

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LA MAQUINARIA DEL TALLER DE MÁQUINAS Y
HERRAMIENTAS DE LA UNIVERSIDAD DE AMÉRICA**

GONZALO ANDRES HERNANDEZ RIOS

**Proyecto integral de grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO**

Orientador

Rolando Soler Soler

Ingeniero Mecánico

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA

FACULTAD INGENIERIAS

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

BOGOTA

2023

NOTA DE ACEPTACION

Nombre
Firma del director

Nombre
Firma del presidente jurado

Nombre
Firma del jurado

Nombre
Firma del jurado

Bogotá D.C. enero de 2024

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la universidad y rector del claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica

Dra. Maria Fernanda Vega De Mendoza

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Vicerrectora de Investigaciones y Extensión

Dra. Susan Margarita Benavides Trujillo

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano de la Facultad

Dra. Naliny Patricia Guerra Prieto

Directora de Programa Ingeniería Mecánica

Ing. Maria Angelica Acosta Perez

Las directivas de la universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. ANTECEDENTES	12
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
4. JUSTIFICACIÓN	14
5. OBJETIVOS	15
5.1 Objetivo general	15
5.2 Objetivos específicos	15
6. METODOLOGÍA	16
7. EJEMPLO DEL DESARROLLO PLAN DE MANTENIMIENTO POR EL MÉTODO RCM	18
7.1 Identificación de equipos a analizar	18
7.2 Definición de los alcances y objetivos del análisis, así como es nivel de jerarquía, nivel y profundidad a lo que se quiere aplicar el estudio.	19
8. DELIMITACIÓN	22
9. LIMITACIONES	23
10. MARCO CONCEPTUAL	24
10.1 Torno convencional	24
<i>10.1.1 Componentes torno convencional</i>	25
10.2 Fresadora combinada	28
<i>10.2.1 Componentes fresadora combinada</i>	29
10.3 Taladros fresadores	31
<i>10.3.1 Componentes taladros fresadores</i>	33

10.4 Sierra sinfín	35
10.4.1 Componentes sierra sinfín	36
10.5 Prensas de banco	38
10.5.1 Componentes prensas de banco	39
10.6 Esmeril	41
10.6.1 Componentes esmeril	35
11. LUGAR	37
12. MATERIALES	38
13. EQUIPOS	39
14. MÉTODOS DE ANÁLISIS DOCUMENTAL O EXPERIMENTAL	40
15. RESULTADOS	41
15.1 Identificación de equipos a analizar del taller de máquinas y herramientas de la universidad de América	41
15.2 Definición de los alcances y objetivos del análisis, así como es nivel de jerarquía, nivel y profundidad a lo que se quiere aplicar el estudio	42
16. CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	71

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Formato de Factores de Puntos de Evaluación</i>	20
Figura 2 <i>Análisis de componentes de torno</i>	25
Figura 3 <i>Análisis de componentes en fresadora combinada</i>	29
Figura 4 <i>Análisis de componentes en taladro fresador</i>	33
Figura 5 <i>Análisis Componentes de la Sierra Sinfín</i>	36
Figura 6 <i>Análisis Componentes de prensas de Banco</i>	39
Figura 7 <i>Análisis Componentes de Esmeril</i>	35
Figura 8 <i>Datos de grafica periodo 2015-2018</i>	44
Figura 9 <i>Grafica de paradas de máquinas en el periodo de 2015-2018</i>	44
Figura 10 <i>Datos de grafica periodo 2019</i>	45
Figura 11 <i>Grafica parada de máquinas 2019</i>	46
Figura 12 <i>Formato de análisis criticidad de Tornos paralelos</i>	47
Figura 13 <i>Formato de análisis criticidad de Taladros fresadores</i>	48
Figura 14 <i>Formato de análisis criticidad de Sierra sinfín</i>	49
Figura 15 <i>Formato Análisis de criticidad de Fresadora Combinada</i>	50
Figura 16 <i>Formato análisis criticidad de Esmeril</i>	51
Figura 17 <i>Formato de análisis criticidad de Prensas de banco No 5</i>	52
Figura 18 <i>Análisis de Pareto por paradas</i>	66
Figura 19 <i>Análisis de Pareto por costos</i>	67
Figura 20 <i>Análisis de Pareto por costos</i>	67
Figura 21 <i>Muestras de aceite contaminado</i>	72

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 <i>Tabla de selección de equipos a analizar</i>	18
Tabla 2 <i>Tabla con definición y jerarquización de equipos</i>	19
Tabla 3 <i>Tabla equipos taller máquinas y herramientas</i>	41
Tabla 4 <i>Tabla de jerarquización de equipos en el taller de máquinas y herramientas</i>	42
Tabla 5 <i>Tabla de recopilación de datos y mantenimientos</i>	43
Tabla 6 <i>Tabla para análisis de criticidad sin marcaciones</i>	53
Tabla 7 <i>Tabla de análisis de criticidad</i>	55
Tabla 8 <i>Matriz de criticidad</i>	56
Tabla 9 <i>Tabla de programación de mantenimiento de tornos</i>	57
Tabla 10 <i>Tabla de programación de mantenimiento de fresadoras</i>	58
Tabla 11 <i>Tabla de programación de mantenimiento de sierra sinfín</i>	59
Tabla 12 <i>Tabla de programación de mantenimiento de Prensas de Banco</i>	60
Tabla 13 <i>Tabla de programación de mantenimiento de taladro fresador</i>	62
Tabla 14 <i>Tabla programación de mantenimiento esmeril</i>	64
Tabla 15 <i>Análisis de Pareto por número de paradas</i>	66

RESUMEN

En el presente trabajo de grado, se propone el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el taller de máquinas y herramientas de la Universidad de América. Este proyecto busca brindar un plan de mantenimiento estructurado y específico para la maquinaria establecida a la fecha. adicionalmente, este proyecto sirve para mostrar en futuras clases la manera correcta de establecer un plan de mantenimiento o ruta de mantenimiento en una maquinaria específica, sea en planta o talleres.

En este proyecto se busca cumplir con el correcto mantenimiento preventivo que deben tener los tornos, las fresadoras, el esmeril, los taladros fresadores, la sierra sin fin, la cabina de soldadura y el banco de trabajo con las 6 prensas. en este trabajo se propone estructurar un plan de mantenimiento para cada equipo, haciendo énfasis en unos aspectos generales: lista de verificación, pre-inicio de operaciones, finalización de operaciones e intervenciones de mantenimiento, sus respectivas notas o recomendaciones para su siguiente operación, limpieza y lubricación de cada máquina en su correspondiente caso.

Una vez completadas estas tareas según indicaciones técnicas propuestas, se procede a definir la criticidad de los equipos, analizando el histórico de fallas e intervenciones, para garantizar la disponibilidad en las actividades académicas programadas, definiendo un programa para el mantenimiento de equipos y estimar el reemplazo de los componentes que lo requieran.

A modo de presentar un punto de vista más detallado sobre el proyecto realizado, se pudo establecer que los equipos más críticos son los tornos #1 y #2, así mismo encontramos el esmeril y la sierra sin fin. para estos equipos es necesario aplicar un mantenimiento preventivo que en los apartados posteriores se indicara como se ejecutaran y así mismo con frecuencia es un periodo de 17 semanas que es lo que dura un semestre académico.

Palabras clave:

Ingeniería, mantenimiento preventivo, maquinas-herramientas

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo es una estrategia utilizada en diversas industrias para extender la vida útil de los equipos y reducir los costos de mantenimiento y reparación. En el contexto de la industria, el mantenimiento preventivo se ha vuelto aún más importante para garantizar la confiabilidad, disponibilidad y seguridad de los equipos críticos en los procesos de producción.

En este proyecto se planifica un programa de mantenimiento preventivo, el cual se basa en la identificación de equipos, partes críticas, la evaluación del estado actual de los equipos y la selección de los métodos de mantenimiento más adecuados. Además, se definirán los procedimientos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo y un muestreo de indicadores de desempeño para medir la efectividad del programa.

Adicional esto, se revisarán resultados de diferentes proyectos de grado consultados y analizados, para dar un apoyo a la estructuración del programa y el desarrollo del mismo. [1]– [3]

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a los parámetros que tiene establecidos la Universidad de América, junto con la carrera de Ingeniería Mecánica y la asignatura de taller de máquinas y herramientas del laboratorio 106, se logró identificar que la maquinaria del taller de máquinas y herramientas no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, para una mejor explicación de esto se habla de que actualmente el taller de máquinas y herramientas cuenta con un plan de mantenimiento correctivo semestral no planeado esto quiere decir que se hacen correcciones al momento de que se presente el fallo y no se toman acciones preventivas para evitar una parada de la máquina.

Claramente existe una falta de organización en la definición de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria el taller de máquinas y herramientas de la Universidad de América, sin que intervenga en las actividades académicas.

Adicional a esto, se han generado unos mantenimientos correctivos dentro del horario académico teniendo una pérdida de tiempo en los tiempos de ejecución de los proyectos establecidos. teniendo en cuenta estos hechos se ve la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento preventivo para que de acuerdo al uso de la maquinaria no genere costos elevados a la hora de una intervención en las maquina y así mismo prevenir malos funcionamientos a la hora de iniciar la operación.

Dentro del taller de máquinas y herramientas de la Universidad de América se encuentran 3 tornos paralelos, 2 fresas de torreta, 2 taladros fresadores, 1 sierra sinfín, 1 esmeril, 1 cabina de soldadura con equipo multipropósito y un banco de trabajo con 6 prensas. Cabe resaltar que, aunque el nombre es taller de máquinas y herramientas en este trabajo de grado se hará énfasis únicamente en las máquinas que lo componen.

2. ANTECEDENTES

En la actualidad los mantenimientos en la industria, se basan principalmente en prevenir o corregir alteraciones técnicas para evitar paros en la industria, por otro lado, cabe resaltar que la industria del mantenimiento en tiempos pasados, se enfocaba básicamente en que el operario era el encargado de hacer las tareas de mantenimiento, en la actualidad, con la aparición de las maquinas modernas y con sistemas automatizados se requirieron de capacitaciones previas para que no fueran los operarios los que se encargaran de estas labores, sino técnicos especializados para desarrollar estas tareas y así mismo dar un mejor soporte. [4]

Tomando como referencia el proyecto de investigación “MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS TORNOS CONVENCIONALES EN EL DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DEL IUTC” [5], este proyecto fue de carácter descriptivo y a su vez hizo pruebas de campo, en donde seleccionaron una población perteneciente al taller de máquinas y herramientas como instrumentos para recolección de datos, los insumos de recolección fueron encuestas, así mismo se utilizaron tablas y gráficos con distribución en frecuencias, los cuales reflejaron la situación en la cual se encontraban los tornos y posteriormente tener la evaluación de sus partes con sus componentes. Posteriormente, concluyeron que el mantenimiento preventivo realizado dentro de todo su círculo operativo comprende actividades, procedimientos y recursos para una duración determinada de acuerdo a lo que se vaya a implementar. [5]

Por otro lado, obteniendo como referencia el trabajo de “METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINAS DE BAJA UTILIZACION” este hace referencia sobre como el mantenimiento es un proceso que evita un deterioro de equipos o maquinaria y así mismo garantizar su disponibilidad operativa, este pretende obtener una reacción rápida ante imprevistos para poder disminuir el recambio de piezas almacenadas [6], adicionalmente esta actividad de mantenimiento tiene un impacto bastante fuerte en el sector financiero, debido a que en muchos casos se puede representar de un 15% a un 70% de los costos de producción, por esta razón es indispensable contar con un buen plan y diseño de mantenimiento para obtener un eficiencia en la aplicación de recursos. [6]

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Como diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el taller de máquinas y herramientas de la universidad de América?

4. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es de gran importancia debido a que, así como va a extender en cierto modo la vida útil de las piezas de la maquinaria del taller de máquinas y herramientas, también va a hacer que se reduzcan costos en cuanto a reparación de equipos, esto debido a que si se tiene establecida una posible falla esta va a ser corregida y no va a afectar el funcionamiento en cadena de otras partes importantes. [7]

Con la realización de este proyecto se espera que el resultado sea el de diseñar el plan de mantenimiento preventivo en el taller de máquinas y herramientas y así maximizar o garantizarla disponibilidad de los equipos en labores académicas.

En el apartado de máquinas, se cuentan con equipos físicos como lo son tornos, fresadoras, esmeril, prensas, y se buscan los catálogos de cada maquinaria para conocer todo su desempeño nominal y las partes más vulnerables a presentar fallos. [8]–[10]

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria del taller de máquinas y herramientas de la Universidad de América.

