para poseer un sistema que permita prevenir al máximo las fallas que normalmente pueden ocurrir en la maquinaria que se encuentran en funcionamiento.

Lo que se busca con la realización del plan de mantenimiento es incrementar al máximo la confiabilidad y disponibilidad de los tornos, permitiendo que estos se encuentren en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo más eficientemente el propósito para el cual han sido diseñados.

Los beneficios adquiridos con este plan de mantenimiento están relacionados directamente con la vida útil de los tornos, pues se realizará una inspección periódica de cada uno de los tornos (1 y 2). Por este motivo el taller de Máquinas-Herramienta se verá beneficiado económicamente en relación a los gastos que afecten el presupuesto interno en un mantenimiento correctivo inesperado y además su utilización didáctica se vea afectada por un posible receso en la práctica de los estudiantes de la facultad.

Los aspectos que se pueden tomar como importantes para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo en el taller de Máquinas-Herramientas es la formación de conciencia en la utilización de los tornos por la necesidad abrumadora de prevenir posibles fallas en los equipos. Además, se podrán mostrar los beneficios a mediano y largo plazo de este plan, debido a que las fallas se pueden evitar generalmente si se tiene una inspección, revisión y otras labores de mantenimiento de manera programada y sistemática.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Proponer un Plan de Mantenimiento Preventivo de los tornos COLCHESTER-STUDENT 1800 del Taller de Máquinas-Herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico mediante inspección y prueba del estado en que se encuentran los tornos 1 y 2 del taller de Máquinas -Herramientas.
- Solucionar los problemas que presenten los tornos para que estos queden completamente operativos a través del mantenimiento preventivo que se le dará.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los tornos 1 y 2 del taller de Máquinas-Herramientas para mantener alta disponibilidad técnica.
- Cuantificar los costos correspondientes para el mantenimiento de los tornos 1 y 2.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Máquinas–Herramientas

Una máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales. Su característica principal es su falta de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias. El modelado de la pieza —con determinado grado de precisión, automatización, acabado superficial, etc.— se realiza por la eliminación de una parte del material, que se puede realizar por arranque de viruta, estampado, corte o electroerosión. (Lira & Sandoval, 2018).

4.2 Clasificación de Máquinas Herramientas

Según (GROOVER, 1997), teniendo en cuenta el método de elaboración y el tipo de herramienta utilizada, las máquinas herramienta se clasifican en:

- Torno
- Taladradora
- Fresadora
- Cepilladora
- Rectificadora

4.2.1 Torno

Es un compendio de máquinas y herramientas que permiten manipular, cortar, mecanizar, fisurar y ranurar piezas que fundamentalmente tienen formas geométricas, básicamente es una tarea en donde una parte sostiene y la otra corta o mecaniza la pieza, se compone de dos y hasta tres carros que se mueven en diferentes direcciones según sean los requerimientos programados para la pieza (Maquinas Industriales, s,f).

Es una de las máquinas más antiguas y trabaja mediante el arranque de material mediante una herramienta cortante y brocas. Para ello la pieza gira y mediante un carro en el que se sitúa la herramienta se va desgastando la pieza obteniendo partes cilíndricas y cónicas. Si se coloca una broca en la colocación correspondiente, se pueden realizar agujeros.

Según (Guerrero, 2008), hay varios tipos de tornos:

- Torno Vertical
- Torno Copiador
- Torno Revolver
- Torno Automático
- Torno CNC
- Torno Paralelo u horizontal

4.2.2 Partes principales de un torno paralelo:

Según Varela (2012), el torno paralelo está constituido por los siguientes elementos (**Figura 1**):

La Bancada: Es la base del torno. Soporta todos los demás elementos. Sobre la parte superior de la bancada están las guías.

Conjunto de Cabezal: Esta pieza va sujeta de forma permanente a la bancada en el extremo izquierdo del torno. Contiene el husillo del cabezal, el cual gira mediante poleas. El husillo, sujeta a la pieza y la hace girar. Los husillos son de distintas calidades. Como la exactitud de un trabajo hecho en un torno depende del eje de rotación del husillo que sujeta a la pieza, éste y todos sus accesorios deben ser contruidos con el mayor cuidado posible.

Conjunto del Contrapunto: Consiste en dos piezas de fundición o partes principales. La parte inferior descansa directamente sobre las guías y la superior descansa sobre la primera. Ambas partes se sujetan por medio de tornillos de ajuste. La pieza de fundición superior puede moverse en dirección opuesta al

operario para desplazar el contrapunto. El husillo del contrapunto se mueve hacia adentro y hacia afuera de la pieza de función superior.

Carro: Es la pieza que controla la herramienta de corte. Tiene cinco partes principales.

1. El soporte del carro transversal es una pieza de fundición en forma de 11 que ajusta sobre la bancada y se desliza sobre las guías.
2. El tablero está sujeto al soporte del carro y cuelga sobre la parte frontal de la bancada.
3. El carro transversal está montado sobre el carro principal.
4. El soporte compuesto está montado en la parte superior del carro transversal.
5. El poste para la herramienta con la arandela y la cuña oscilante se desliza en una ranura en T de la parte superior del soporte compuesto

Caja de Norton: También conocida como caja de avances, sirve para seleccionar mediante palancas, los engranajes adecuados para obtener diversas velocidades de avance, que posteriormente harán girar las barras de cilindrar o roscar, transmitiendo a su vez a los carros un desplazamiento lineal. La caja Norton cuenta con un tren de engranajes en forma cónica, que permite seleccionar la rueda dentada que mejor se adapte al trabajo que se está realizando.

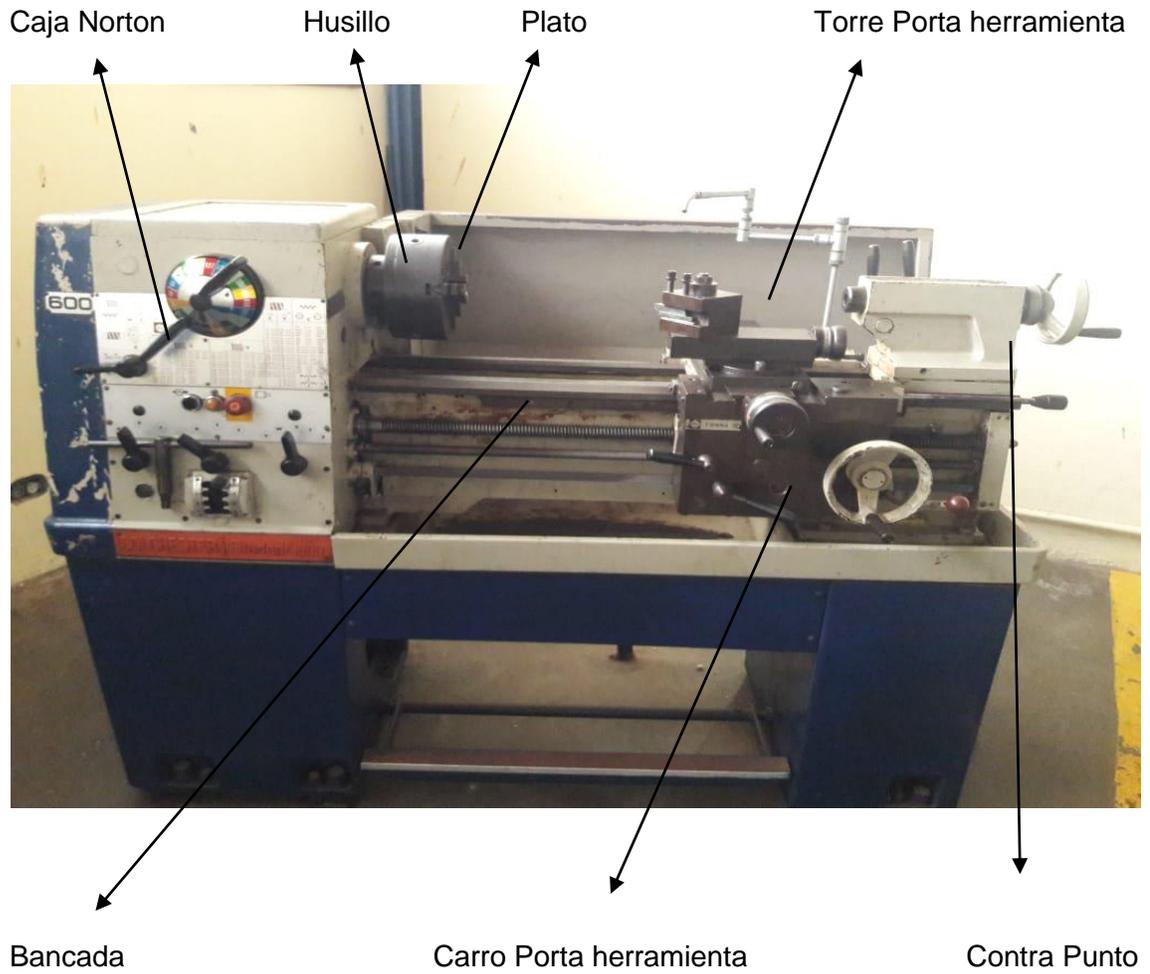


Figura 1. Partes principales de un torno Paralelo

Fuente. Propia

4.2.3 Herramientas de corte para el torno

Según (GROOVER, 1997), las herramientas utilizadas en los tornos se caracterizan:

En un torno se quita el metal de una pieza de trabajo haciéndola girar contra una herramienta de corte de una sola punta. Esta herramienta debe ser muy dura y no debe perder su dureza por el calor generado por el maquinado.