5.2 Objetivos específicos

- Definir la criticidad de los equipos del taller de máquinas y herramientas.
- Identificar los componentes de la maquinaria con mayor probabilidad de falla.
- Estructurar un plan de mantenimiento y realizar la elaboración de formatos para su implementación

6. METODOLOGÍA

La metodología a utilizar va a ser de tipo descriptivo, empezando por realizar una identificación de los equipos que requieran de un mantenimiento preventivo, con esto se hará una respectiva lista y se establecerá de qué manera iniciar.

Posteriormente, se establecerá la frecuencia en la cual se realizará el mantenimiento preventivo, esto va ligado de la criticidad de cada equipo con sus partes y seguir en gran parte las recomendaciones de los fabricantes, no en su totalidad debido a que son equipos que ya tienen muchas horas de funcionamiento encima, por lo que se analiza que se puede y que no se puede hacer.

En la identificación de las actividades de mantenimiento predefinidas para cada máquina, se realizará una lista de mantenimiento para cada equipo o sistema, esa lista se subdivide en tres campos: inspección, lubricación y limpieza.

Una vez realizada esta lista de apartados, se procederá a realizar un informe destacando en qué estado se encuentra la máquina y posteriormente se notificará cuando será el próximo mantenimiento. [20]

Para poder identificar la criticidad más alta de los equipos, se procederá a realizar un análisis de criticidad, lo que se le conoce como un plan de mantenimiento RCM, en el cual se aplica una serie de factores ponderados, para así mismo poder calificar el estado de las máquinas y su criticidad de acuerdo a los mantenimientos realizados posteriormente, también cabe resaltar que para esta identificación también se tiene en cuenta muchos otros factores y no solamente del estado de la máquina, sino por ejemplo, capacidad de reemplazo total o parcial de la misma.

A continuación, se mostrarán las estructuras bases de lo correspondiente a los pasos de un análisis de criticidad:

1. Identificación de equipos a analizar.
2. Definición de los alcances y objetivos del análisis, así como es nivel de jerarquía, nivel y profundidad a lo que se quiere aplicar el estudio.
3. Realizar un formato con diferentes puntos de evaluación, como lo son Frecuencia de Fallas, Impacto Operacional, Flexibilidad Operacional, Costos de mantenimiento e Impacto a Seguridad Ambiente e Higiene. Posteriormente se evaluarán con unas tablas de factores ponderados para su correcta evaluación y diagnóstico de los equipos.
4. Una vez se tenga completo el formato, se procede a realizar una tabla con consecuencia y

posteriormente se hallará la criticidad de los equipos para poder determinar el más crítico.

5. Realizar una matriz que contenga un Área de sistemas no críticos (NC), un área de sistemas de criticidad media (CM) y un área de sistemas con criticidad alta (CA), estos valores se consolidaran una vez se haya terminado la tabla de criticidad y se organizan según la matriz desarrollada.
6. Determinación del equipo más crítico.

A continuación, se procederá a realizar un apartado de lineamientos e imágenes que servirán de apoyo para su implementación.

7. EJEMPLO DEL DESARROLLO PLAN DE MANTENIMIENTO POR EL MÉTODO RCM

7.1 Identificación de equipos a analizar

Tabla 1

Tabla de selección de equipos a analizar

Código	Descripción	Cantidad	precio unitario	precio total

Nota. (tabla de selección de equipos a analizar) se puede evidenciar el formato de identificación de equipos, esto se utiliza para poder tener una jerarquización y un listado de equipos más conciso, en el cual se realizará un análisis de criticidad más organizado y preciso.

7.2 Definición de los alcances y objetivos del análisis, así como es nivel de jerarquía, nivel y profundidad a lo que se quiere aplicar el estudio.

Tabla 2

Tabla con definición y jerarquización de equipos

No	CODIGO	EQUIPO	Frecuencia de fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo Mantenimiento	Impacto SAH	A	B	Consecuencia	Criticidad

Nota. Una vez teniendo los equipos organizados por la Tabla .2 se podrá definir que jerarquización a su criterio debería llevar, cabe resaltar que se podrá elegir de qué manera jerarquizar, pero una vez establecidos todos los valores y una vez que, de el valor de la criticidad este, se debe organizar para llevar un mejor control de qué equipo va a ser el que más necesite mantenimiento preventivo.

- Realizar un formato con diferentes puntos de evaluación, como lo es Frecuencia de fallas, Impacto Operacional, Flexibilidad Operacional, Costos de mantenimiento, Impacto a Seguridad Ambiente e Higiene, y se evaluarán con unas tablas de factores ponderados para su correcta evaluación y diagnóstico de los equipos.

Figura 1

Formato de Factores de Puntos de Evaluación

FORMATO ANALISIS DE CRITICIDAD
Fundación Universidad de América

Encargado: Gonzalo Andrés Hernández Ríos **Área o Sección:**

Equipo: Equipo

Fecha: -

Marque con una x, cada uno de los parámetros del equipo según usted considere, relaciónelos con la lista de factores ponderados.

Factores ponderados

equipo	frecuencia fallas	
		elevado mayor a 3 fallas/año
		promedio 1-3 fallas /años
		Buena 0,5-1 fallas/año
		Excelente mínimo de 0,5 fallas/año

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Pobre mayor a 3 fallas al año	6
Promedio 1-3 fallas al año	4
Buena 0,5-1 fallas al año	2
Excelente menos de 0,5 fallas año	1

impacto operacional	
	Parada total del equipo
	parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistemas
	impacta a niveles de producción o calidad
	Repercute en costos operacionales asociados a disponibilidad
	No genera ningún efecto significativo

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada de todo el equipo	7
Parada del sistema o subsistema con repercusión en otro sistema	5
Impacta niveles inventario o calidad	3
No genera efecto significativo	1

Costo mantenimiento	
	mayor o igual a 80,000 (incluyendo repuestos)
	inferior a 80,000 (incluyendo repuestos)

COSTO MNTO	VALOR
Mayor o igual a 80,000	5
Inferior a 80,000	1

Impacto a seguridad ambiente e higiene	
	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización
	Afecta el ambiente e instalaciones
	Afecta las instalaciones causando daños severos
	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el ambiente.

IMPACTO SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE	VALOR
Afecta seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos de la organización	9
Afecta el ambiente/instalaciones	7
Afecta instalaciones con daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente seguridad)	3
No provoca ningún tipo de años a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Flexibilidad Operacional	
	No existe opción igual o equipo similar de repuesto
	El equipo puede seguir funcionando
	Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opción de producción ni función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido almacén	2
Función de repuesto disponible	1

Nota. Para la aplicación de este formato de ejemplo, es necesario tener un análisis profundo y de operación de la máquina, puesto que son factores que dependen única y exclusivamente de las condiciones de operación de la máquina, si el operario o en el caso de el encargado de realizar este formato no sabe de las condiciones de operación, no es conveniente que lo realice, debido a que dará unos resultados errados o en muchos casos puede que salgan positivos, pero no tendrá argumentos para enfatizar en que es verdadera la calificación de estos formatos.

Una vez llenada esta tabla mencionada anteriormente, se procede a analizar el equipo con la criticidad más alta y a partir de esto se implementa o se estructura un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria, enfocándose siempre en el equipo más crítico.

8. DELIMITACIÓN

Para el presente proyecto de grado se realizó la propuesta de un plan de mantenimiento para tornos, fresadoras, taladros fresadores, sierra sinfín, esmeril y prensas de trabajo, tomando la Universidad de América como el sector donde se realizará este plan de mantenimiento.

- Limitación Espacial: El presente trabajo se realizará en la Universidad de América, enfocándose en el taller de máquinas y herramientas de la universidad.
- Limitación Temporal: El presente proyecto se desarrolló entre 1 y 2 semestre de 2023.

9. LIMITACIONES

- Falta de información sobre catálogos, fichas técnicas u horarios de uso por parte de la coordinación de laboratorios.
- Fuentes de datos incompletos, por parte de la universidad
- La recolección de datos de información sobre los equipos fue de 4 meses desde junio 2023.

10. MARCO CONCEPTUAL

10.1 Torno convencional

Un torno convencional es una máquina herramienta capaz de torneear piezas cilíndricas, roscadas y cónicas; principalmente con marcos de metal, plástico y madera, removiendo partes de los mismos con una cuchilla u otras herramientas hasta lograr la forma deseada.

Las principales operaciones del torno son:

- **Corte:** sirve para cortar la pieza a trabajar hasta el tamaño deseado.
- **Roscado:** fabricación de tuercas o tornillos.
- **Desbaste:** molde a trabajar la pieza quitando cantidades de material, lo que implica desecho de virutas de grandes tamaños.
- **Acabado:** este proceso se hace regularmente después del desbaste, quitando capas muy mínimas de superficie para obtener un resultado más brillante y un área más limpia, las virutas que salen son más finas y pequeñas que los desbastes normales.

Las partes principales y básicas del torno son:

- **Bancada:** estructura principal la brinda base para otras partes, como lo es el carro principal y el sistema contrapunto ubicados en la parte superior de la bancada.
- **Copa Autocentrante (Chuck):** componente circular constituido por mordazas para sujeción de pieza a trabajar, haciéndola girar en torno a el eje central.
- **Contrapunto:** se encuentra en el extremo de la bancada, alineado perfectamente con el Chuck, como tal es un eje móvil que termina en punta y es el encargado de sujetar por el otro extremo la pieza a trabajar, lleno hacia el Chuck para dar ajuste a la pieza.
- **Carro Principal Longitudinal:** es las piezas más grandes del torno, se encarga de producir movimiento de avance a lo largo de la maquina a la herramienta de corte, esta lo hace desplazándose por los rieles de la bancada, a su vez este brinda soporte para el carro transversal.
- **Carro Transversal:** nos brinda profundidad mediante una herramienta en la torreta.
- **Tabla para rosca STD/MM:** es indispensable para lograr ajustes de avances, que se traduce básicamente en paso por revolución y esto depende de la configuración que el operario haga en la caja de transmisión.
- **Carro Auxiliar o Portaherramientas:** es una base que tiene un radio de giro de 360° y

sirve principalmente para generar un movimiento penetrante de la herramienta de corte en las piezas de trabajo con distinto Angulo, este carro se mueve de manera manual girando la manivela del tornillo, este contiene un buril o herramienta cortante, la cual se sujeta de la torreta situada en este carro auxiliar.

- **Caja Norton:** es de las más importantes a nivel operativo del torno, básicamente es la encargada de regular las velocidades de trabajo, mediante unas palancas que ponen o quitan funcionamiento de un juego de piñones internos.

10.1.1 Componentes torno convencional

Figura 2

Análisis de componentes de torno

TORNO PARALELO UNIVERSAL MODELO C-6236X1000			
Componentes del equipo	Función	Información	Fecha de operación
Cabezal fijo	Acoplar las piezas	Este cabezal permite introducir y fijar la pieza a trabajar por medio de unas mordazas de ajuste.	7-MAYO-2015
Caja Norton	Cambio de velocidades.	Esta caja Norton nos permite tener una variación de velocidades de acuerdo al trabajo que se requiere, sea un trabajo de alta precisión o un trabajo de acabo superior.	7-MAYO-2015

Carro superior	Permite desplazamiento contrapunto.	Este elemento nos permite acercar o alejar el contrapunto para poder trabajar la pieza sujeta a dos puntos.	7-MAYO-2015
Bancada	Sistema deslizamiento, carros y contrapuntos.	Este sistema de deslizamiento es el encargado de soportar todos los demás sistemas operacionales del torno, excepto el cabezal fijo que este va acoplado directamente a la caja Norton	7-MAYO-2015
Contrapunto	Sujeción de la pieza para tornear entre puntos.	Este sistema nos brinda un agarre con una pieza de libertad de movimiento, este sistema permite tornear la pieza con sujeción a dos puntos y trabajar en el cuerpo y no para tornear una sola cara del elemento	7-MAYO-2015

Carro transversal	Empleado para dar profundidad.	Este sistema es operado de forma manual, girando la manivela de avance transversal o embragado una palanca de avance automático.	7-MAYO-2015
Carro longitudinal	Genera movimiento de avance en la pieza.	Este es manipulado de forma manual o automática paralela al eje del torno, este se mueve sobre la bancada que se apoya.	7-MAYO-2015



Nota. Se realiza un análisis general de todos los componentes de la máquina, junto con sus funciones para tener más claridad de lo que se está evidenciando en cada máquina.

10.2 Fresadora combinada

La fresadora combinada es una herramienta de gran precisión, en esta herramienta de desbaste mecánico se encuentran 2 operaciones de trabajo, una es el perforado y otra es el fresado como planeado, ranurado y cajado, así mismo esta herramienta nos da la posibilidad de generar engranajes rectos. Esto lo hace por medio de sus 2 husillos, que manejan tanto horizontal como vertical.