Para muchas herramientas se usa el acero de alta velocidad (HSS), porque cumple con estos requerimientos y porque puede conformarse fácilmente en el esmeril. No obstante, debe observarse que su utilización es limitada, en vista de que la mayor parte del maquinado para producción en serie se hace en la actualidad con herramientas de carburo de tungsteno, material mucho más duro y resistente al calor.

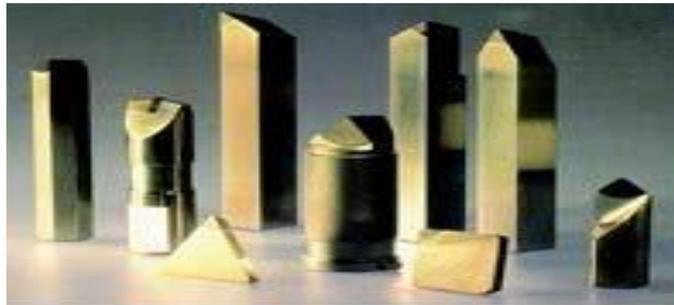


Figura 2. Buriles de acero

Fuente: Escuela Colombia de Ingeniería.

En la **Figura 2**, los buriles de acero de alta velocidad se requieren para los tornos antiguos que sólo trabajan en intervalos de velocidad baja. También son útiles para las operaciones de acabado, especialmente en metales blandos.

Geometría del buril

El aspecto más importante en un buril es su forma geométrica: la inclinación hacia los lados y hacia atrás, las holguras o ángulos de alivio frontal y lateral, y los rompedores de viruta. En la **Figura 3 (A)**, se muestra el esquema de un buril derecho, fabricado con una barra maciza, mientras en la **Figura 3 (B)** se muestra un portaherramientas para colocación de inserto tipo cermet.

- El ángulo de inclinación hacia atrás en el plano de salida de viruta, es muy importante para hacer uniforme el flujo de la rebaba y romperla, para obtener buen acabado.
- El ángulo de alivio en el plano de alivio secundario impide que el filo frontal de la herramienta roce con la pieza de trabajo, para evitar roces innecesarios que afecten el acabado de la pieza.

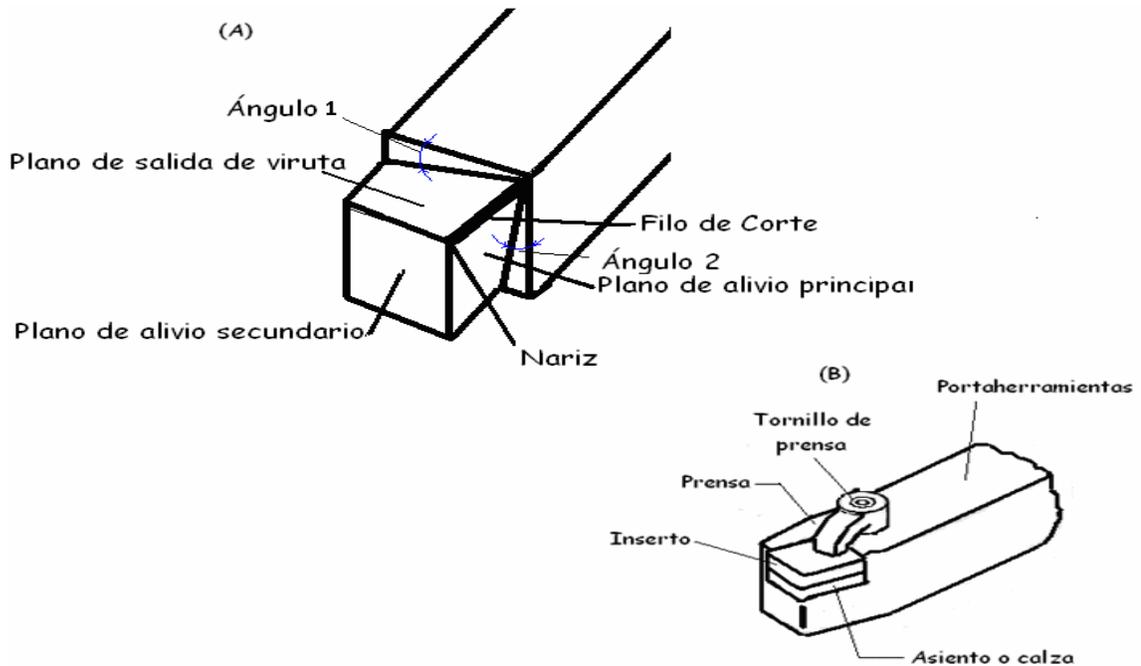


Figura 3. Forma del buril de corte

Fuente: Escuela Colombia de Ingeniería.

En la **Figura 4** se muestran las formas típicas de herramientas utilizadas para ciertas operaciones de mecanizado:

- **A** = Buril de punta circular para corte fuerte
- **B** = Buril de nariz redonda para trabajo en general
- **C** = Buril para corte por abajo o para ranurado.
- **D** = Buril derecho para refrentado corriente
- **E** = Buril derecho para desbastado y torneado corriente
- **F** = Buril derecho para acabado
- **G** = Buril de 60° para corte de roscas

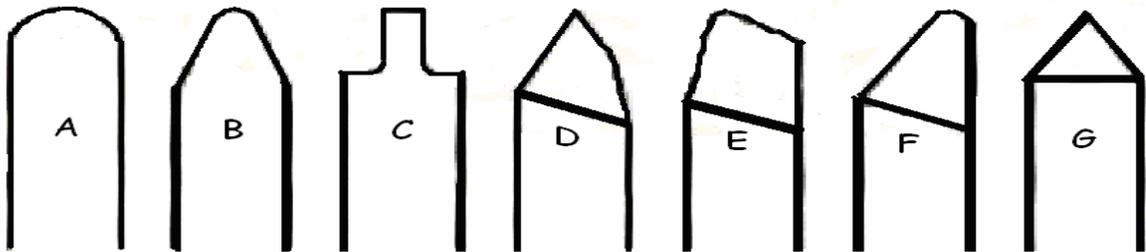


Figura 4. Formas del buril

Fuente: Escuela Colombia de Ingeniería.

Sujeción de herramientas de torneado

En el torno, la herramienta de corte o buril se sujeta a un portaherramientas (**Figura 5**) que se asegura en la torreta del torno con un tornillo de fijación.

Existen torretas de hasta seis posiciones las cuales son aprovechadas para cambiar la operación de maquinado en el torno, entre taladrado, escariado, avellanado o roscado, entre otros, que se usa cuando se tiene que efectuar una serie de operaciones repetitivas en varias piezas de trabajo.



Figura 5. Portaherramientas

Fuente: Propia

4.3 Operaciones del torno

Entre las principales operaciones a realizar en un torno se tiene lo siguiente (Figura 6):

	<p>1 Cilindrado: Produce un corte recto sobre el radio exterior de una pieza</p>
	<p>2 Roscado: La herramienta de corte es movida longitudinalmente en forma coordinada con la velocidad de giro de la pieza, para conformar una rosca</p>
	<p>3 Refrentado: La cara de la pieza perpendicular al eje es cortada para desbastar (definir longitud) o mejorar el acabado.</p>
	<p>4 Torneado Cónico: La herramienta de corte es movida diagonalmente</p>
	<p>5 Depresiones, Acanalado, Ranurado, Tronzado: La herramienta es movida radialmente (transversalmente) de afuera hacia adentro de la pieza de trabajo. Un corte a profundidad constante dejará la forma ranurada o acanalada, mientras un corte profundo cortará totalmente el cilindro(tronzado).</p>

Figura 6. Operaciones del torno

Fuente: Escuela Colombia de Ingeniería.

4.4 Parámetros de torneado

En el torneado hay cuatro parámetros importantes:

4.4.1 Velocidad de corte (V_c)

Se define como la velocidad lineal en la zona que se está mecanizando. Una velocidad alta de corte permite realizar el mecanizado en menos tiempo, pero acelera el desgaste de la herramienta. La velocidad de corte se expresa en metros/minuto o pies/minuto.

Por medio de investigaciones de laboratorio ya se han determinado velocidades de corte para los materiales más usados. Los factores que influyen en la velocidad de corte son:

- Calidad del material de los buriles y sus dimensiones.
- Calidad del material que se va a trabajar.
- Avance y profundidad de corte de la herramienta.
- Uso del fluido de corte (aceite soluble en agua).
- Tipo de montaje del material.
- Tipo de montaje de la herramienta.

4.4.2 Velocidad de rotación de la pieza (N)

Normalmente expresada en revoluciones/minuto (rpm). Se calcula a partir de la velocidad de corte y del diámetro mayor de la pasada que se está mecanizando. Como las velocidades de corte de los materiales ya están calculadas y establecidas en tablas, solo es necesario que la persona encargada calcule las RPM a que debe girar la copa, para trabajar los distintos materiales. Las revoluciones en el torno se pueden calcular por medio de la fórmula:

$$N = \frac{K V_c}{\phi \pi}$$

Donde:

- N = Velocidad angular [RPM]
- ϕ = Diámetro de la pieza en mm o pulgadas
- V_c = Velocidad de corte en m/min o pie/min
- $K = 1000$ cuando ϕ está en mm y V_c está en m/min o, $K = 12$ cuando ϕ está en pulgadas y V_c está en pie/min

4.4.3 Avance (f)

Definido como la velocidad en la que la herramienta avanza sobre la superficie de la pieza de trabajo, de acuerdo al material. Se puede expresar como milímetros de avance/revolución de la pieza, o como - pulgadas/revolución.