Posee una serie de partes en la cual encontramos:

- **Cabezal Vertical:** Posee una robusta caja de engranajes, en la cual se puede tener un manejo mucho más amplio de la gama de velocidades ofrecidas, esto a su vez va combinado con la rigidez que tenga el husillo.
- **Motor:** elemento de gran importancia en la fresadora, este básicamente es el corazón de la máquina, pues maneja su potencia, revoluciones y torques dependiendo de las prestaciones de la máquina, en estas máquinas existen motores de control variable de velocidad y motores con velocidades fijas, controlados básicamente por un sistema de engranajes o poleas.
- **Caja de Velocidades o transmisión:** elemento de gran importancia junto con el motor, debido a que para distintos tipos de materiales o trabajos requieren distintos tipos de velocidades de trabajo y así mismo también cuidar la vida útil de la herramienta de desbaste. Esta funciona a partir de un juego de engranajes o muchas veces a partir de cajas reductoras que permiten incremento o disminución de velocidades.
- **Mesa de trabajo:** plataforma que tiene regulación de altura, en la cual se inmoviliza la pieza y es sometida posteriormente a una variación de forma
- **Manivelas:** hace referencia al conjunto de procedimiento manuales o automatizados, los cuales permiten desplazamientos de la mesa de trabajo en cualquier dirección, incluyendo giro sobre su mismo eje vertical.

10.2.1 Componentes fresadora combinada

Figura 3

Análisis de componentes en fresadora combinada

Componentes equipo	Función	Información	Fecha de operación
Cabezal Vertical	Encargado de sostener la transmisión y el husillo.	en la cual se puede tener un manejo mucho más amplio de la gama de velocidades ofrecidas, esto a su vez va combinado con la rigidez que tenga el husillo.	7-MAYO-2015
Motor	Encargado de dar velocidad a la fresa	básicamente es el corazón de la máquina, pues maneja su potencia, revoluciones y torques dependiendo de las prestaciones de la máquina	7-MAYO-2015
Caja de velocidades o transmisión	Encargada de varias velocidades de trabajo	debido a que para distintos tipos de materiales o trabajos	7-MAYO-2015

		<p>requieren distintos tipos de velocidades de trabajo y así mismo también cuidar la vida útil de la herramienta de desbaste. Esta funciona a partir de un juego de engranajes o muchas veces a partir de cajas reductoras que permiten incremento o disminución de velocidades</p>	
Mesa de trabajo	Sostiene la pieza a trabajar	<p>plataforma que tiene regulación de altura, en la cual se inmoviliza la pieza y es sometida posteriormente a una variación de forma</p>	7-MAYO-2015

Manivelas	Regulador de alturas y avances	hace referencia al conjunto de procedimientos manuales o automatizados, los cuales permiten desplazamientos de la mesa de trabajo en cualquier dirección, incluyendo giro sobre su mismo eje vertical	7-MAYO-2015
-----------	--------------------------------	---	-------------

Nota. Se realiza un análisis general de todos los componentes de la máquina, junto con sus funciones para tener más claridad de lo que se está evidenciando en cada máquina.

10.3 Taladros fresadores

Los taladros fresadores son herramientas especiales, son realmente herramientas muy versátiles, debido a que cumple 2 funciones de gran importancia, primero es una herramienta que cumple las funciones de un taladro y segundo cumple la función de una fresadora, estos pueden taladrar huecos de distintos tamaños, así mismo se pueden llevar a cabo trabajos de fresado con una exactitud y precisión demasiado notorias.

Las partes más importantes de un taladro fresador son:

- **La base:** Es la parte inferior del taladro, esta base proporciona estabilidad y soporte al taladro, por lo general son de hierro fundido.
- **La columna:** Parte posterior de la base extendida hasta la parte superior, es la encargada de soportar la cabeza del taladro, el motor y la mesa de trabajo.
- **La cabeza del taladro:** Contiene el motor y el husillo del taladro, esta es abatible a lo largo de la columna para ajustar la altura de trabajo.
- **El motor:** Es el encargado de proporcionar potencia para el taladro fresador, el motor viene con unos caballos de potencia, previamente establecidos por el fabricante.
- **El husillo:** Es el responsable de sostener una herramienta de corte, la cual puede ser una broca, cortador o una fresa.

- **La mesa de trabajo:** Superficie en la cual se sostiene la pieza de trabajo que quiere ser perforada o fresada, esta se puede mover para permitir el perforado o fresado en diferentes ángulos.
- **Carro:** Es la parte que sostiene la mesa de trabajo, este se mueve hacia adelante o hacia atrás, este en muchos casos se ajusta para determinar el avance del material.
- **Broca:** Es la herramienta de corte de corte que se utiliza para realizar una serie de agujeros en el material a realizar el procedimiento, esta broca se asegura con el husillo, el cual hace girar la broca con una velocidad específica.

10.3.1 Componentes taladros fresadores

Figura 4

Análisis de componentes en taladro fresador

TALADRO FRESADOR			
Componentes del equipo	Función	Información	Fecha de operación
Sistema de transmisión	Transmitir la potencia desde el motor principal a las herramientas de corte	Suele implicar una combinación de engranajes, poleas y correas que regulan la velocidad y el torque de las herramientas.	7-MAYO-2015
Tablero eléctrico	Panel de control eléctrico de la máquina	Se encuentran los interruptores, botones y perillas que permiten encender y apagar la máquina, así como ajustar la velocidad, la alimentación y otras configuraciones.	7-MAYO-2015
Mesa y dial	Superficie sobre la que se coloca la pieza de trabajo que se va a perforar o fresar.	Permite ajustar la posición de la pieza de trabajo con precisión en términos de coordenadas (generalmente X, Y, Z) para realizar cortes precisos.	7-MAYO-2015

Motor de avances	Controla el movimiento automático de la mesa o de la herramienta de corte a lo largo de los ejes X, Y, Z	Permite realizar cortes precisos y uniformes en la pieza de trabajo sin necesidad de ajustes manuales constantes	7-MAYO-2015
Tablero de control	Controles específicos para configurar y operar los avances automáticos y otros aspectos de la máquina	Puede incluir interruptores y perillas para ajustar la velocidad y la dirección de los avances, así como otros controles relacionados con las funciones de la máquina.	7-MAYO-2015



Nota. Se realiza un análisis general de todos los componentes de la máquina, junto con sus funciones para tener más claridad de lo que se está evidenciando en cada máquina.

10.4 Sierra sinfín

Una sierra Sinfín es una herramienta basada principalmente en generar un corte, esta herramienta es muy eficaz, debido a que permite realizar un corte, rápido, preciso y en un ámbito de producción masiva es de gran importancia.

Existen diferentes tipos de sierras sinfín para diferentes procesos, existe una para cortar madera, una para cortar metales y otra para los cortes de carne, en este caso nos inclinaremos en la de corte de metal, debido a que es la que se encuentra en el taller.

Las partes más importantes de una sierra sinfín son:

- **Cinta:** es la encargada de realizar el corte, básicamente es una hoja con dientes, que inducen al corte del material.
- **Motor:** Es el encargado de mover el sistema de volantes de la máquina, transmitiendo su potencia a los mismos.
- **Volantes:** Existen 2 volantes, el primer volante o volante primario es el encargado de recibir la potencia que induce el motor para posteriormente el volante secundario es arrastrado a la hoja de sierra sinfín.
- **Guías:** Básicamente son las encargadas de guiar y alinear la cinta de sierra cuando esta se encuentra en movimiento, esto con el fin de que no sufra fisuras, y que a futuro puedan producir una fractura total de la cinta de corte.
- **Bombas hidráulicas:** Estas son las encargadas de suministrar las fuerzas necesarias para poder tener un acondicionamiento de las prensas de sujeción y de la cabeza de corte.
- **Bombas de refrigeración:** Es la encargada de bombear el líquido refrigerante, para que lubrique y enfríe la cinta de corte y no se vaya a fatigar el material.
- **Prensas:** Estas son las encargadas de sujetar el material a cortar, al momento de la sujeción, brinda un margen de precisión alto y limpio.

10.4.1 Componentes sierra sinfín

Figura 5

Análisis Componentes de la Sierra Sinfín

SIERRA SINFIN			
Componentes del equipo	Función	Información	Fecha de operación
Cinta de sierra	Realizar los cortes en el material cuando gira alrededor de las poleas.	La cinta de sierra es la parte esencial de la máquina, y es una larga banda continua de metal con dientes afilados en un lado.	7-MAYO-2015
Poleas	Guían la cinta y permiten que esta se mueva de manera controlada	La cinta de sierra se enrolla alrededor de estas poleas para formar un circuito continuo.	7-MAYO-2015
Motor	Proporciona la potencia necesaria para hacer girar las poleas y, por lo tanto, la cinta de sierra.	Encargado de mandar la potencia necesaria para el funcionamiento de la máquina y sus componentes.	7-MAYO-2015
Guía de cinta	Mantienen la cinta de sierra alineada y evitan que se salga de las poleas durante el corte	Es un conjunto de rodillos o rodamientos, que también se usa para ajustar la tensión de la cinta.	7-MAYO-2015

Guía de cinta	Mantienen la cinta de sierra alineada y evitan que se salga de las poleas durante el corte	Es un conjunto de rodillos o rodamientos, que también se usa para ajustar la tensión de la cinta.	7-MAYO-2015
Guía lateral	Ajustar la posición de la cinta de sierra con respecto al material a cortar	Permite realizar cortes precisos y paralelos.	7-MAYO-2015
Sistema de refrigeración	Evitar el sobrecalentamiento y prolongar la vida útil de la cinta y mejorar la calidad del corte.	Se incorpora un sistema de refrigeración que rocía líquido refrigerante sobre la cinta de sierra y la pieza de trabajo.	7-MAYO-2015
Guarda de seguridad	Protege al usuario de posibles accidentes.	Para garantizar la seguridad del operador, la mayoría de las sierras sin fin están equipadas con una guarda de seguridad que cubre la cinta de sierra.	7-MAYO-2015



Nota: Se realiza un análisis general de todos los componentes de la máquina, junto con sus funciones para tener más claridad de lo que se está evidenciando en cada máquina.

10.5 Prensas de banco

Las prensas de banco o también llamados tornillos de banco, son herramientas de sujeción muy útiles en los talleres de mecanizados, carpinterías entre otros usos.

Estos dispositivos, cumplen básicamente la función de sujetar una pieza para posteriormente mecanizarlas de forma segura, esta puede ser usada en muchos casos para realizar cortes con sierras manuales, seguetas, para lijar y eliminar terminaciones no tan pulidas o para hacer perforaciones en caso de no tener un taladro de torreta (taladro fresador).

Estas prensas están compuestas principalmente por:

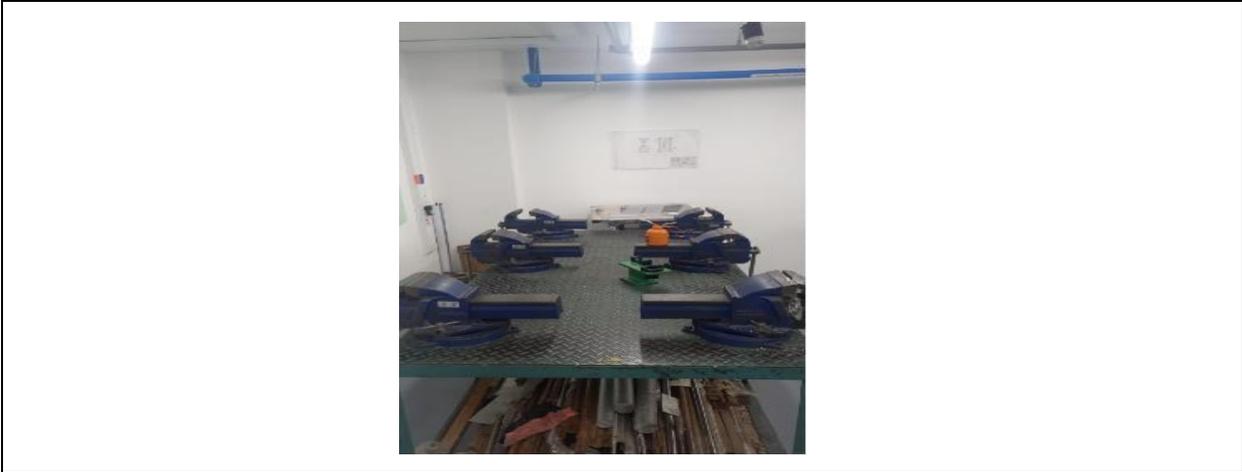
- **Mandíbulas o mordazas:** Es la parte más característica de esta herramienta, debido a que son las encargadas de sujetar la pieza a mecanizar.
- **Base Perforada:** La base principalmente cumple la tarea de que la prensa sea atornillada a la mesa de trabajo donde se vaya a realizar el proceso y detener el movimiento de la herramienta.
- **Guía:** permite el desplazamiento de las mordazas móviles de la prensa.
- **Palanca:** Esta herramienta atraviesa el husillo y lo hace girar para conseguir la posición deseada.
- **Husillo roscado:** Este dispositivo permite abrir y cerrar la prensa
- **Yunque:** Esta parte de la prensa es una de las partes más firmes en donde se puede golpear piezas.

10.5.1 Componentes prensas de banco

Figura 6

Análisis Componentes de prensas de Banco

Componentes del equipo	Función	Información	Fecha de operación
Mandíbulas o mordazas	Apretar piezas	Es la parte más característica de esta herramienta, debido a que son las encargadas de sujetar la pieza a mecanizar.	7-MAYO-2015
Palanca	Girar el husillo	Esta herramienta atraviesa el husillo y lo hace girar para conseguir la posición deseada.	7-MAYO-2015
Husillo Roscado	Abre y cierra la prensa		7-MAYO-2015
Yunque	Base para golpear	Esta parte de la prensa es una de las partes más firmes en donde se puede golpear piezas	7-MAYO-2015



Nota: Se realiza un análisis general de todos los componentes de la máquina, junto con sus funciones para tener más claridad de lo que se está evidenciando en cada máquina.

10.6 Esmeril

El esmeril es una herramienta demasiado versátil e indispensable en la mayoría de talleres, debido a que tiene una gran variedad de funciones, dentro de ellas en el taller de máquinas y herramientas, es utilizado para el afilamiento de brocas, buriles para los tornos y desbaste de algunos trabajos que requieren de terminados de corte más pulidos.

Los esmeriles están compuestos principalmente por:

- **Rodamientos:** Elemento de gran importancia dentro del esmeril, debido a que es el encargado de que los ejes puedan tener rotación y así mismo trabajen a faja fricción.
- **Roscas:** Estas son las encargadas de ajustar las posiciones de trabajos de las piezas móviles, en este caso son las que ajustan la libertad de movimiento de las piedras de desbaste.
- **Ejes:** Permiten la rotación de las piedras abrasivas, sin este eje fácilmente no habría donde ubicarlas y tampoco habría libertad de movimiento.
- **Motor:** Elemento de gran importancia dentro del esmeril, debido a que es el encargado de transmitir la potencia del mismo a el eje y poder generar movimiento para desbastar.

10.6.1 Componentes esmeril

Figura 7

Análisis Componentes de Esmeril

ESMERIL			
Componentes del equipo	Función	Información	Fecha de operación
Rodamiento	Soportar y permitir la rotación de los ejes de las ruedas abrasivas.	Permiten que los ejes o las partes móviles giren suavemente con baja fricción	7-MAYO-2015
Rosca	Ajustar la posición de las piezas móviles o para fijar las partes en su lugar	Ajustar altura de la plataforma de trabajo	7-MAYO-2015
Eje	Permite la rotación de las ruedas abrasivas	//	7-MAYO-2015
Motor	Impulsa la rotación de las ruedas abrasivas.	//	7-MAYO-2015
Tanque	Contener y suministrar un líquido refrigerante o lubricante que ayuda a enfriar y lubricar las ruedas abrasivas durante el proceso de	Evitar el sobrecalentamiento y prolongar la vida útil de las ruedas abrasivas.	7-MAYO-2015

esmerilado.		
-------------	--	--



Nota: Se realiza un análisis general de todos los componentes de la máquina, junto con sus funciones para tener más claridad de lo que se está evidenciando en cada máquina.

11. LUGAR

En este apartado se hablará sobre donde va a ser realizado el diseño del plan de mantenimiento preventivo, este lugar va a ser directamente en la universidad de América, más exactamente en el taller de máquinas y herramientas en el laboratorio 107 del eco campus de la universidad de América.

Se escoge este lugar debido a que como se va a realizar un diseño, es de vital importancia que sea en la universidad para que la coordinación de laboratorios sepa cómo hacer una implementación del mismo y como pueden diseñar un plan de mantenimiento teniendo una base del mismo.

12. MATERIALES

En el apartado de materiales se utilizaron materiales como jeringas para tomar unas muestras de los lubricantes de los tornos.

13. EQUIPOS

Para este proyecto se utilizan equipos de mecanizado industriales, como los son tornos convencionales por 3 unidades iguales, se utilizan 2 fresadoras iguales, 2 taladros de árbol de la misma referencia, una mesa de trabajo con 6 prensas de las mismas especificaciones y una sierra sin fin, adicional para esto se utilizan equipos de medición como lo es el calibrador vernier, llaves Allen milimétricas y las pulgadas, atornilladores Phillips y planos y un flexómetro para tomar dimensiones de bancada y longitudes de las máquinas.

Además, como manera de prueba y un extra en el proyecto se utilizó un espectrofotómetro, para realizar un análisis de escala de color basados en productos derivados del petróleo, según norma ASTM con una designación D1500 – 12 (reaprobada en 2017).

14. MÉTODOS DE ANÁLISIS DOCUMENTAL O EXPERIMENTAL

En los métodos de análisis se hizo diagnóstico y verificación de los tornos paralelos revisando aspectos que son de una importancia realmente destacada, se hizo una inspección visual de lo que fueron los sistemas de generación eléctricos, motriz, temas de lubricación en la maquina así mismo importante reconocer el tipo de correas que maneja la máquina.

Por un lado, tenemos el sistema motriz, compuesto principalmente por un motor que tiene 2 velocidades y se pueden manipular por un interruptor inversor trifásico, variando las velocidades de 840 o 1680 RPM, adicional a ello, se evidencia que el motor tiene una base basculante para dar tensión entre el motor y las correas, teniendo una polea motriz de 76,2 mm y una polea conducida de 2 canales tipo A y correa tipo A-1854 de diámetro 150 mm.

Como características propias de este motor encontramos un eje aproximado de 20 mm de diámetro y un chavetero de 8*7 para generar un ajuste.

Por otro lado tenemos un tema de vital importancia y de los más críticos a nivel del torno, y es el tema de la lubricación en la caja Norton, este sistema está compuesto principalmente por una transmisión para regular potencia y así poder satisfacer las características del trabajo a realizar; el sistema de lubricación para este sistema está basado en un método de salpicadera, este lubrica trenes desplazables de engranajes o bien uno de tipo basculante y un cono de engranajes el cual busca conectar el movimiento del cabezal del torno con un carro portaherramientas y este a su vez lleva incorporado el husillo de rosca cuadrada.

Para complementar un poco y basándose en un sistema tradicional y conocido a nivel industrial se trata de una caja de cambios con cajas reductoras, este sistema funciona mediante unas palancas las cuales al manipularlas alcanzan variación de velocidades las cuales permiten roscar varios pasos de rosca, sean métricos o de tipo Whitworth, existen cajas Norton de tipo seco y en baño de aceite, con engranes tallados.

15. RESULTADOS

En este apartado de resultados, se mostrará que se encontró, de qué manera se abordó, que se utilizó y que dio como resultado hacia el equipo más crítico.

De acuerdo a lo investigado y solicitado al área de Coordinación de laboratorios de la universidad de América, se pudo verificar diferentes puntos de mantenimiento a partir del año 2015 hasta el año 2019 que fue hasta donde se pudo recolectar información relevante sobre lo que se había hecho.

Cabe destacar e indicar que la información recolectada permanece en el área de coordinación de laboratorios, se organizó y se simplifico de la mejor manera posible.

15.1 Identificación de equipos a analizar del taller de máquinas y herramientas de la universidad de América

Tabla 3

Tabla equipos taller máquinas y herramientas

Codigo	Descripcion	Cantidad	precio unitario	precio total
ETP01	torno paralelo universal modelo C-6236X1000	3	\$ 14.500.000	\$43.500.000
EFC01	Fresadora combinada XZX-7550CW motor 1,5 hp,220v, trifasico, 8 velocidades (nueva)	1	\$ 18.500.000	\$18.500.000
ETF01	Taladros fresadores ZAY.7045 (nuevos)	2	\$ 6.400.000	\$12.800.000
ESF01	Segueta sinfin 7" con bomba refrigerante	1	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000
ESM01	Esmeril(nuevo)	1	\$ 980.000	\$ 980.000
EPB01	presas No 5 para banco(nuevo)	6	\$ 371.500	\$ 2.229.000

Nota: Se realizo una selección de equipos estableciéndolos en 6 categorías, tornos, fresadoras, taladros fresadores, esmeril, segueta sinfín y prensa de banco No 5.

Para algunas categorías, existieron más de una cantidad de equipos, por lo que esto era crucial a la hora de poder colocarlos en las tablas de análisis de criticidad, puesto a que, si hay más equipos con las mismas referencias, reduce el riesgo de criticidad del equipo dependiendo de las condiciones de los mismos.

Adicional se colocó el precio por unidad de máquinas para poder sacar un totalizado de costos más adelante.

15.2 Definición de los alcances y objetivos del análisis, así como es nivel de jerarquía, nivel y profundidad a lo que se quiere aplicar el estudio

Una vez establecidos los equipos a analizar, se establecieron los alcances a los cuales se quiso llegar, de acuerdo a los objetivos específicos del proyecto, se estableció el nivel de jerarquía, sobre lo cual se creyó iba a dar el resultado de criticidad más alto, por el nivel de trabajo de la máquina.

Tabla 4

Tabla de jerarquización de equipos en el taller de máquinas y herramientas

CODIGO	Equipos	paradas
ETP01	Tornos paralelos	46
ETF01	Taladros fresadores	19
ESF01	Sierra sinfín	17
EFC01	Fresadora Combinada	11
ESM01	Esmeril	3
EPB01	Prensas para banco	3

Nota: Para poder establecer este nivel de jerarquización, se utilizaron unas tablas, las cuales fueron elaboradas por fuente propia, en donde se hizo una recopilación de datos proporcionados por coordinaciones de laboratorios del año 2015 hasta el año 2019 que fueron los puntos de partida y finalización del proyecto, debió a que no se tenían más datos de correlación con los años siguientes, algo que hay que recalcar de las tablas elaboradas y que se encontraran en la sección de anexos, es que se hizo una subdivisión de mantenimientos realizados, así mismo se dividió en número de paradas, los equipos a los cuales se le hizo el mantenimiento y con qué frecuencia.

A modo de demostrar lo que se hizo se comparte una imagen representativa de lo desarrollado, pero no se comparte en su totalidad, debido a lo extensa que es.

Tabla 5

Tabla de recopilación de datos y mantenimientos

Referencia	equipos	No paradas	cantidad	Fecha
1 mnto	taladro fresador	1	2	7-may-15
	taladro fresador	1	2	7-may-15
	taladro fresador	1	2	7-may-15
	sierra sinfin	1	1	7-may-15
	Fresadora	1	1	7-may-15
	fresadora	1	1	7-may-15
2 mnto	tornos	1	3	24-sep-15
	tornos	1	1	24-sep-15
	Fresadora	1	1	24-sep-15
3mnto	tornos	1	1	6-feb-17
	sierra sinfin	1	1	6-feb-17
	taladro fresador	1	1	6-feb-17
4 mnto	esmeril	1	1	18-ago-17
	sierra sinfin	1	1	18-ago-17
	sierra sinfin	1	1	18-ago-17
	tornos	1	1	18-ago-17
	tornos	1	1	18-ago-17
	fresadora	1	1	18-ago-17
	taladro fresador	1	2	18-ago-17

Nota: Mediante la elaboración de estas gráficas, se pudo identificar la cantidad de mantenimientos realizados en el periodo comprendido, dando como resultado un total de 17 mantenimientos, así mismo se pudo hacer un totalizado de las paradas por máquina, lo cual se pudo demostrar por medio de un análisis de tablas dinámicas, arrojándonos gráficas por paradas y por máquina.

A continuación, se mostrará una graficas por periodos comprendidos para un mejor índice de resultados:

Figura 8

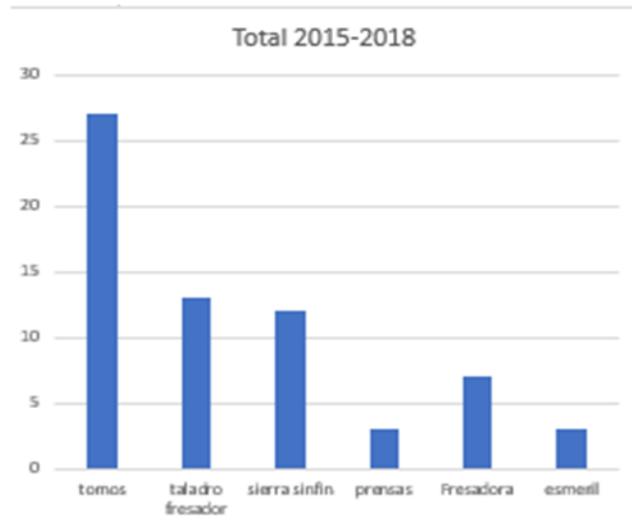
Datos de grafica periodo 2015-2018

Etiquetas de fila	Suma de No paradas
tornos	27
taladro fresador	13
sierra sinfin	12
prensas	3
Fresadora	7
esmeril	3
Total general	65

Nota: en esta figura se puede evidenciar los datos de resultados por números de paradas en el periodo comprendido entre el año 2015 al 2018

Figura 9

Grafica de paradas de máquinas en el periodo de 2015-2018



Nota: En esta grafica indica que el mayor número de paradas lo tuvo la categoría de tornos, posteriormente estuvieron los taladros fresadores y la sierra sinfín. como dato importante acá se puede evidenciar que tanto las prensas como el esmeril son los elementos más bajos en cuanto a paradas.