4.4.4 Profundidad de pasada

Es la distancia radial que abarca una herramienta en cada fase de trabajo, es decir que tanto material remueve en cada pasada que se hace. Depende del material de la pieza y de la potencia del torno.

4.5 Mantenimiento

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades que intentan compensar la degradación causada por el tiempo y el uso en equipos e instalaciones. Los departamentos de mantenimiento, teniendo en cuenta esta definición, intentan asegurar cuatro objetivos básicos: disponibilidad, fiabilidad, vida útil y coste (Asociación Española para la Calidad (AEC), 2015).

Según (Alvarez & Vidondo, 1981) describe:

La importancia de la realización de la misma reside principalmente en una Función Preventiva, evitando que las piezas y partes vitales para el funcionamiento de un determinado artefacto se desgasten, o haciendo que su funcionalidad o utilidad se prolongue más tiempo, aumentando su Ciclo Vital y que un dispositivo pueda ser

utilizado el mayor tiempo posible sin necesidad de ser cambiado para ser considerado defectuoso.

El objetivo principal del mantenimiento es conseguir una producción óptima de las maquinas e instalaciones con el máximo de seguridad para todo el personal que realiza el mantenimiento y para el personal que las utiliza, y todo esto al menos costo posible.

4.5.1 Tipos de mantenimiento industrial

Citando a RENOVATEC (2017), estos trabajos pueden dividirse en tres grupos principales:

- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento Correctivo

4.5.1.1 Mantenimiento Predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

4.5.1.2 Mantenimiento Preventivo

Es el conjunto de actividades que deben realizarse para evitar el desgaste, conservar la maquina en perfectas condiciones de funcionamiento y evitar los paros imprevistos por causa de avería. (Alvarez & Vidondo, 1981)

Estas actividades pueden agruparse en las siguientes:

-Limpieza.

- Lubricación
- Inspección de funcionamiento
- Control de calidad de las reparaciones.

Según ALDAKIN (s, f), las ventajas y desventajas de un mantenimiento preventivo pueden mencionarse a continuación:

Ventajas del mantenimiento industrial preventivo

En cuanto a las ventajas del mantenimiento industrial preventivo, cabe destacar las siguientes:

- Sin duda, se reducen porcentualmente los riesgos de error y fugas, que son mucho menos probables.
- En comparación con otro tipo de mantenimiento, el coste es mucho menos elevado, especialmente frente a los fallos no planificados, que se reducen considerablemente con esta técnica.
- Se reducen los paros imprevistos, lo que aumenta la productividad y los tiempos de trabajo constante.
- Permite un mayor control sobre la producción y facilita la planificación de planes, instalación de nuevos dispositivos, aplicaciones de nuevas técnicas, etc.

Contras del mantenimiento industrial preventivo

En lo referente a las desventajas del tipo de mantenimiento industrial preventivo, destacamos

- Es más complejo diagnosticar el nivel de desgaste que sufren las piezas que forman los diversos equipos.

En la **Figura 7**, se muestra el procedimiento para desarrollar el mantenimiento que facilite el cumplimiento de los estándares de las empresas.

Etapa	Definición de la Etapa	Responsable	Registro
Implementación	Implementar el cronograma de mantenimiento con el fin de prever fallas.	Servicios Generales	Cronograma de Mantenimiento Preventivo
Reportar Cronogramas	Hacer entrega del cronograma al personal de mantenimiento	Servicios Generales	Cronograma de Mantenimiento Preventivo
Cumplimiento	Cumplir con las actividades programadas y registrar	Personal de Mantenimiento	Hoja de Vida del Equipo
Verificar el cumplimiento o reportar	Verificar que el cronograma se cumpla, de lo contrario, reportar a Servicios Generales	Jefe de Mantenimiento	Registro de solicitud de acción preventiva

Figura 7. Procedimiento para el mantenimiento.

Fuente: ALDAKIN

4.5.1.3 Mantenimiento Preventivo Planificado

Se llama mantenimiento preventivo planificado a todo el conjunto de medidas de carácter técnico y organizativo, mediante los cuales se lleva a cabo el mantenimiento y la reparación de los equipos. Estas medidas son elaboradas previamente según un plan que asegura el trabajo constante de los equipos.

Composición del sistema de mantenimiento preventivo planificado

- 1) Servicio diario del equipo
- 2) Trabajos periódicos
- 3) Revisión
- 4) Reparación pequeña
- 5) Reparación mediana

6) Reparación general

7) Reparación imprevista

4.5.1.4 Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades de mantenimiento destinadas a corregir los fallos y averías imprevistas. Suelen ser reparaciones breves en las cuales se procura que el tiempo de paro sea lo más corto posible, pero también incluye las grandes reparaciones.

Cuando se presenta una avería, lo primero que hay que hacer es averiguar la causa de la misma y ponerle remedio, aun antes de reparar los desperfectos producidos. (Lira & Sandoval, 2018).

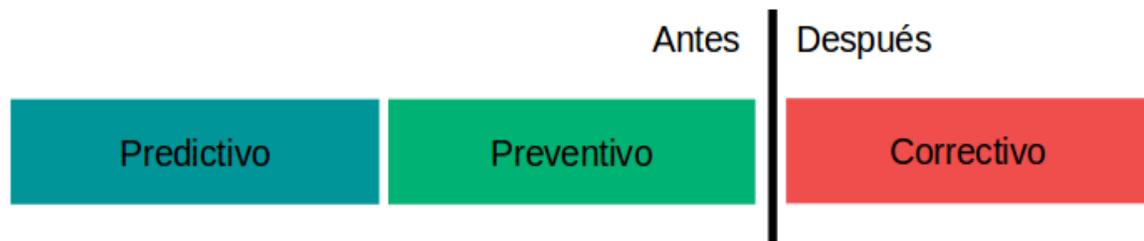


Figura 8. Secuencia de los mantenimientos

Fuente: CEFIRE

La planeación centrada en los procesos, todo mantenimiento debe seguir un proceso preestablecido y planificado según el manual de mantenimiento de la empresa. Para efectuarlo se describe la secuencia que debe llevar, **Figura 8.**

4.6 Planeación del mantenimiento

La planificación del mantenimiento es una actividad importante que permite a los supervisores del área de proceso o personal de mantenimiento realizar las actividades planeadas en tiempo y forma (Soto, 2017).

La planeación del mantenimiento también permite programar los proyectos a mediano y largo plazo de las acciones de mantenimiento que dan la dirección a la industria.

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas

Citando a Chucin (2008), muchos son los objetivos alcanzados al llevar un programa de mantenimiento tales como:

- Minimizar al máximo las acciones correctivas. Intervenir con el mantenimiento antes de que se produzca la avería, pudiendo planificar las tareas y recursos necesarios.
- Reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones.
- Aumentar la disponibilidad de la maquinaria, aumentando así su capacidad productiva y obteniendo mayor rentabilidad.
- Alargar la vida útil de los equipos, para que puedan seguir funcionando perfectamente el mayor tiempo posible sin necesidad de ser sustituidos por otros nuevos.
- Aumentar la productividad de la maquinaria y el operador, evitando así los tiempos muertos.
- Evitar la pérdida de materia prima que quede inutilizable por mal procesados en la cadena de fabricación.
- Reducir los riesgos de accidentalidad laboral por rotura de componentes

4.7 Lubricación de las Maquinas-Herramientas

Según Shigley (2008), encontró en su investigación que:

El propósito de la **lubricación** consiste en reducir la fricción, el desgaste y el calentamiento de elementos de máquinas, que se mueven uno con respecto al otro. Se define un lubricante como cualquier sustancia que, cuando se inserta entre las superficies móviles, logra estos propósitos. (p.598).

4.7.1 Tipos de lubricación

Existen cinco formas de lubricación:

1. Hidrodinámica
2. Hidrostática
3. Elastohidrodinámica
4. Límite
5. De película sólida

La *lubricación hidrodinámica* significa que las superficies de soporte de carga del cojinete se encuentran separadas por una película de lubricante relativamente gruesa, para prevenir el contacto de metal con metal y que la estabilidad que se obtiene de esta manera pueda explicarse mediante las leyes de la mecánica de fluidos.

La *lubricación hidrostática* se obtiene al introducir el lubricante, que a veces es aire o agua, en el área de soporte de carga a una presión suficientemente alta para separar las superficies con una película de lubricante relativamente gruesa.

La *lubricación Elastohidrodinámica* es el fenómeno que ocurre cuando se introduce un lubricante entre las superficies en contacto rodante, como en los engranes acoplados o en cojinetes de rodamiento.

Un área de contacto insuficiente, una caída de la velocidad de la superficie móvil, una reducción de la cantidad de lubricante que se suministra al cojinete, un incremento de la carga del cojinete o un aumento de la temperatura del lubricante, provocan una disminución de la viscosidad y evitan la acumulación de una película suficientemente gruesa para la lubricación de una película completa. Cuando esto sucede, las asperezas más superficiales quizá queden separadas por películas de lubricante de sólo varias dimensiones moleculares de espesor. Este caso se conoce como *lubricación límite*.

De acuerdo con su origen, los aceites lubricantes se clasifican como:

1. Aceites animales.
2. Aceites vegetales.
3. Aceites minerales.
4. Aceites sintéticos.
5. Grasas.
6. Lubricantes sólidos.

Según Manual de mantenimiento y lubricación SKF (2015) proporciona que:

4.7.2 Grasas lubricantes

Las grasas lubricantes consisten en un aceite mineral o sintético combinado con un espesante.

Estos espesantes suelen ser jabones metálicos.