Así mismo se hizo un estudio individual para el año 2019 de la misma manera:

Figura 10

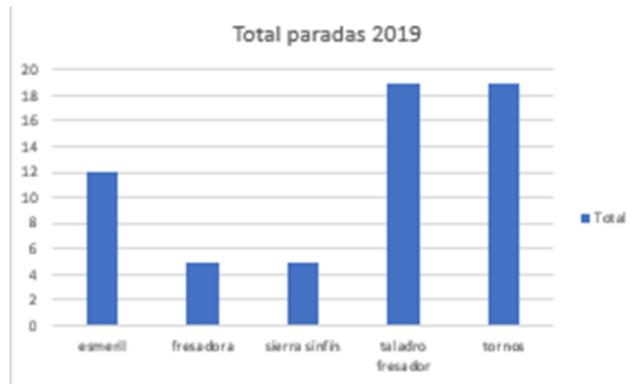
Datos de grafica periodo 2019

Etiquetas de fila	Suma de No paradas
esmeril	12
fresadora	5
sierra sinfín	5
taladro fresador	19
tornos	19
Total general	60

Nota: en esta figura se puede evidenciar los datos de resultados por números de paradas en el periodo comprendido en el año 2019

Figura 11

Grafica parada de máquinas 2019



Nota: En esta grafica se puede evidenciar una mayoría de paradas nuevamente realizadas por la categoría de los tornos, los taladros fresadores y acá el esmeril tuvo un cambio significativo en comparación con el análisis hecho anteriormente.

Una vez hecho estos análisis con graficas por años se procedió a dividir las paradas por equipo, es decir en el caso de los tornos hay 3 referencias iguales, por lo que se va a indicar el número de paradas por equipo. Esto se hizo con cada equipo, para poder seguir con el diligenciamiento de la tabla de consecuencia y criticidad de los equipos

Para el siguiente paso de este proyecto se procede a realizar un formato de diligenciamiento con unos factores ponderados, se realizó con cada categorización de los equipos, no individual, debido a que como se tenía el número de paradas realizadas en un contexto global.

Para esto formatos de diligenciamiento, se realizaron 6 formatos, estos formatos vienen apoyados de unos factores ponderados mostrados dentro del mismo formato, pero además viene con un soporte técnico, de acuerdo a la Tabla de recopilación de datos y mantenimientos, esto se hace con el fin de que se tenga un soporte técnico sobre lo que está pasando en cada operación de la maquina y poder dar una respuesta concisa sobre lo que se está preguntando.

A continuación, formatos diligenciamiento con factores de ponderación:

Figura 12

Formato de análisis criticidad de Tornos paralelos

FORMATO ANALISIS DE CRITICIDAD

Fundación Universidad de América

Encargado: Gonzalo Andrés Hernandez Ríos **Área o Sección:**

Equipo: Torno Paralelo Universal C-6236X1000 **Fecha:** -

Marque con una x, cada uno de los parámetros del equipo según usted considere, relaciónelos con la lista de factores ponderados.

Factores ponderados

frecuencia fallas	
x	elevado mayor a 3 fallas/año
	promedio 1-3 fallas /años
	Buena 0,5-1 fallas/año
	Excelente minimo de 0,5 fallas/año

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Pobre mayor a 3 fallas al año	6
Promedio 1-3 fallas al año	4
Buena 0,5-1 fallas al año	2
Excelente menos de 0,5 fallas año	1

Costo mantenimiento	
x	mayor o igual a 80,000 (incluyendo repuestos)
	inferior a 80,000 (incluyendo repuestos)

COSTO MNTO	VALOR
Mayor o igual a 80,000	5
Inferior a 80,000	1

impacto operacional	
x	Parada total del equipo
	parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistemas impacta a niveles de produccion o calidad
	Repercute en costos operacionales asociados a disponibilidad
	No genera ningun efecto significativo

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada de todo el equipo	7
Parada del sistema o subsistema con repercusion en otro sistema	5
Impacta niveles inventario o calidad	3
No genera efecto significativo	1

Impacto a seguridad ambiente e higiene	
x	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificacion a entes externos de la organización
	Afecta el ambiente e instalaciones
	Afecta las instalaciones causando daños severos
	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
	No provoca ningun tipo de daños a personas, intalaciones o el ambiente.

IMPACTO SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE	VALOR
Afecta seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificacion a entes externos de la organización	9
Afecta el ambiente/instalaciones	7
Afecta instalaciones con daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente seguridad)	3
No provoca ningun tipo de años a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Flexibilidad Operacional	
	No existe opcion igual o equipo similar de repuesto
	El equipo puede seguir funcionando
x	Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opcion de produccion ni funcion de repuesto	4
Hay opcion de repuesto compartido almacen	2
Funcion de repuesto disponible	1

Nota: En la categoría de tornos se evidencia que tiene una frecuencia de fallas elevada más de 3 veces al año, se puede evidenciar también que maneja un impacto operacional bastante fuerte llegando a la parada total del equipo, en cuanto a los costos de mantenimiento son mayores a 80.000 en cada mantenimiento por lo que es alto, tiene un impacto SAH alto y una flexibilidad operacional baja, debido a que como se mencionó en los apartados anteriores hay 3 referencias iguales.

Figura 13

Formato de análisis criticidad de Taladros fresadores

FORMATO ANALISIS DE CRITICIDAD

Fundación Universidad de América

Encargado: Gonzalo Andrés Hernandez Ríos

Área o Sección:

Equipo: Taladros fresadores ZAY.7045

Fecha: -

Marque con una x, cada uno de los parámetros del equipo según usted considere, relaciónelos con la lista de factores ponderados.

Factores ponderados

taladros fresadores	frecuencia fallas	
		elevado mayor a 3 fallas/año
	x	promedio 1-3 fallas /años
		Buena 0,5-1 fallas/año
	Excelente mínimo de 0,5 fallas/año	

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Pobre mayor a 3 fallas al año	6
Promedio 1-3 fallas al año	4
Buena 0,5-1 fallas al año	2
Excelente menos de 0,5 fallas año	1

impacto operacional	
	Parada total del equipo
x	parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistemas
	impacta a niveles de produccion o calidad
	Repercute en costos operacionales asociados a disponibilidad
	No genera ningun efecto significativo

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada de todo el equipo	7
Parada del sistema o subsistema con repercusion en otro sistema	5
Impacta niveles inventario o calidad	3
No genera efecto significativo	1

Costo mantenimiento	
x	mayor o igual a 80,000 (incluyendo repuestos)
	inferior a 80,000 (incluyendo repuestos)

COSTO MNTO	VALOR
Mayor o igual a 80,000	5
Inferior a 80,000	1

Impacto a seguridad ambiente e higiene	
	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificacion a entes externos de la organización
	Afecta el ambiente e instalaciones
	Afecta las instalaciones causando daños severos
x	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
	No provoca ningun tipo de daños a personas, intalaciones o el ambiente.

IMPACTO SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE	VALOR
Afecta seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificacion a entes externos de la organización	9
Afecta el ambiente e instalaciones	7
Afecta instalaciones con daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente seguridad)	3
No provoca ningun tipo de años a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Flexibilidad Operacional	
	No existe opcion igual o equipo similar de repuesto
	El equipo puede seguir funcionando
x	Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opcion de produccion ni funcion de repuesto	4
Hay opcion de repuesto compartido almacen	2
Funcion de repuesto disponible	1

Nota: En la categoría de taladros fresadores, se puede evidenciar que tiene un valor de criticidad de 14 debido a que al año presenta entre 1 y 3 fallas, adicional a esto tiene un impacto operacional con paradas parciales, en cuanto al costo de mantenimiento es mayor a 80.000 por lo que se toma como elevado en cuanto a SAH este provoca daños menores y la flexibilidad operacional hay otro equipo igual que podría entrar a sustituir a este.

Figura 14

Formato de análisis criticidad de Sierra sinfín

FORMATO ANALISIS DE CRITICIDAD

Fundación Universidad de América

Encargado: Gonzalo Andrés Hernandez Ríos **Área o Sección:**

Equipo: Segueta sinfín 7" con bomba refrigerante **Fecha:** -

Marque con una x, cada uno de los parámetros del equipo según usted considere, relaciónelos con la lista de factores ponderados.

Factores ponderados

frecuencia fallas	
	elevado mayor a 3 fallas/año
x	promedio 1-3 fallas /años
	Buena 0,5-1 fallas/año
	Excelente minimo de 0,5 fallas/año

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Pobre mayor a 3 fallas al año	6
Promedio 1-3 fallas al año	4
Buena 0,5-1 fallas al año	2
Excelente menos de 0,5 fallas año	1

impacto operacional	
	Parada total del equipo
	parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistemas
x	impacta a niveles de produccion o calidad
	Repercute en costos operacionales asociados a disponibilidad
	No genera ningun efecto significativo

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada de todo el equipo	7
Parada del sistema o subsistema con repercusion en otro sistema	5
Impacta niveles inventario o calidad	3
No genera efecto significativo	1

Costo mantenimiento	
x	mayor o igual a 80,000 (incluyendo repuestos)
	inferior a 80,000 (incluyendo repuestos)

COSTO MNTO	VALOR
Mayor o igual a 80,000	5
Inferior a 80,000	1

Impacto a seguridad ambiente e higiene	
x	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización
	Afecta el ambiente e instalaciones
	Afecta las instalaciones causando daños severos
	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
	No provoca ningun tipo de daños a personas, intalaciones o el ambiente.

IMPACTO SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE	VALOR
Afecta seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificacion a entes externos de la organización	9
Afecta el ambiente/instalaciones	7
Afecta instalaciones con daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente seguridad)	3
No provoca ningun tipo de años a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Flexibilidad Operacional	
x	No existe opcion igual o equipo similar de repuesto
	El equipo puede seguir funcionando
	Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opcion de produccion ni funcion de repuesto	4
Hay opcion de repuesto compartido almacen	2
Funcion de repuesto disponible	1

Nota: En la categoría de Sierra sinfín y con apoyo de la tabla de mantenimiento, se pudo determinar que este equipo maneja una frecuencia de fallas promedio, con fallas de 1 a 3 veces al año, adicional tiene un impacto operacional en el cual impacta niveles de producción y calidad, los costos de mantenimiento superan los \$ 80.000 por lo cual se toman como altos, en cuanto a SAH es alta debido a que afecta la seguridad humana y a la flexibilidad operacional no existe opción igual o similar de equipo de repuesto.

Figura 15

Formato Análisis de criticidad de Fresadora Combinada

FORMATO ANALISIS DE CRITICIDAD

Fundación Universidad de América

Encargado: Gonzalo Andrés Hernandez Ríos **Área o Sección:**

Equipo: Fresadora combinada XZX-7550CW **Fecha:** -

Marque con una x, cada uno de los parámetros del equipo según usted considere, relaciónelos con la lista de factores ponderados.

Factores ponderados

frecuencia fallas	
x	elevado mayor a 3 fallas/año
	promedio 1-3 fallas /años
	Buena 0,5-1 fallas/año
	Excelente mínimo de 0,5 fallas/año

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Pobre mayor a 3 fallas al año	6
Promedio 1-3 fallas al año	4
Buena 0,5-1 fallas al año	2
Excelente menos de 0,5 fallas año	1

impacto operacional	
	Parada total del equipo
x	parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistemas impacta a niveles de produccion o calidad
	Repercute en costos operacionales asociados a disponibilidad
	No genera ningun efecto significativo

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada de todo el equipo	7
Parada del sistema o subsistema con repercusion en otro sistema	5
Impacta niveles inventario o calidad	3
No genera efecto significativo	1

Costo mantenimiento	
x	mayor o igual a 80,000 (incluyendo repuestos inferior a 80,000 (incluyendo repuestos)

COSTO MNTO	VALOR
Mayor o igual a 80,000	5
Inferior a 80,000	1

Impacto a seguridad ambiente e higiene	
	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificacion a entes externos de la organización
	Afecta el ambiente e instalaciones
	Afecta las instalaciones causando daños severos
x	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
	No provoca ningun tipo de daños a personas, intalaciones o el ambiente.

IMPACTO SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE	VALOR
Afecta seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificacion a entes externos de la organización	9
Afecta el ambiente/instalaciones	7
Afecta instalaciones con daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente seguridad)	3
No provoca ningun tipo de años a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Flexibilidad Operacional	
	No existe opcion igual o equipo similar de repuesto
	El equipo puede seguir funcionando
x	Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opcion de produccion ni funcion de repuesto	4
Hay opcion de repuesto compartido almacen	2
Funcion de repuesto disponible	1

Nota: En la categoría de Fresadora Combinada, se pudo verificar e identificar que la frecuencia de fallas es elevada, debido a que existe más de 3 fallas anuales, así mismo el impacto operacional nos demuestra que ocurre una serie de paradas parciales del equipo, los costos de mantenimiento superan los 80.000 por lo que se toma como elevado, en la parte de SAH provoca daños menores y en cuanto a la flexibilidad operacional, existe otro equipo que en caso de que falle uno el otro suple las necesidades.

Figura 16

Formato análisis criticidad de Esmeril

FORMATO ANALISIS DE CRITICIDAD

Fundación Universidad de América

Encargado: Gonzalo Andrés Hernández Ríos

Área o Sección:

Equipo: Esmeril

Fecha: -

Marque con una x, cada uno de los parámetros del equipo según usted considere, relaciónelos con la lista de factores ponderados.

Factores ponderados

Esmeril	frecuencia fallas	
		elevado mayor a 3 fallas/año
	x	promedio 1-3 fallas /años
		Buena 0,5-1 fallas/año
		Excelente mínimo de 0,5 fallas/año

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Pobre mayor a 3 fallas al año	6
Promedio 1-3 fallas al año	4
Buena 0,5-1 fallas al año	2
Excelente menos de 0,5 fallas año	1

impacto operacional	
x	Parada total del equipo
	parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistemas impacta a niveles de producción o calidad
	Repercute en costos operacionales asociados a disponibilidad
	No genera ningún efecto significativo

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada de todo el equipo	7
Parada del sistema o subsistema con repercusión en otro sistema	5
Impacta niveles inventario o calidad	3
No genera efecto significativo	1

Costo mantenimiento	
x	mayor o igual a 80,000 (incluyendo repuestos)
	inferior a 80,000 (incluyendo repuestos)

COSTO MNTO	VALOR
Mayor o igual a 80,000	5
Inferior a 80,000	1

Impacto a seguridad ambiente e higiene	
x	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización
	Afecta el ambiente e instalaciones
	Afecta las instalaciones causando daños severos
	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el ambiente.

IMPACTO SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE	VALOR
Afecta seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos de la organización	9
Afecta el ambiente/instalaciones	7
Afecta instalaciones con daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente seguridad)	3
No provoca ningún tipo de años a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Flexibilidad Operacional	
x	No existe opción igual o equipo similar de repuesto
	El equipo puede seguir funcionando
	Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opción de producción ni función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido almacén	2
Función de repuesto disponible	1

Nota: En la categoría del esmeril, se determinó que la frecuencia de fallas es un promedio, debido a que ocurren evento de 1 a 3 fallas anuales, el impacto operacional es alto debido a que si ocurre una falla es una parada total del equipo, el costo de mantenimiento por lo general supera los 80.000 entonces se considera un valor elevado, por el lado de SAH es alto debido a que puede afectar la seguridad humana y en cuanto a la flexibilidad operacional no existe otro equipo que supla las necesidades que este genera.

Figura 17

Formato de análisis criticidad de Prensas de banco No 5

FORMATO ANALISIS DE CRITICIDAD
Fundación Universidad de América

Encargado: Gonzalo Andrés Hernandez Ríos **Área o Sección:**
Equipo: prensas No 5 para banco **Fecha:** -

Marque con una x, cada uno de los parámetros del equipo según usted considere, relaciónelos con la lista de factores ponderados.

Factores ponderados

Prensas para banco	frecuencia fallas	
		elevado mayor a 3 fallas/año
		promedio 1-3 fallas /años
	x	Buena 0,5-1 fallas/año
	Excelente mínimo de 0,5 fallas/año	

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Pobre mayor a 3 fallas al año	6
Promedio 1-3 fallas al año	4
Buena 0,5-1 fallas al año	2
Excelente menos de 0,5 fallas año	1

impacto operacional	
	Parada total del equipo
	parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistemas
	impacta a niveles de producción o calidad
x	Repercute en costos operacionales asociados a disponibilidad
	No genera ningún efecto significativo

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada de todo el equipo	7
Parada del sistema o subsistema con repercusión en otro sistema	5
Impacta niveles inventario o calidad	3
No genera efecto significativo	1

Costo mantenimiento	
x	mayor o igual a 80,000 (incluyendo repuestos)
	inferior a 80,000 (incluyendo repuestos)

COSTO MNTO	VALOR
Mayor o igual a 80,000	5
Inferior a 80,000	1

Impacto a seguridad ambiente e higiene	
	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización
	Afecta el ambiente e instalaciones
	Afecta las instalaciones causando daños severos
x	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el ambiente.

IMPACTO SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE	VALOR
Afecta seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos de la organización	9
Afecta el ambiente/instalaciones	7
Afecta instalaciones con daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Flexibilidad Operacional	
	No existe opción igual o equipo similar de repuesto
	El equipo puede seguir funcionando
x	Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opción de producción ni función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido almacén	2
Función de repuesto disponible	1

Nota :En la categoría de Prensas de Banco, se pudo dar un parte de frecuencia de fallas, arrojando que tiene una frecuencia de fallas buena, esto debido a que genera entre 0,5 a 1 falla al año, el impacto operacional que manejan en muchos casos repercute en costos operacionales, el costo de mantenimiento es mayor a \$ 80.000 por lo que se considera alto, el impacto de SAH es bajo, debido a que genera daños menores y en cuanto a flexibilidad operacional existen otros equipos en este caso 6 en total que pueden suplir las necesidades de este.

Una vez terminados estos formatos y realizando su correcta interpretación se procede a realizar el cuadro de factores para poder sacar los estudios de criticidad y tener un resultado conciso sobre lo que se quiere llevar a cabo.

Posteriormente se mostrará la tabla completada sin determinar los factores con alto índice de criticidad.

Tabla 6

Tabla para análisis de criticidad sin marcaciones

No	CODIGO	EQUIPO	Frecuencia de fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo Mantenimiento	Impacto SAH	A	B	Consecuencia	Criticidad
1	ETP01	Torno paralelo universal modelo C-6236X1000	6	7	1	5	9	14	7	21	126
2	ETP02	Torno paralelo universal modelo C-6236X1000	6	7	1	5	9	14	7	21	126
3	ETP03	Torno paralelo universal modelo C-6236X1000	2	1	1	5	3	8	1	9	18
4	ETF01	Taladros fresadores ZAY.7045	4	5	1	5	3	8	5	13	52
5	ETF02	Taladros fresadores ZAY.7045	2	5	1	5	3	8	5	13	26
6	ESF01	Segueta sinfin 7" con bomba refrigerante	4	5	4	5	9	14	20	34	136
7	EFC01	Fresadora combinada XZX-7550CW	6	5	1	5	3	8	5	13	78
8	EFC02	Fresadora combinada XZX-7550CW	2	5	1	5	3	8	5	13	26
9	ESM01	Esmeril	4	7	4	5	9	14	28	42	168
10	EPB01	Prensa de banco	2	3	1	5	3	8	3	11	22
11	EPB02	Prensa de banco	2	3	1	5	3	8	3	11	22
12	EPB03	Prensa de banco	2	3	1	5	3	8	3	11	22
13	EPB04	Prensa de banco	2	3	1	5	3	8	3	11	22
14	EPB05	Prensa de banco	2	3	1	5	3	8	3	11	22
15	EPB06	Prensa de banco	2	3	1	5	3	8	3	11	22

Nota: En esta tabla básicamente se quiso demostrar los ítems proporcionados por los formatos de análisis de criticidad pero de manera individual, esto se hizo con el fin de poder tener un resultado mucho más exacto de los equipos a los cuales tocaba prestarles atención y generar un plan de mantenimiento de manera más frecuente, para esta parte de frecuencia de mantenimiento, se hace énfasis en que estos equipos por ser quipos de índole académico la carga de trabajo no es tan fuerte, por lo que no necesita de un mantenimiento con una periodicidad corta, sino que se decidió en conjunto con docentes encargados y coordinación de laboratorios la operación de estos, que se podría realizar semestralmente.

En la tabla encontramos unos puntos que son denominados A y B, estos puntos o factores determinan la consecuencia del equipo, que a su vez será utilizada posteriormente para hallar la criticidad.

El factor A, está compuesto principalmente por dos factores demostrados en la tabla, costo mantenimiento e impacto seguridad ambiente higiene y se representa de la siguiente manera:

$$A = \text{COSTO MANTENIMIENTO} + \text{IMPACTO SEGURIDAD AMBIENTE} \\ \text{HIGIENE}$$

Seguido de este está el factor B, el cual se compone principalmente por impacto de producción y flexibilidad operacional, este factor se representa de la siguiente manera:

$$B = \text{IMPACTO PRODUCCION} * \text{FLEXIBILIDAD OPERACIONAL}$$

Los cuales una vez sacados los resultados de estos factores por equipos se procede a realizar el cálculo de consecuencia que esta dado por la sumatoria de los dos factores mencionados anteriormente, representado de la siguiente manera:

$$\text{CONSECUENCIA} = A + B$$

Una vez tenido este valor de consecuencia, que es básicamente el impacto determinado por un modo de falla se procede a calcular el valor de criticidad que arrojará el equipo, con este análisis de criticidad expuesto por estos factores, se dará conocimiento del equipo que más requiera de una supervisión más frecuente. La criticidad se da en valores de frecuencia de fallas por consecuencia

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FRECUENCIA DE FALLAS} * \text{CONSECUENCIA}$$

En la siguiente tabla se podrá ver el análisis terminado y a su vez se podrán ver los equipos de criticidad más altos, enmarcados por una serie de colores que serán explicados posteriormente.

Tabla 7*Tabla de análisis de criticidad*

No	CODIGO	EQUIPO	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo Mantenimiento	Impacto SAH	A	B	Consecuencia	Criticidad
1	ETP01	Torno paralelo universal modelo	7	1	5	9	14	7	21	126
2	ETP02	Torno paralelo universal modelo	7	1	5	9	14	7	21	126
3	ETP03	Torno paralelo universal modelo	1	1	5	3	8	1	9	18
4	ETF01	Taladros fresadores ZAY.7045	5	1	5	3	8	5	13	52
5	ETF02	Taladros fresadores ZAY.7045	5	1	5	3	8	5	13	26
6	ESF01	Segueta sinfin 7" con bomba refr	5	4	5	9	14	20	34	136
7	EFC01	Fresadora combinada XZX-7550	5	1	5	3	8	5	13	78
8	EFC02	Fresadora combinada XZX-7550	5	1	5	3	8	5	13	26
9	ESM01	Esmeril	7	4	5	9	14	28	42	168
10	EPB01	Prensa de banco	3	1	5	3	8	3	11	22
11	EPB02	Prensa de banco	3	1	5	3	8	3	11	22
12	EPB03	Prensa de banco	3	1	5	3	8	3	11	22
13	EPB04	Prensa de banco	3	1	5	3	8	3	11	22
14	EPB05	Prensa de banco	3	1	5	3	8	3	11	22
15	EPB06	Prensa de banco	3	1	5	3	8	3	11	22

Nota: En la tabla mostrada anteriormente, se puede evidenciar cuatro equipos enmarcados con un color rojo, dos equipos de color oro y nueve equipos con color amarillo.

Estos colores tienen un significado específico, en el caso del color rojo, se tiene un índice de criticidad demasiado alto este estará comprendido entre un rango de 150 a 300.

Los de color oro, tienen un índice de criticidad media, este tiene un rango determinado de 50 a 150, por lo cual son equipos que, aunque son críticos, no tienen una necesidad de mantenimiento tan frecuente.

Los de color amarillo, tienen el índice de criticidad más bajo, debido a que manejan un rango de 0 a 50, debido a que son equipos que han presentado fallas, pero no han tenido una gran repercusión a lo largo de los años del periodo comprendido, además estos equipos con este índice de criticidad bajo, son equipos que no requieren de una planificación tan exhaustiva de mantenimiento.

Cabe aclarar que, para poder tomar en base a los estudios de criticidad, se debe plasmar una matriz para poder expresar mejor los rangos de ponderación en tema de criticidad.

Tabla 8

Matriz de criticidad

6					
5					
4					
3					
2					
1					
	10	20	30	40	50

Una vez establecidos los valores y analizados los datos de la criticidad se pudo también establecer las rutas de mantenimiento.