Sin embargo, también existen otros espesantes, como la poliurea, que se pueden utilizar en aplicaciones donde haya, por ejemplo, temperaturas altas. Las grasas también incluyen aditivos que mejoran algunas de sus propiedades.

La consistencia de la grasa depende, principalmente, del tipo y de la concentración del espesante, así como de la temperatura de funcionamiento de la aplicación. Los factores más importantes que se deben tener en cuenta cuando se selecciona una grasa son:

- Rango de temperaturas

- Consistencia
- Viscosidad del aceite base
- Protección contra la corrosión
- Capacidad de carga
- Miscibilidad

Consistencia

Las grasas se dividen en diferentes clases de consistencia de acuerdo con el Instituto Nacional de Grasas Lubricantes (National Lubricating Grease Institute, NLGI). La consistencia de la grasa lubricante no debería sufrir cambios drásticos si se encuentra dentro de su rango de temperatura específico.

Miscibilidad

Si es necesario cambiar de una grasa a otra, se debe tener en cuenta la miscibilidad o capacidad para mezclar las grasas sin efectos adversos. Si se mezclan grasas incompatibles, la consistencia que se obtiene puede cambiar de manera muy drástica, lo que puede causar daños en el rodamiento debido a fugas graves.

Las grasas con el mismo espesante y aceites base similares, generalmente, se pueden mezclar sin que esto traiga consecuencias perjudiciales.

Por ejemplo, una grasa con espesante de litio/aceite mineral, generalmente, se puede mezclar con otra grasa con espesante de litio/ aceite mineral.

4.7.3 Lubricación con aceite

Generalmente, se usa aceite para lubricar los rodamientos cuando ocurre lo siguiente:

- Las altas velocidades o temperaturas de funcionamiento no permiten el uso de grasa.

- Es necesario eliminar el calor excesivo de la posición del rodamiento.
- Los componentes adyacentes (engranajes, etc.) están lubricados con aceite.

Todos los métodos de lubricación de rodamientos que utilizan aceite limpio son aceptables para prolongar la vida útil del rodamiento. Estos incluyen:

- Método de lubricación por circulación de aceite;
- Método de chorro de aceite;
- Método de aceite y aire.

Cuando se utilizan los métodos de lubricación por circulación de aceite o de aceite y aire, se deben proporcionar conductos con dimensiones adecuadas que permitan que el aceite que circula por el rodamiento pueda salir de la disposición.

4.7.4 Requisitos de los lubricantes

Según Shigley (2008), encuentra en su trabajo que:

Viscosidad

Se puede definir como la resistencia interna de un fluido que impide el movimiento de una capa de fluido sobre otra. Esta es la propiedad más importante de los aceites.

Estabilidad física

El aceite lubricante debe ser físicamente estable a diferentes temperaturas. No debe vaporizarse en condiciones de trabajo.

Estabilidad química

El lubricante debe ser químicamente estable y no debe oxidarse con facilidad. No debe descomponerse a altas temperaturas. Además debe ser resistente a la corrosión y poseer un punto elevado de ignición.

Según Manual de Gestión Lubricante Skf (2013), se explica que:

4.7.5 Gestión de Lubricación

Un buen programa de lubricación se puede definir aplicando el enfoque de las 5C:

“El lubricante correcto, en la cantidad correcta, que alcanza el punto correcto en el momento correcto con el método correcto”

Este enfoque lógico y sencillo, sin embargo, requiere un plan de acción detallado que debe incluir aspectos tan variados como (**Figura 9**):

- Logística y cadena de suministros
- Selección del lubricante
- Almacenamiento y manejo de lubricantes
- Planificación y programación de las tareas de lubricación
- Procedimientos de aplicación de lubricantes
- Análisis de lubricantes y monitoreo de la condición
- Manejo de residuos de lubricantes
- Capacitación

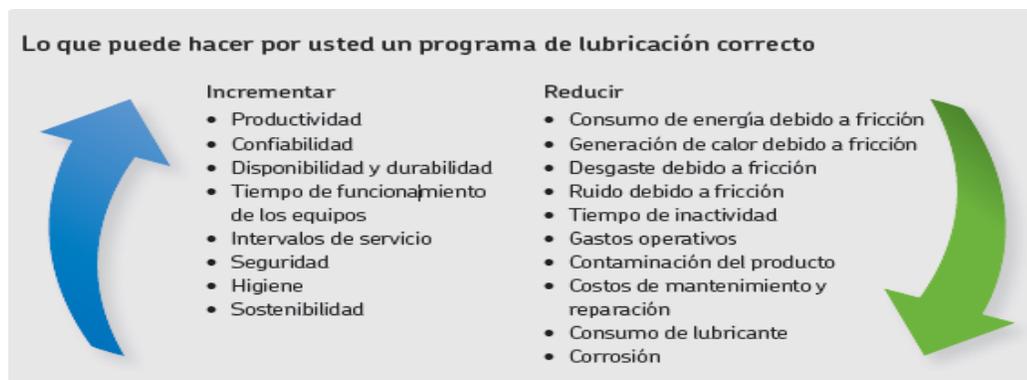


Figura 9. Correcto enfoque de lubricación

Fuente: SKF, 2013

5. Análisis y presentación de resultados

5.1 Diagnostico

Al llegar a las instalaciones del Taller de Maquinas-Herramientas no se encontraba manuales de mantenimiento para los Tornos Colchester Studio 1800, programación ni protocolo de secuencia de algún tipo de mantenimiento a efectuarse a dichas máquinas.

En la recolección de información y reconocimiento de datos del taller solo se destacaba la ejecución de mantenimientos correctivos, que por mal organización estructural se invertía demasiado dinero en fallas imprevistas, por lo cual el efectuar el plan de mantenimiento preventivo reduciría costos de reparación, disminución de consumo eléctrico por funcionamiento inadecuado de la máquina.

5.1.1 Estética de los tornos

El cambio de grasa lubricante para los ejes de roscado y automático, no se ha realizado en tiempo y forma, lo que lleva a un deterioro de los ejes por efecto de la fricción entre el eje y el carro auxiliar.

Un ajuste en el periodo de sustituir la grasa obsoleta, garantiza el movimiento libre y trabajo del operador con mayor facilidad.



Figura 10. Eje roscado y automático

Fuente: Propia

5.1.2 ¿Qué es fricción?

Cuando una superficie se desliza sobre otra, siempre hay resistencia al movimiento. Esta fuerza de resistencia, o fricción, depende de la naturaleza de las dos superficies en contacto. Cuando la fricción es pequeña, por ejemplo cuando un esquiador se desliza hacia abajo sobre la nieve, el movimiento es suave y fácil.

Cuando la fricción es grande, deslizarse se vuelve difícil, las superficies se calientan y sufren desgaste. Esto pasa, por ejemplo, cuando las pastillas de freno son aplicadas para disminuir la velocidad de un vehículo.

5.1.2.1 ¿Qué causa la fricción?

La fricción es el resultado de la rugosidad de las superficies. Bajo microscopio electrónico, aún las superficies aparentemente más lisas (menos rugosas), muestran muchas rugosidades o asperezas.

Dos superficies que aparentan estar en contacto total, realmente se están tocando una con la otra en los picos de sus asperezas. Toda carga es por lo tanto soportada solamente en unos pequeños puntos y la presión sobre estos es enorme.

Cuando las superficies se mueven, las asperezas pueden quedar trancadas una con las otras y se pueden soldar. Cuanto más presione una superficie con la otra, mayor será la fricción.

5.1.2.2 Consecuencias de la fricción

En la mayoría de las máquinas es importante minimizar la fricción entre las partes móviles. Cuando la fricción es excesiva, tiene que hacerse trabajo adicional para continuar el movimiento. Esto genera calor y gasto de energía. La fricción también incrementa el desgaste y por tanto reduce la vida de la máquina.

Para evitar un desgaste excesivo se toma en cuenta los tipos de lubricantes: De acuerdo a su estado los lubricantes se pueden clasificar así:

- Gaseosos (aire).
- Líquidos (Aceites).
- Semi-sólidos (grasas).
- Sólidos, Por ejemplo: (Bisulfuro de molibdeno, grafito, talco).

En el caso particular de los tornos se toma el lubricante de tipo semi-sólido, que se aplica en superficies donde el aceite lubricante líquido no se puede adherir de forma consistente a la superficie.

Las ventajas más relevantes, derivadas del uso de una grasa lubricante en comparación con un aceite, son las siguientes:

- Mayor adherencia a superficies
- Mejor capacidad de sellado y aislamiento del medio
- Excelente protección contra el desgaste
- Superior lubricación frente a altas cargas y bajas velocidades
- Superior protección contra la corrosión
- Más amplio rango de temperaturas de operación
- Más efectiva absorción de ruido y vibraciones
- Menor migración del punto de lubricación

5.2 Refrigeración

Esta consiste en hacer salir por un tubo abundante líquido (taladrina o aceite de corte), el cual en contacto con la herramienta y la pieza, hace que estos evacuen calor que se desprende por el rozamiento de la fresa contra la pieza, en el arranque del material.

Con este sistema de refrigeración se obtiene las siguientes ventajas como son:

- Menor desgaste del corte de la fresa lo que asegura una mayor duración.
- Reducción del escarbotamiento entre dientes que provoca la viruta efectuada.
- Acabado superficial de mejor calidad.

Al realizar el chequeo del recipiente del refrigerante se logra apreciar el grado de descomposición del refrigerante por lo cual esta problemática hace que el corte de acero no sea de la mejor calidad, disminuye la vida útil de la cuchilla de corte, no cumple la función de reducir la temperatura de trabajo por la acidez y contaminación de partículas que en el recipiente se encontraba.



Fuente: Propia

5.2.1 Limpieza del recipiente del refrigerante

La eliminación completa del refrigerante permite una limpieza al motor y filtro de succión para la correcta circulación del líquido.



Fuente: Propia

Las conexiones eléctricas del motor de succión del refrigerante se encontraron en buen estado, por lo que solo se llevó a cabo limpieza y ajuste de los tornillos de conexión.



Fuente: Propia

Motor de trabajo del torno con suciedad extrema, perjudicando a las correas el deslizamiento en las poleas así como el recalentamiento de la carcasa del motor (anterior a realizar el mantenimiento).



Fuente: Propia

Con la limpieza del motor se obtiene los siguientes beneficios:

- Estética del motor y baja temperatura al trabajar
- Correcto agarre de las bandas ala polea
- Eliminación de hedor y corrosión del chasis del torno



Correa del motor con desgarramiento en su superficie, así como el estiramiento de la misma que perjudica las rpm de trabajo del torno.

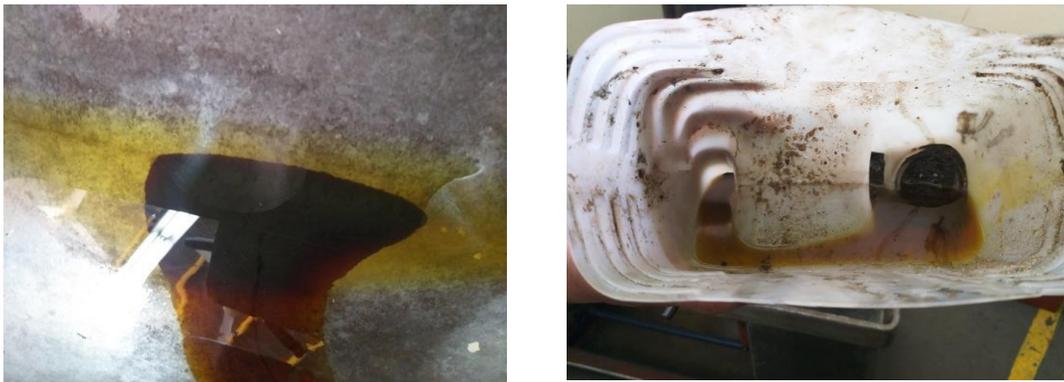


Fuente: Propia

5.3 Extracción del aceite del torno

Al extraer el aceite de la caja de cambios, la caja del carro auxiliar se encontró lo siguiente:

1. Aceite acidificado
2. Perdida de las propiedades de lubricación del aceite en su mayoría
3. Sedimentos y virutas en el aceite, fango en la parte inferior de la caja de engrane del torno



Fuente: Propia

6. Ejecución del plan de mantenimiento

Para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo se desarrolló en el siguiente orden:

1. Desarme de las piezas móviles de la bancada (Figura (a).)
2. Tapas de guarda motor de refrigeración y del torno (Figura (b).)
3. Tapa de sistema eléctrico (Figura (c).)
4. Juego de engranes de la parte posterior del torno (Figura (d).)
5. Extracción de correas (Figura (e).)
6. Remoción de toda la pintura del torno por descascaramiento y mal estética (Figura (f).)
7. Pulir y lijar la superficie a pintar
8. Extracción del aceite de la caja de cambios del torno y carro auxiliar (Figura (g).)
9. Limpieza con desengrasante, gas, y ase para la posterior aplicación de pintura (Figura (h).)
10. Secar la superficie del torno



Figura (a)



Figura (b)



Figura (c)



Figura (d)



Figura (e)



Figura (f)



Figura (g)



Figura (h)



Figura (i)

6.1 Codificación de partes y Componentes del Torno Colchester-Student 1800

Tabla 1. Partes y Componentes del Torno Colchester-Student

No.	Componente	Código
1	La Bancada	TCS-01
2	Cabezal Fijo	TCS-02
3	Carro Principal de Bancada	TCS-03
4	Carro de Desplazamiento Transversal	TCS-04
5	Carro Superior Porta Herramienta	TCS-05
6	Porta Herramienta	TCS-06
7	Caja de Movimiento Transversal	TCS-07
8	Mecanismo de Avance	TCS-08
9	Tornillo de Roscar o Patrón	TCS-09
10	Barra de Cilindrar	TCS-10
11	Barra de Avance	TCS-11
12	Cabezal Móvil	TCS-12
13	Plato de Mordaza(Usillo)	TCS-13
14	Palancas de Comando del Movimiento de Rotación	TCS-14
15	Contrapunta	TCS-15
16	Guía	TCS-16
17	Patas de Apoyo	TCS-17
18	Platos de tres y cuatro garras(Muelas)	TCS-18
19	Porta Herramienta o Porta Cuchilla	TCS-19
20	Cuchillas de Tronzar, Roscar y Refrentar	TCS-20
21	Llave de Ajustar Mordazas	TCS-21
22	Llaves Fijas 1/2 y 3/4	TCS-22
23	Mandril	TCS-23
24	Mechas de Centro	TCS-24
25	Gramil	TCS-25
26	Martillo de Goma	TCS-26
27	Moleteador	TCS-27

Fuente: Pirela, 2008

6.2 Pintura del torno

A partir de la ejecución del mantenimiento, se lleva a cabo la aplicación de la pintura para mejorar la apariencia y estética de la máquina para el uso estudiantil y de la Facultad de Tecnología de la Industria.

Cobertura de los indicadores de medición y aplicación de base para pintar



Fuente: Propia

Se utilizó el tipo de base marca NAVA, la cual garantiza:

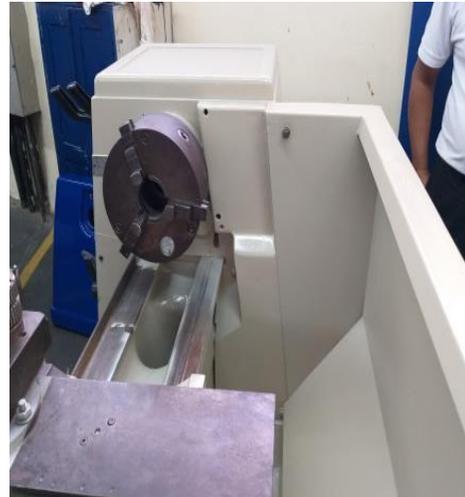
- Agarre a la superficie de trabajo
- Rápido secado para reducir costos por tiempo tardío
- Duración en la pintura a aplicar



Fuente: Propia

El tipo de pintura en la aplicación es de tipo Fast-Dry Esmalte de color azul y crema, teniendo como características de aplicación:

- Resistencia a sustancias químicas medianamente agresivas.
- Rápido secado que permite un proceso de aplicación y puesta en uso.
- Excelente brillo y protección.



Fuente: Propia

6.3 Tipo de banda.

Se instalo es Banda en V A-74 de la marca GATE (Hi power)

Las bandas trapezoidales son esenciales para la transmisión de potencia en aplicaciones industriales. El deslizamiento, el estiramiento y el desgaste de la banda provocan grandes problemas para la mayoría de las instalaciones, con un tiempo de inactividad excesivo requiriendo constantemente mantenimiento y reemplazo de bandas de bajo rendimiento.



Fuente: Propia

- Las Bandas GATE, proporcionan máximo soporte y contacto con la ranura de la polea
- Las uniones de las cuerdas son fuertemente unidas al cuerpo de la banda, permitiendo una larga vida útil.

6.4 Cambio de refrigerante de corte de acero Aceite soluble Phillips 66.

- Es un fluido para trabajar metales, miscible en agua y sin cloro, diseñado para emulsionarse fácilmente
- Beneficios de producto:
- Excelentes propiedades refrigerantes y lubricantes
- Ayuda a extender la vida útil de la herramienta de corte
- Reduce el desgaste de la muela abrasiva
- Buen acabado superficial
- Protección mejorada contra el oxido
- Adecuado para metales ferrosos y no ferrosos



Fuente: Propia

6.5 Limpieza del motor del torno y acabado de pintura



Motor eléctrico



Contra Punto



Tapa Superior



Bancada y Carro Porta-Herramientas

Fuente: Propia

6.6 Lubricación del torno, se aplica el aceite lubricante GL- 1 140

Aceite Equivalente GL-1 140

Aceite para transmisión manual (Akron, 2008)

Propiedades:

- Antioxidantes.
- Antiespumantes.
- Elaborado con el balance exacto de aceites vírgenes altamente refinados.
- Brinda toda la protección a la transmisión manual cuando se requiere un fluido con la especificación API GL-1.

Beneficios:

- Tiene gran capacidad para soportar cargas.
- Brinda buena estabilidad natural contra la oxidación.
- Forma una película continua de lubricante, por la efectiva acción de antiespumante.
- Posee buena fluidez a baja temperatura.
- Recomendado en cajas de velocidad con elementos de bronce.



Fuente: Propia

3.2.2 Niveles de calidad API

Los lubricantes para engranajes se definen como GL (Gear Lubricant).