A modo de recomendación según los análisis que se han hecho se propone una serie de mantenimientos, los cuales buscan ser abordados durante un ciclo productivo de 17 semanas que es lo que dura el semestre académico en la Universidad de América, como se había mencionado en apartados anteriores al ser equipos académicos su ciclo de productividad no es tan alto como lo sería a nivel industrial, más sin embargo al ser equipos que ya tienen un ciclo de uso y años de productividad es mejor establecer un plan de mantenimiento en el cual siempre los equipos estén disponibles para su horario de producción.

A continuación, se mostrarán los formatos de tablas de mantenimiento recomendados para los equipos del taller de máquinas y herramientas en el periodo comprendido de 17 semanas (semestre académico):

Tabla 9*Tabla de programación de mantenimiento de tornos*

Programación de mantenimiento (semestral) tornos					
Semana	año	Código	equipo	actividad	fecha cierre
1	2023	ETP01	Tornos	Inspección bancada	-
2	2023	ETP01	Tornos	Lubricación cabezal y carros	-
3	2023	ETP01	Tornos	Retiro residuos	-
4	2023	ETP01	Tornos	Limpieza caja Norton	-
5	2023	ETP01	Tornos	Inspección circuitos	-
6	2023	ETP01	Tornos	Limpieza torno	-
7	2023	ETP01	Tornos	Ajuste Tuercas y tornillos	-
8	2023	ETP01	Tornos	Verificación ruidos de la maquina	-
9	2023	ETP01	Tornos	reemplazo de refrigerante	-
10	2023	ETP01	Tornos	reemplazo de lubricante	-
11	2023	ETP01	Tornos	Revisión señales voltaje y comparación placa	-
12	2023	ETP01	Tornos	Chequeo de contactores	-
13	2023	ETP01	Tornos	Lubricación cabezal y carros	-
14	2023	ETP01	Tornos	Retiro residuos	-
15	2023	ETP01	Tornos	Limpieza torno	-
16	2023	ETP01	Tornos	Ajuste Tuercas y tornillos	-
17	2023	ETP01	Tornos	Verificación ruidos de la maquina	-

Nota: Este tipo de mantenimiento es en base a la información recolectada y proporcionada por la coordinación de laboratorios, debido a que, al no haber un historial de mantenimiento, no se pudo hacer una recolección de lo que se había hecho antes, de la misma manera se quiere dar a conocer que se hacían mantenimientos correctivos sobre las fallas presentadas.

Tabla 10*Tabla de programación de mantenimiento de fresadoras*

Programación de mantenimiento (semestral) fresadoras					
Semana	año	Código	equipo	actividad	fecha cierre
1	2023	EFC01	Fresadora	Completar recipientes lubricación	-
2	2023	EFC01	Fresadora	Inspección visual (ruidos, fugas)	-
3	2023	EFC01	Fresadora	Limpieza maquinaria	-
4	2023	EFC01	Fresadora	Comprobación estado herramienta utilizada	-
5	2023	EFC01	Fresadora	Limpiar caja transmisión	-
6	2023	EFC01	Fresadora	Limpiar copa desmontando mordazas	-
7	2023	EFC01	Fresadora	Realizar ajuste de tuercas, tornillos	-
8	2023	EFC01	Fresadora	Verificación de ruidos	-
9	2023	EFC01	Fresadora	Limpieza de la guía del carro	-
10	2023	EFC01	Fresadora	Verificar nivel refrigerante	-
11	2023	EFC01	Fresadora	Verificación nivel lubricante	-
12	2023	EFC01	Fresadora	Verificación bomba hidráulica	-
13	2023	EFC01	Fresadora	Revisión y limpieza tablero eléctrico	-
14	2023	EFC01	Fresadora	Medición consumo corriente	-
15	2023	EFC01	Fresadora	Inspección visual (ruidos, fugas)	-
16	2023	EFC01	Fresadora	Limpieza maquinaria	-
17	2023	EFC01	Fresadora	Comprobación estado herramienta utilizada	-

Nota: Este tipo de mantenimiento es en base a la información recolectada y proporcionada por la coordinación de laboratorios, debido a que, al no haber un historial de mantenimiento, no se pudo hacer una recolección de lo que se había hecho antes, de la misma manera se quiere dar a conocer que se hacían mantenimientos correctivos sobre las fallas presentadas.

Tabla 11*Tabla de programación de mantenimiento de sierra sinfín*

Programación de mantenimiento (semestral) Sierra sinfín					
Semana	año	Código	equipo	actividad	fecha cierre
1	2023	ESF01	sierra sinfín	Limpiar viruta sierra	-
2	2023	ESF01	sierra sinfín	Inspección visual, ruidos, fugas	-
3	2023	ESF01	sierra sinfín	Verificación filo de la sierra	-
4	2023	ESF01	sierra sinfín	Comprobación ajuste maquina	-
5	2023	ESF01	sierra sinfín	Revisar cable de alimentación	-
6	2023	ESF01	sierra sinfín	Ajuste de tensión cinta de sierra	-
7	2023	ESF01	sierra sinfín	Lubricación rodamientos, sierra y componentes	-
8	2023	ESF01	sierra sinfín	Verificación ruidos, anomalías no percibidas en condiciones normales	-
9	2023	ESF01	sierra sinfín	Limpieza de motor	-
10	2023	ESF01	sierra sinfín	Realizar cambios de gomas desgastadas	-
11	2023	ESF01	sierra sinfín	Revisión y limpieza tablero eléctrico	-
12	2023	ESF01	sierra sinfín	Ajuste soportes maquina	-
13	2023	ESF01	sierra sinfín	Limpiar viruta sierra	-
14	2023	ESF01	sierra sinfín	Inspección visual, ruidos, fugas	-
15	2023	ESF01	sierra sinfín	Verificación filo de la sierra	-
16	2023	ESF01	sierra sinfín	Comprobación ajuste maquina	-
17	2023	ESF01	sierra sinfín	Revisar cable de alimentación para evitar asilamientos	-

Nota: Este tipo de mantenimiento es en base a la información recolectada y proporcionada por la coordinación de laboratorios, debido a que, al no haber un historial de mantenimiento, no se pudo hacer una recolección de lo que se había hecho antes, de la misma manera se quiere dar a conocer que se hacían mantenimientos correctivos sobre las fallas presentadas.

Tabla 12*Tabla de programación de mantenimiento de Prensas de Banco*

Programación de mantenimiento (semestral) Prensa de Banco					
Semana	año	Código	equipo	actividad	fecha cierre
1	2023	EPB01	Prensas	Verificación partes prensa	-
2	2023	EPB01	Prensas	Verificación de pernos y tuercas	-
3	2023	EPB01	Prensas	Limpieza de acumulación de polvo o suciedad	-
4	2023	EPB01	Prensas	Aplicación lubricante a pivotes y partes móviles	-
5	2023	EPB01	Prensas	Verificación piezas desgastadas	-
6	2023	EPB01	Prensas	Verificación escala de precisión en peso	-
7	2023	EPB01	Prensas	Realizar una calibración según especificaciones fabricante	-
8	2023	EPB01	Prensas	Confirmar características de seguridad, bloqueos	-
9	2023	EPB01	Prensas	Limpiar superficies con paños húmedos	-
10	2023	EPB01	Prensas	Desinfección áreas de contacto frecuente	-
11	2023	EPB01	Prensas	Examinar estructura en busca de grietas o daños	-
12	2023	EPB01	Prensas	Reajuste de pernos o tuercas	-
13	2023	EPB01	Prensas	Limpieza de acumulación de polvo o suciedad	-

14	2023	EPB01	Prensas	Aplicación lubricante a pivotes y partes móviles	-
15	2023	EPB01	Prensas	Limpiar superficies con paños húmedos	-
16	2023	EPB01	Prensas	Desinfección áreas de contacto frecuente	-
17	2023	EPB01	Prensas	Reajuste de pernos o tuercas	-

***Nota:** Este tipo de mantenimiento es en base a la información recolectada y proporcionada por la coordinación de laboratorios, debido a que, al no haber un historial de mantenimiento, no se pudo hacer una recolección de lo que se había hecho antes, de la misma manera se quiere dar a conocer que se hacían mantenimientos correctivos sobre las fallas presentadas*

Tabla 13*Tabla de programación de mantenimiento de taladro fresador*

Programación de mantenimiento (semestral) Taladros Fresadores					
Semana	año	Código	equipo	actividad	fecha cierre
1	2023	ETF01	Taladro Fresador	Realizar inspección visual	-
2	2023	ETF01	Taladro Fresador	Verificar herramientas	-
3	2023	ETF01	Taladro Fresador	Aplicar lubricante a los husillos y a cualquier parte móvil	-
4	2023	ETF01	Taladro Fresador	Verificar nivel lubricación	-
5	2023	ETF01	Taladro Fresador	Verificar precisión a escala o ajustarla	-
6	2023	ETF01	Taladro Fresador	Calibración de velocidad y profundidad de corte	-
7	2023	ETF01	Taladro Fresador	Examinar cableado eléctrico	-
8	2023	ETF01	Taladro Fresador	Verificar que los interruptores y controles estén en buen estado	-
9	2023	ETF01	Taladro Fresador	comprobar todos lo elementos de seguridad de la maquina	-
10	2023	ETF01	Taladro Fresador	limpiar sistema de refrigeración y verificar flujo	-
11	2023	ETF01	Taladro Fresador	Limpiar virutas y residuos de la maquina	-
12	2023	ETF01	Taladro Fresador	Verificación de la broca o fresas	-
13	2023	ETF01	Taladro Fresador	Verificación de vibraciones	-
14	2023	ETF01	Taladro Fresador	Ajustar o eliminar vibraciones excesivas	-

15	2023	ETF01	Taladro Fresador	Registro actividades de mantenimiento realizadas.	-
16	2023	ETF01	Taladro Fresador	Realizar inspección visual	-
17	2023	ETF01	Taladro Fresador	Aplicar lubricante a los husillos y a cualquier parte móvil	-

Nota: Este tipo de mantenimiento es en base a la información recolectada y proporcionada por la coordinación de laboratorios, debido a que, al no haber un historial de mantenimiento, no se pudo hacer una recolección de lo que se había hecho antes, de la misma manera se quiere dar a conocer que se hacían mantenimientos correctivos sobre las fallas presentadas

Tabla 14*Tabla programación de mantenimiento esmeril*

Programación de mantenimiento (semestral) Esmeril					
Semana	año	Código	equipo	actividad	fecha cierre
1	2023	ESM01	Esmeril	Realizar una inspección visual de la maquina	-
2	2023	ESM01	Esmeril	Verificar que la plataforma de apoyo este nivelada y segura	-
3	2023	ESM01	Esmeril	Lubricación de rodamientos y partes móviles	-
4	2023	ESM01	Esmeril	Inspeccionar cableado eléctrico	-
5	2023	ESM01	Esmeril	Verificar que el interruptor de encendido y apagado funcione correctamente	-
6	2023	ESM01	Esmeril	Inspeccionar las piedras en busca de grietas o desgaste excesivo	-
7	2023	ESM01	Esmeril	Reemplazo de piedras si es necesario	-
8	2023	ESM01	Esmeril	Limpiar acumulación de viruta, polvo o residuos	-
9	2023	ESM01	Esmeril	Verifique que las aberturas de ventilación estén despejadas.	-
10	2023	ESM01	Esmeril	Inspeccionar las vibraciones de la máquina, identificar si son inusuales o anormales.	-
11	2023	ESM01	Esmeril	Ajustar tuercas y tornillos.	-
12	2023	ESM01	Esmeril	Verificar que las perillas de ajuste estén funcionando	-
13	2023	ESM01	Esmeril	Realizar una inspección final de las funciones	-

14	2023	ESM01	Esmeril	Registrar todas las actividades de mantenimiento realizadas	-
15	2023	ESM01	Esmeril	Realizar una inspección visual de la maquina	-
16	2023	ESM01	Esmeril	Verificar que la plataforma de apoyo este nivelada y segura	-
17	2023	ESM01	Esmeril	Lubricación de rodamientos y partes móviles	-

Nota: Este tipo de mantenimiento es en base a la información recolectada y proporcionada por la coordinación de laboratorios, debido a que, al no haber un historial de mantenimiento, no se pudo hacer una recolección de lo que se había hecho antes, de la misma manera se quiere dar a conocer que se hacían mantenimientos correctivos sobre las fallas presentadas

Para finalizar el estudio de criticidad propuesto, se hizo un análisis de Pareto, este análisis permite conocer básicamente el orden de importancia de las variables que intervengan en el estudio a realizar, se realizó una lista de variables esto con el fin de conocer la forma aproximada de los mismos.