CLASIFICACIÓN	TIPO DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS
GL-1	Servicio poco severo bajo condiciones normales. Engranajes cilíndricos y cónicos con cargas ligeras y uniformes (transmisiones, diferenciales, tornillos sin fin). Obsoleto	Aceite mineral sin aditivos EP. Pueden tener antioxidantes y antiespuma.
GL-2	Condiciones severas de carga. Engranajes de tornillo sin fin y corona cuando no es suficiente GL-1. Obsoleto	Sin aditivos EP. Contiene aditivos de antidesgaste o de densidad.
GL-3	Condiciones severas de cargas. Cajas de cambio manuales y diferenciales con engranajes cónicos. Obsoleto	Poca cantidad de aditivos EP. Con aditivos antidesgaste.
GL-4	Diferenciales con engranajes cónicos espirales e hipoides (transmisiones manuales sincronizadas, diferenciales con engranajes hipoides y pequeños ejes). (Sustituye a GL-1, GL-2 y GL-3)	Prestaciones EP medias. Satisfacen la norma MIL-L-2105.
GL-5	Para condiciones muy severas y cargas variables. Diferenciales con engranajes hipoides y grandes ejes. No cambios sincronizados (no supe a GL-4)	Extrema presión (prestaciones EP elevadas). Satisfacen norma: MIL-L-2105-D.
GL-6	Diferenciales hipoides con grandes distancias entre ejes de la corona y del piñón. Obsoleto	Cumplen la norma FORD ESW M2 C.105 A.
MT-1	Cajas de cambio manual no sincronizadas que trabajen con servicio muy severo. (Autobuses y camiones de servicio pesado). Brindan protección contra la combinación de degradación térmica, desgaste de los componentes y deterioro del sello de aceite, algo que no proporcionan los lubricantes que cumplen únicamente con los requisitos de API GL-4 y API GL-5. Menor oxidación y mayor vida útil que un GL-4 o GL-5.	No cubiertas por lubricantes que cumplen GL-1 al GL-5. Mejor estabilidad térmica y mayor vida útil.

Tabla 3.2.2.a- Niveles API: Lubricantes de engranajes.

Fuente: Akron, 2008

6.7 Grasa Lubricante

Las ventajas más relevantes, derivadas del uso de una grasa lubricante en comparación con un aceite, son las siguientes:

- Mayor adherencia a superficies
- Mejor capacidad de sellado y aislamiento del medio
- Excelente protección contra el desgaste
- Superior lubricación frente a altas cargas y bajas velocidades
- Superior protección contra la corrosión
- Más amplio rango de temperaturas de operación
- Más efectiva absorción de ruido y vibraciones
- Menor migración del punto de lubricación

El desarrollo de las industrias aeronáutica, civil, construcción, transporte, energética, agroalimentaria y médico-farmacéutica, entre otras, ha impulsado el desarrollo de productos petroquímicos y vegetales. Gracias a ello se pueden formular grasas para lubricar componentes de máquinas que trabajan en las condiciones más extremas, por ejemplo temperaturas desde -180°C hasta 1200°C , velocidades desde 2 hasta 80.000 rpm. (Interempresas, 2013)

7 Indicadores de gestión del mantenimiento

7.1 CONFIABILIDAD

Se define como la probabilidad de que una máquina o equipo funcione satisfactoriamente, durante un tiempo específico y bajo condiciones operativas dadas. La confiabilidad se cuantifica mediante el tiempo medio entre fallos (MTBF).

Tiempo medio entre fallos (MTBF): Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a su capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado.

$$MTBF = \frac{\textit{T tiempo Disponible de Operacion}}{\textit{Nº Fallas}}$$

$$MTBF = \frac{\textit{T tiempo Total de Operacion} - \textit{T tiempo Total de Reparaciones}}{\textit{Nº Fallas}}$$

$$TBF = TTO - TTR$$

El cual nos da como resultado:

Tabla 2. Análisis de tiempo promedio entre fallos (antes del mantenimiento)

Análisis de tiempo promedio entre fallos					
Máquina	Nº de fallas	Tiempo total de operación (TTO)	Tiempo total de reparaciones (TTR)	Tiempo disponible de operación (TBF) hrs	MTBF (Hrs)
Torno Vertical	5	482	20	462	92

Fuente: Propia

NOTA: Estos tiempos se obtuvieron a través de las prácticas que se realizan en dichos tornos, estas las llevan a cabo los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial así como los de Ingeniería Mecánica.

Dichos tornos son utilizados también por el sector privado de la Universidad Nacional de Ingeniería IES y por parte de la UNI-NORTE para también ejercer sus prácticas.

La carrera de Ingeniería Industrial lleva acabo prácticas en el torno de acuerdo al plan de estudios de la asignatura Metalurgia y Tecnología Mecánica, la carrera de Ingeniería Mecánica realiza prácticas en dos asignaturas que son: Maquinas Herramientas y Procesos de Manufactura I.

Practicas 1er Semestre (Ing. Industrial)

Requisitos.

6 integrantes por grupo con una duración de 4hrs/grupo

Asignatura:

Metalurgia y Tecnología Mecánica:

UNI IES: 3 grupos, cada grupo de 45 estudiantes.

Lo que genera un total de 23 grupos de 6 estudiantes.

UNI NORTE: 1 grupo de 42 estudiantes.

Lo que genera 7 grupos de 6 estudiantes.

RUPAP: 3 grupos de 40 estudiantes y 1 de 28 estudiantes (4N1-Ind).

Lo que genera 25 grupos de 6 estudiantes.

Por consiguiente en la carrera de ingeniería industrial hay 55 grupos * 4hrs de uso en el torno, da un resultado de 220 hrs de trabajo en el equipo.

Practicas 2do Semestre (Ing. Mecánica)

Requisitos.

6 integrantes por grupo con una duración de 8hrs/grupo

Asignatura:

Proceso de manufactura I: 12 grupos

Maquinas Herramientas: 12 grupos

Por consiguiente en la carrera de ingeniería mecánica hay 24 grupos * 8hrs de uso en el torno, da un resultado de 192 hrs de trabajo en el equipo.

Otros Servicios.

Ferías Tecnológicas

Proyectos de curso (Resistencia de materiales 1 y 2, Teoría de máquina y mecanismo)

Prestaciones a las demás facultades

Trabajos Monográficos

Duración: **70 hrs**

Tiempo total de operación del torno: 220hrs + 192hrs + 70hrs = **482hrs al año lectivo**

7.2 MANTENIBILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo determinado y quedar en condiciones operativas.

La mantenibilidad depende de distintos factores como:

Maquina → accesibilidad

Factores organizativos → formación del personal

Factores operativos → habilidad

Se cuantifica mediante el tiempo medio de reparaciones (MTTR).

$$MTTR = \frac{\text{Horas de para o de reparacion}}{N^{\circ} Fallas}$$

El cual nos da como resultado:

Tabla 3. Análisis de tiempo promedio de reparaciones (antes del mantenimiento)

Análisis de tiempo promedio de reparaciones			
El análisis abarca un período de estudio de 6 meses			
Maquina	N° de fallas	Tiempo total de reparaciones (TTR)	MTTR (Hrs)
Torno vertical	5	20	4

7.3 DISPONIBILIDAD

Es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que un equipo esté disponible para su uso en un periodo de calendario dado. Para realizar un análisis de disponibilidad del equipo se debe tener en cuenta los correctivos y fallos, así como las actividades de mantenimiento programado que le aplican.

La disponibilidad depende de:

- La frecuencia de las fallas.
- El tiempo que nos demande en reanudar el servicio.

Así, se tiene que:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde:

MTBF = Tiempo medio entre fallos.

MTTR = Tiempo medio de reparaciones.

El cual nos da como resultado:

Tabla 4. Cálculo de la disponibilidad antes del plan de mantenimiento

Calculo de la disponibilidad antes del plan de mantenimiento							
Máquina	N° de fallas	Tiempo total de reparaciones (TTR)	Tiempo disponible de operación (TBF) hrs	MTTR (Hrs)	MTBF (Hrs)	Disponibilidad	Disponibilidad %
Torno Vertical	5	20	462	4	92	0.95850622	95.581

Fuente: Propia

Tabla 5. Análisis de tiempo promedio entre fallas (después del mantenimiento)

Maquina	N° de fallas	Tiempo total de operación (TTO) Hrs	Tiempo total de reparaciones (TTR) Hrs	Tiempo disponible de operación (TBF) hrs	MTBF (Hrs)
Torno Vertical	3	482	6	476	158.6667

Fuente: Propia

Tabla 6. Análisis de tiempo promedio de reparaciones (después del mantenimiento)

Indicadores después de implementar el plan de mantenimiento			
Máquina	N° de fallas	Tiempo total de reparaciones (TTR) Hrs	MTTR (Hrs)
Torno Vertical	2	6	3

Fuente: Propia

Tabla 7. Cálculo de la disponibilidad después del plan de mantenimiento

Calculo de la disponibilidad con la implementación del mantenimiento preventivo							
Máquina	N° de fallas	Tiempo total de reparaciones (TTR)	Tiempo disponible de operación (TBF) hrs	MTTR (Hrs)	MTBF (Hrs)	Disponibilidad	Disponibilidad %
Torno Vertical	2	6	476	3	158.6667	0.9814432	98.144

Fuente: Propia

Tabla 8. Fallas encontradas en el equipo

Máquina	Tipos de fallas
Torno Vertical	Desgaste de tornillos de fijación de los carros
	Desgaste de rodamientos
	Filtro obstruido de la bomba de refrigeración
	Aceite acidificado
	Bandas rotas

Fuente: Propia

7.3.1 Comparación entre las disponibilidades del mantenimiento

	(%)
Disponibilidad antes del mantenimiento	95
Disponibilidad después del mantenimiento	98



En la gráfica, la disponibilidad de la maquina aumento en un 3 %, al reducirse las fallas y mejorando de esta manera el tiempo disponible de operación.

8. Plan de mantenimiento

Mantenimiento Preventivo de los Tornos		Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
		Semana			Semana			Semana			Semana			Semana			Semana			Semana			Semana			Semana			Semana			Semana					
Equipo	Actividad	Tiempo (min)	Frecuencia	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
	Verificar el nivel de aceite en los depósitos	10	Semanal																																		
	Verificar la conexión eléctrica de la máquina	10																																			
	Lubricación de cojinetes, rodillos, bancada, rueda de cambio	45																																			
	Medición de consumo eléctrico del motor principal	15																																			
	Aplicar grasa a cadena y piñón de avanza rápido	20	Trimestral																																		
	Limpia filtro de sistema de refrigeración	25																																			
	Verificar estado de bandas del motor eléctrico	15	Semestral																																		
	Inspección de anclaje y pintura	20																																			
	Revisión general de parte mecánica	40																																			
	Revisión general de motores eléctrico	30	Anual																																		
	Cambio de Rodamientos	35																																			
	Cambio de aceite caja de velocidades	30																																			

Leyenda.

Color	Referencia
Blue	Semanal
Yellow	Trimestral
Green	Semestral
Purple	Anual

8.1 Presupuesto para el mantenimiento preventivo

Realizaremos un presupuesto el cual nos permitirá llegar al final del año haciendo que nuestro dinero rinda mejor sin efectuar gastos innecesarios. El primer paso para organizar nuestras finanzas es elaborar un presupuesto. Un presupuesto es una herramienta de planeación.

El presupuesto es un plan que expresa de manera cuantificable cómo vamos a administrar los ingresos y cuáles son las actividades en las que creceremos esos gastos, y todo esto con el fin de garantizar la sustentabilidad.

Para poder hacer un presupuesto se tiene que cuantificar e identificar los gastos que pueden ser insignificantes, desde un repuesto o servicio subcontratados hasta la adquisición de un equipo, algunos serán variables y algunos serán fijos todo debe estar presupuestado.

Costos de mantenimiento

El costo de mantenimiento ha sido visto como un mal necesario dado que se invierte en él con anticipación, pero se evitan pérdidas imprevistas, que resultan siendo aún mayores que los costos de mantenimiento preventivo.

Algunos costos de mantenimiento tomados en cuenta para el presupuesto son:

- Herramientas
- Insumos.
- Equipo de Protección Personal (EPP)
- Por instalación en edificio (Luz, agua)

El mantenimiento como elemento indispensable en la conformación de cualquier proceso productivo, genera un costo que es reflejado directamente en el costo de producción del producto.

Este presupuesto descrito a continuación permitirá realizar de manera satisfactoria todas las actividades propuestas y también incluye EPP para el personal.

8.2 Herramientas requeridas para la implementación del plan

- ✓ Pinzas
- ✓ Alicates de corte y doblado
- ✓ Typa Negra 3M
- ✓ Juego de destornilladores
- ✓ Juego de llaves Allen
- ✓ Juego de llaves Tork
- ✓ Escúter
- ✓ Juego llaves Fija-Corona
- ✓ Tijera Para cortar chapa
- ✓ Martillo de hule
- ✓ Martillo para golpe
- ✓ Punzón
- ✓ Gramil
- ✓ Llave inglesa
- ✓ Llave Stillson
- ✓ Compresor de aire, con manguera y pistola de presión
- ✓ Multímetro
- ✓ Comparador de Caratula analógica
- ✓ Nivel
- ✓ Vernier
- ✓ Limas

El Taller de Maquinas-Herramientas, cuenta con la diversidad de herramientas antes mencionadas, por lo cual en esta propuesta de mantenimiento preventivo, se omite el costo de compra de estos productos, que afectaría los gastos generales del plan.

Con esto se reduce el costo de ejecutar el plan, para redirigir los fondos del taller a insumos que se ocuparan a lo largo del año para la propuesta del plan de mantenimiento.

8.3 Insumos requeridos para la Implementación del plan

Tabla 9. Insumos

INSUMOS

Plan de Mantenimiento Preventivo de los tornos Colchester Student 1800 1 y 2.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
3	Removedor de pintura cuarto FURIOSO	250	750
1	Desengrasante Spry 500 ml FLAMINGO	135	135
3	Lija de agua 1000	19	57
2	Lija de agua 600	14	28
6	Lijas de agua 320	16.5	99
2	Rollo de papel para envoltura de pintura	30	60
2	Brocha 2" PRETUL	24	48
1	Cuchilla 9 y 18 mm STANLEY	60	60
4	Bandas en "V" A-74	250	1000
1	Galón Pintura Azul Optim Sintético	840	840
1	Galón Pintura Crema	840	840
1	Galón De Base para pintar NOVA	740	740
3	Galones de Thinner(Cener)	210	630
1/8	Clearn	125	125
1	Catalizador	35	35
4	Masking Tape	70	280
1	Mano de Obra Pintor Calificado	1000	1000

1	Mega Grey	120	120
1	Galón de refrigerante para acero	1200	1200
1	Bidón de Aceite Hidráulico GL-1 90	3300	3300
3	Litros de Diésel	30	90
2	Rollo de Hilaza	40	80

Tipo de Cambio	
U\$	C\$
1	35

TOTAL C\$	C\$11,517.0
TOTAL U\$	329.06

Fuente: Propia

8.4 Equipo de protección personal para la ejecución de actividades

Tabla 10. Equipos de Protección Personal

Equipos de protección personal Anual			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total anual
6	Lentes	C\$ 75.00	C\$ 450.00
2	Guantes de cuero	C\$ 120.00	C\$ 240.00
3	Guantes dieléctricos	C\$ 300.00	C\$ 900.00

Gran Total	C\$ 1,590.00
------------	--------------

Fuente: Propia

8.5 Costos por instalación

Tabla 11. Costos por instalación en edificio

Costos por instalación en edificio					
	Consumo	Unidad	Costo por consumo	Unidad	Total C\$/Hr
Luz	2.2	kW	6.8756	C\$/kW-Hora	15
Agua	0.16	m3	33.0194	C\$/m3-Hora	5

	Costos por consumo		Horas totales al año	Total C\$
Luz	15	C\$/Hora	482	C\$ 7,230.00
Agua	5	C\$/Hora	482	C\$ 2,410.00

Total Anual	C\$ 9,640.00
-------------	--------------

Fuente: Propia

Nota: Este costo anual por instalación está calculado para 1 turno, entonces se recalcula para obtener el costo por ambos turnos.

Costo anual por instalación por los 2 turnos sería: **C\$ 19,280.00**

Ver anexo 12.4 y 12.5 Costos por consumo verificado en BCN.

8.6. Costo total anual del plan de mantenimiento preventivo

Tabla 12. Costo Total por ejecutar la Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo.

Costo Total de Ejecución del Plan de Mantenimiento	
Insumos	C\$11,517
Epp	C\$1,590
Costo por instalación	C\$19,280
Total	C\$32,387

Fuente: Propia

En la proyección anual tenemos que tomar en cuenta que nos encontramos en un mercado que cambia constante y generalmente los precios tienden a subir. Al incrementar los precios de insumos, equipos de protección personal y costos por edificio esto influye directamente en el presupuesto.

Es importante prever estos incrementos, eso garantiza que se realicen todas las actividades propuestas sin afectar el presupuesto.

8.7. Incremento anual por alzas en el mercado

Tabla 13. Incrementos para cubrir alzas de precio anual.

Incrementos				
Costo	Justificación	Presupuestado	% de incremento (10%)	Presupuestado + Incremento
Insumos	Mercado Variante	C\$ 11,517	C\$1,151.7	C\$12,668.70
EPP	Mercado Variante	C\$ 1,590	C\$159	C\$1,749.00
Por edificio	Mercado Variante	C\$ 19,280	C\$1,928	C\$21,208.00
			TOTAL ANUAL	C\$35,625.70

Fuente: Propia

El costo por año lectivo por los 2 Tornos será C\$35,626 aprox. Incluyendo el incremento del mercado variante.

Normas de seguridad:

- ✓ Utilizar siempre la dotación de seguridad personal suministrada por la universidad.
- ✓ Desconectar el interruptor principal si se terminó el trabajo o se aleja de la máquina.

9. CONCLUSIONES

Es importante destacar el buen impacto que tiene el poseer un plan de mantenimiento para cualquier empresa, ya que con este de una u otra forma se conocerán datos o factores que nos darán muestra del estado de los equipos de esta forma se tomaran decisiones en el momento de realizar cualquier trabajo sobre ellos.

Se elaboró el plan de mantenimiento preventivo para los tornos convencionales que va a servir para mejorar el funcionamiento de los equipos, así como también aumentar la productividad y la eficiencia de las máquinas herramientas

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo requiere de un cambio de mentalidad y en las prácticas realizadas hasta el momento, acompañadas de una fuerte voluntad de hacerlo, estando convencidos de los beneficios que esto trae a los laboratorios.

La ejecución del plan de mantenimiento preventivo debe ser un reto asumido por un esfuerzo unánime de todos los interesados, desde la dirección de la facultad, pasando por los encargados de los laboratorios, hasta los técnicos del mismo.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la facultad de ingeniería mecánica, y especialmente a los encargados de los laboratorios, velar por el cumplimiento de este plan de mantenimiento preventivo, puesto que fue diseñado exclusivamente para ellos, en aras de mejorar las condiciones y disponibilidad de sus equipos.
- Es necesario crear estrategias para agilizar la gestión de compras por parte del almacén, con lo cual se pueda garantizar la existencia de repuestos en stock para el momento en que se necesiten.
- Se recomienda llevar un estricto registro de las intervenciones, cambios y reparaciones efectuadas en las máquinas y/o equipos, con el fin de realizar las modificaciones pertinentes al plan de mantenimiento preventivo, que lo hagan más exacto y eficiente.
- Se deben mantener las máquinas en óptimas condiciones, realizando el mantenimiento en las fechas previstas y siguiendo la descripción de actividades.