A continuación, el análisis de Pareto propuesto:

Tabla 15

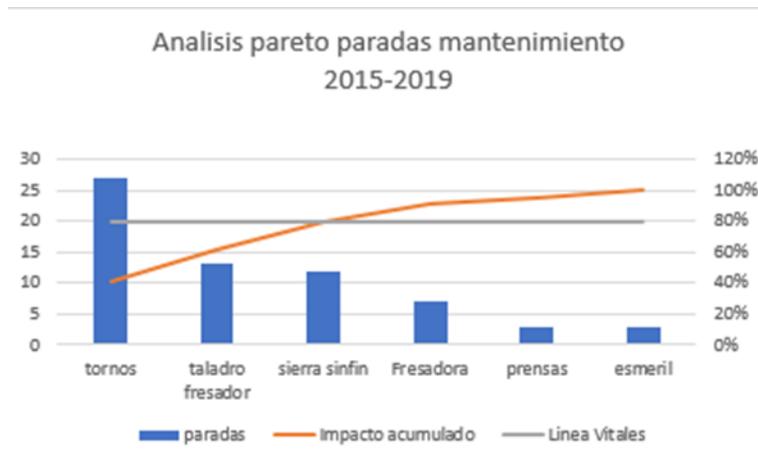
Análisis de Pareto por número de paradas

maquina	paradas	impacto operacional	Impacto acumulado	linea vitales
tornos	27	42%	42%	80%
taladro fresador	13	20%	62%	80%
sierra sinfin	12	18%	80%	80%
Fresadora	7	11%	91%	80%
prensas	3	5%	95%	80%
esmeril	3	5%	100%	80%
	65			

Nota: Como primera instancia se realizó un análisis de Pareto por análisis de paradas generalizadas, en este análisis se indicó un total de 65 paradas de maquinaria y una serie de porcentajes de impactos operacionales, así mismo se utilizó un factor que son las líneas vitales, las cuales indican el 80% de los equipos vitales en funcionamiento.

Figura 18

Análisis de Pareto por paradas



Nota: En la gráfica se puede evidenciar tres variables analizadas, la primera es el número de paradas, el segundo es el impacto acumulado por las fallas expuestas y las líneas vitales que es donde se debería encontrar los impactos de las máquinas.

Posteriormente se realizó el mismo análisis de Pareto, pero esta vez se realizó por costo de mantenimiento:

Figura 19

Análisis de Pareto por costos

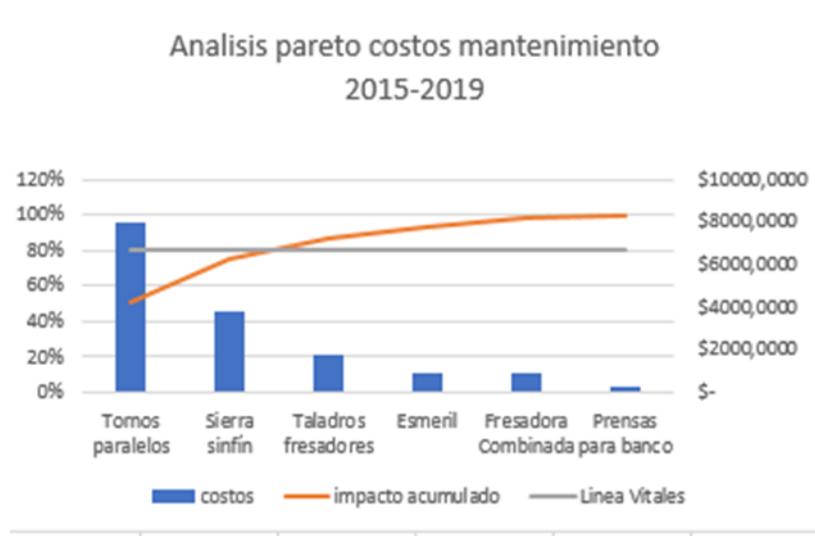
maquina	costos	impacto costo	impacto acumulado	linea vitales
Tornos paralelos	\$ 7.950,000	51%	51%	80%
Sierra sinfin	\$ 3.827,000	25%	75%	80%
Taladros fresadores	\$ 1.796,000	11%	87%	80%
Esmeril	\$ 900,000	6%	93%	80%
Fresadora Combinada	\$ 861,000	6%	98%	80%
Prensas para banco	\$ 285,000	2%	100%	80%
	\$ 15.619,000			

Nota: En este análisis de Pareto, se hizo la misma analogía del análisis de Pareto mostrado anteriormente, solo que en este cambia las paradas por los costos de mantenimiento y fallas que se han generado.

Por otro lado, se mostrará la gráfica que sintetiza todo lo mencionado y expresado en la tabla.

Figura 20

Análisis de Pareto por costos



Nota Análisis de Pareto por costos

16. CONCLUSIONES

El proyecto realizado, busco principalmente realizar un análisis de criticidad, para poder definir los equipos más críticos en el taller de máquinas y herramientas de la Universidad de América. cabe destacar que los equipos más críticos arrojados por el plan de mantenimiento preventivo RCM son principalmente equipos que no tienen posibilidad de sustituir al equipo o igualarlo en condiciones de operación como son el esmeril y la sierra sinfín.

Por otro lado, en el proyecto se evidenciaron muchas falencias y de acuerdo a estas se pudo evidenciar que se hacían mantenimientos correctivos no planificados, así mismo a la hora de tener un registro por parte de las coordinaciones de laboratorio, debido a que no se tenían históricos de fallas ni rutas de mantenimiento.

Así mismo se pudo establecer unos planes de mantenimiento estipulados para 17 semanas, que es lo que dura como tal un semestre académico, y como se mencionaba en los apartados propios del trabajo al ser equipos de baja producción no requieren un mantenimiento tan específico como los equipos de producción industrial.

Por otro lado haciendo referencia a el apartado cuantitativo de este proyecto se pudo determinar que los índices de criticidad arrojados por el análisis son altos, teniendo como pico máximo el Esmeril, esta máquina nos arrojó un porcentaje de criticidad del 168 %, seguido por la Sierra Sinfín con un porcentaje de criticidad del 136 %, lo que conlleva a la explicación de que, al no haber equipos de soporte para satisfacer la demanda de trabajo que arrojan estas máquinas, son maquinas con un índice alto de probabilidad de falla y paro de operación en la producción.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Barbieri, “Metodología de mantenimiento preventivo para máquinas de baja utilización,” Aug. 2020, doi: 10.5281/zenodo.4031253.
- [2] L. de J. Herrera Zurique C. M. Segura Hoyos Universidad Tecnológica Bolívar Facultad De Ingeniería Mecánica Cartagena De Indias D, “programa de mantenimiento preventivo equipo mayor en el taller de metalmecánica servitec Ltda.,” 2004.
- [3] U. Taller Automotriz, P. Por, Ángel, and A. B. Matute, “escuela superior politécnica del litoral previo a la obtención del título de: ingeniero mecánico” 2012.
- [4] Predictiva21, “Evolución del mantenimiento - y los cambios en su historia - Predictiva21,” 2021. <https://predictiva21.com/evolucion-mantenimiento/> (accessed Apr. 21, 2023).
- [5] A. Elías, P. Añez, A. José, and P. González, “mantenimiento preventivo para los tornos convencionales en el departamento de mecánica del iutc” 2012.
- [6] G. Barbieri, “metodología de mantenimiento preventivo para máquinas de baja utilización”, doi: 10.5281/zenodo.4031253.
- [7] O. Alexander and R. Acevedo, “diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos de la institución educativa técnica industrial turmequé” 2019.
- [8] L. de Javier Herrera Zurique Carlos Mario Segura Hoyos Universidad Tecnológica Bolívar Facultad De Ingeniería Mecánica Cartagena De Indias D, “programa de mantenimiento preventivo equipo mayor en el taller de metalmecánica servitec Ltda.” 2004.
- [9] I. Raúl and E. Loarca Velásquez, “universidad de san Carlos de Guatemala facultad de ingeniería escuela de postgrado maestría en ingeniería del mantenimiento actualización del programa de mantenimiento preventivo para la línea de tornos convencionales de la empresa maquinados precisos” Apr. 2007.
- [10] U. Taller Automotriz, P. Por, Ángel, and A. B. Matute, “escuela superior politécnica del litoral previo a la obtención del título de: ingeniero mecánico” 2012.
- [11] “¿Qué es el mantenimiento correctivo?,” 2019. <https://www.aner.com/blog/mantenimiento-correctivo.html> (accessed May 02, 2023).

- [12] Iberdrola, “Mantenimiento Predictivo: Qué es, características y ejemplos - Iberdrola,” 2023. <https://www.iberdrola.com/innovacion/mantenimiento-predictivo> (accessed May 07, 2023).
- [13] “Análisis de criticidad: Qué es y por qué es importante - cmc-latam.com.” [https://cmc-latam.com/2022/02/23/análisis de criticidad que es y por qué es importante/](https://cmc-latam.com/2022/02/23/análisis-de-criticidad-que-es-y-por-qué-es-importante/) (accessed May 08, 2023).
- [14] “Herramientas Para el Análisis de Mantenimiento: Conozca 5 Opciones • Infraspak Blog.” [https://blog.infraspak.com/es/herramientas para el análisis de mantenimiento/](https://blog.infraspak.com/es/herramientas-para-el-análisis-de-mantenimiento/) (accessed May 26, 2023).
- [15] “¿Qué es el ciclo PDCA y cómo te ayuda en el mantenimiento? TRACTIAN.” [https://tractian.com/es/blog/que es el ciclo pdca y como ayuda en el mantenimiento](https://tractian.com/es/blog/que-es-el-ciclo-pdca-y-como-ayuda-en-el-mantenimiento) (accessed May 26, 2023).
- [16] “partes y accesorios del torno mecánico.” [https://deingenierias.com/torno/partes del torno/](https://deingenierias.com/torno/partes-del-torno/) (accessed May 26, 2023).
- [17] “Refrigerantes.” <https://www.productosquimicosmexico.com.mx/refrigerantes.aspx> (accessed May 26, 2023).
- [18] “Husillo, Torno, Guía de resolución de problemas.” [https://www.haascnc.com/es/service/troubleshooting-and-how-to/troubleshooting/Lathe-Spindle- Troubleshooting-Guide.html](https://www.haascnc.com/es/service/troubleshooting-and-how-to/troubleshooting/Lathe-Spindle-Troubleshooting-Guide.html) (accessed May 26, 2023).
- [19] “Mantenimiento Preventivo para Torno Convencional Herramental.” [https://www.herramental.com.mx/post/mantenimiento preventivo para torno convencional](https://www.herramental.com.mx/post/mantenimiento-preventivo-para-torno-convencional) (accessed May 26, 2023).
- [20] Brayan Andrés Santafé García, “propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del laboratorio de máquinas y herramientas de la facultad de ingeniería mecánica de la universidad Santo Tomás sede principal,” jul. 2021.

ANEXOS

Se realizó una actividad extra en el proyecto, la cual consistió en realizar una prueba con una muestra de aceite de una de las cajas Norton de los tornos, más exactamente del torno # 3, por lo cual se demostró por medio de un análisis de espectrofotometría, donde se tomaban unas curvas de absorbancia y una espectral, con una muestra de aceite contaminado y una muestra de aceite nuevo.

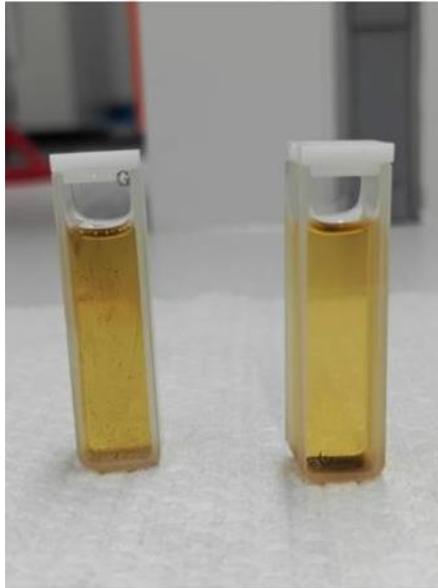
Como resultado nos arrojó que hay una contaminación fuerte de partícula ferrosas debido a que no hay un buen nivel de lubricante en las maquinas, llegando al punto de nivel mínimo de lubricante para su funcionamiento, lo que da en conclusión de que se está presentando un desgaste prematuro de a piñonera por fricción de los mismos metales.

Para este análisis se basó principalmente de la norma ASTM D1500-12 la cual especifica UN METODO ESTANDAR DEL COLOR DE LUBRICANTES EN BASE A PRODUCTOS DE PETROLEO.

A continuación, una representación gráfica del resultado y lo que se evidencio:

Figura 21

Muestras de aceite contaminado



Nota: En esta imagen se evidencia 2 muestras de aceite contaminado sacadas por fuente propia, en las cuales se pueden evidenciar una con el material ferroso en el fondo del lubricante y otro se deja con el material ferroso en precipitación.

Por otro lado, se comparte el enlace de las matrices elaboradas en Excel como del análisis de criticidad desarrollado.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KkeHRXrsSS5RMpiCXasvt_3KKuNfmlBe/edit?usp=drive_link&ouid=110994969759419101495&rtpof=true&sd=true