11. LISTA DE REFERENCIA

- ALDAKIN. (s,f). *Tipos de mantenimiento industrial*. Obtenido de Tipos de mantenimiento industrial: <http://www.aldakin.com/tipos-de-mantenimiento-industrial-ventajas-inconvenientes/>
- Alvarez, & Vidondo. (1981). *Tecnologia Mecanica 2-3*.
- Asociacion Española para la Calidad (AEC). (2015). *Mantenimiento*. Obtenido de Mantenimiento: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>
- Chucin, E. O. (2008). *Mantenimiento Industrial*. Ecuador.
- GROOVER, M. P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna*.
- Guerrero, O. E. (2008). *Procesos de manufactura*. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/4998/332571_Modulo2011.pdf;jsessionid=48A06886936900EE0F5B1DB904401BD0.jvm1?sequence=1
- Lira, J., & Sandoval, E. (2018). *Programa Integral de Mantenimiento y restauracion del taladro fresadora Gate Elliot OO*. Managua.
- Maquinas Industriales. (s,f). *Tornos Industriales*. Obtenido de Tornos Industriales: <https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/tornos-industriales/>
- Nava, J. D. (2001). *Aplicacion practica de la teoria de mantenimiento*. Venezuela.
- RENOVATEC. (2017). *Tipos de mantenimientos industriales*. Obtenido de Tipos de mantenimientos industriales: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

Soto, R. (2017). *Planificación y mantenimiento*. Obtenido de Planificación y mantenimiento: <https://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/planificacion-mantenimiento>

Valera, F. (2012). *Partes principales de un torno paralelo*. Obtenido de Partes principales de un torno paralelo: <https://www.indumetan.com/partes-del-torno-elementos-principales-del-torno-paralelo-mecanizados/>

12. ANEXOS

Anexo 12.1 Orden de trabajo de mantenimiento

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			ORDEN DE TRABAJO DE MANENIMIENTO		
MP:	MC:	OTRO:	Equipo/Máquina:	Código:	
Área:			Modelo:	Fecha:	
Servicio Interno			Serie:		
Externo Empresa			Marca:	Hora:	
Descripción del trabajo solicitado:					
INFORMACION TÉCNICA					
FALLAS DETECTADAS			MEDIDAS APLICADAS		
1	Envejecimiento		1	Funcionamiento	
2	Desgaste		2	Seguridad	
3	Operación indebida		3	Reparacion	
4	Mala instalacion		4	Adiestramiento	
5	Accesorios		5	Proteccion	
6	Desconocido		6	Supervision	
7	Cambio interno		7	Montaje/Desmont	
8	Sin falla		8	Descarte	
	otros			Otros	
MATERIALES					
Descripcion					Cantidad
INFORME Y OBSERVACIONES:					
			FECHA:		
			HORA:		
			SELLO DEL AREA/SERVICIO		
Firma del supervisor:		Firma del Técnico:			

Fuente: Propia

Anexo 12.2 Tiempos propuestos para actividades de mantenimiento.

TIEMPO PROPUESTO PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		
ACTIVIDAD	TIEMPO MEDIDO EN MINUTOS	TIEMPO PROPUESTO EN MINUTOS
VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE EN LOS DEPÓSITOS	5	10
VERIFICAR LA CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LA MÁQUINA	5	10
LUBRICACIÓN DE COJINETES, RODILLOS, BANCADA, RUEDA DE CAMBIO	35	45
MEDICIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DEL MOTOR PRINCIPAL	10	15
APLICAR GRASA A CADENA Y PIÑÓN DE AVANCE RÁPIDO	15	20
LIMPIAR FILTRO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	15	25
VERIFICAR EL ESTADO DE BANDAS DEL MOTOR	10	15
INSPECCIÓN DE ANCLAJE Y PINTURA	15	20
REVISION GENERAL DE PARTE MECÁNICA	30	40
REVISION GENERAL DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS	20	30
CAMBIO DE RODAMIENTOS	25	35
CAMBIO DE ACEITE DE CAJA DE VELOCIDADES	20	30

Fuente: Propia

Anexo 12.3 Hoja de inspección de los tornos

UNI-RUPAP		TALLER DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS			
HOJA DE INSPECCIÓN DE TORNO					
Equipo		Marca			
Fecha					
Responsable					
Hora inicio		Hora final			
					
			ESTADO		
ITEM	DESCRIPCIÓN		BIEN	MAL	OBSERVACIONES
1	SISTEMA ELÉCTRICO				
	El interruptor de encendido funciona correctamente				
	Cable de conexión a al red se encuentra en buenas condiciones				
	La carcasa metálica de la maquina esta conectada a tierra				
	Cable de alimentación presenta desgaste, corte, etc.				
	Funcionan las borneras de parada de emergencia				
2	NIVELES DE ACEITE				
	Nivel de aceite caja de velocidades				
	Nivel de caja de avance				
	Nivel de aceite en el soporte de árbol horizontal				
3	FUNCIONAMIENTO DE PARTES ELÉCTRICAS				
	Luces de tablero de encendido				
	Luces d tablero de control				
	Motor de caja de velocidades				
	Motor de sistema de refrigeración				
4	COMPONENTES MECÁNICOS				
	Palanca de caja de cambio				
	Palanca de caja de avance				
	Avance automático de cabezal horizontal				
	Sistema de bomba de refrigeración				

Fuente: Propia

Anexo 12.4 Precios promedios de energía eléctrica en Nicaragua

Precios promedio de la energía eléctrica

(córdobas por kilovatio hora)

Cuadro II-15

Año y mes	Bloques de consumo					Promedio nacional
	Residencial	Comercial	Industrial	Irrigación	Bombeo	
2020	7.4005	9.6524	7.0652	6.1536	7.6316	7.5063
Enero	7.4192	9.7805	7.2320	6.0492	7.6889	7.4391
Febrero	7.3076	9.7839	7.2695	6.0672	7.6865	7.5626
Marzo	7.4813	9.7744	7.0102	6.0410	7.6424	7.5586
Abril	7.5640	9.8360	7.5069	6.0752	7.5960	7.6759
Mayo	7.6644	9.8119	7.4551	6.2942	7.5919	7.6854
Junio	7.5190	9.8302	7.1974	6.5151	7.5868	7.6307
Julio	7.3817	9.4729	6.8590	5.9612	7.5575	7.3346
Agosto	7.3384	9.4529	6.8478	5.9115	7.6136	7.4275
Septiembre	7.2743	9.5122	6.8756	6.0603	7.6440	7.4880
Octubre	7.2760	9.4439	6.6954	6.2225	7.7000	7.3847
Noviembre	7.1800	9.4780	6.7685	6.4921	7.6404	7.3823

Fuente: BCN. INE

Anexo 12.5 Precios promedios de consumo de agua potable en Nicaragua.

Precios promedio del agua potable

(córdobas por metro cúbico)

Cuadro II-16

Año y mes	Bloques de consumo				Promedio nacional
	Residencial	Comercial	Industrial	Gobierno	
2020	10.1075	24.5377	32.8364	34.4865	13.1047
Enero	9.6478	24.5893	32.1290	33.9941	12.6138
Febrero	9.8131	24.7377	32.1274	33.9923	12.7022
Marzo	9.8068	24.5605	32.3592	33.8086	12.8275
Abril	10.1357	25.1979	33.5275	34.5306	13.3267
Mayo	10.2695	25.0564	33.4172	34.9149	13.3966
Junio	10.5584	25.0322	33.1234	35.0064	13.5515
Julio	10.2674	24.2248	32.7698	34.6533	13.2454
Agosto	10.2788	24.0693	32.8583	34.7969	13.2107
Septiembre	10.1103	23.8251	33.0194	34.4669	13.0035
Octubre	10.1866	24.0836	33.0326	34.7015	13.1695
Noviembre	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

Fuente : ENACAL.

Fuente: BCN. INAA

Anexo 12.6 Ficha técnica del torno Colchester Student 1800.

	Universidad Nacional de Ingeniería		FTI		
	Prácticas, Servicios Laboratorios / Talleres				
Versión	01	Rige a partir de	01	Enero	2018

FAC-FT08-SP01-PR01-01 TARJETA MAESTRA DEL EQUIPO

TARJETA MAESTRA DEL EQUIPO			
EQUIPO/MAQUINA:	TORNO	FACULTAD:	FTI
FABRICANTE:	COLCHESTER 600 TORNOS	UBICACIÓN FÍSICA:	TALLER MÁQUINAS- HERRAMIENTAS
MODELO:	STUDENT 1800	CÓDIGO DE INVENTARIO:	
MARCA:	COLCHESTER	NO. SERIE:	CLA 122/271/07
FECHA FAB:	1985	PROCEDENCIA:	INGLATERRA
FECHA DE COMPRA:	-	VENCIMIENTO GARANTIA:	SIN GARANTIA

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO:	800 KG	DIMENSIONES:	1.5 m / 1.4 m / 0.7 m
VOLTAJE:	220	AMPERAJE:	12

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO
<p>LONGITUD TORNEABLE MÁXIMA: 635 mm</p> <p>DIÁMETRO TORNEABLE SOBRE BANCADA(MAX): 330 mm</p> <p>POTENCIA DEL USILLO: 2.2 KW</p> <p>VELOCIDAD DE GIRO MÍNIMA DEL USILLO: 22 1/MIN</p> <p>VELOCIDAD DE GIRO MÁXIMA DEL USILLO: 1800 1/MIN</p>	

Fuente: Taller Máquinas-Herramientas FTI