



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

TÍTULO

“Restauración de taladro de banco para fines didácticos, ubicado en el taller automotriz de la FTI del Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios (UNI-RUPAP)”

AUTORES

Br. Jesús Ernesto Benavides Artola.
Br. Edgard Antonio Barberena Méndez.
Br. Luis Eduardo Tapia González.

TUTOR

Ing. Wilmer Ramírez Velásquez.

Managua, 13 de Enero de 2022.

Índice	Págs.
I. Introducción	1
II. Justificación	2
III. Objetivos.....	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
IV. Marco Teórico	4
6.1 Definiciones generales.....	4
6.2. Clasificación de las máquinas herramientas.....	4
6.2.1 Máquinas convencionales y no convencionales.....	5
6.3. Maquina taladradora	5
6.3.1 Clasificación de máquinas taladradoras.....	6
6.3.2 Clases de taladro de columna.....	7
6.4 Componentes principales de un taladro de banco.....	8
6.5. Capacidades de los taladros de banco.....	10
6.6 Herramientas de corte para fresadoras	11
6.7 Operaciones herramientas de corte.....	12
6.7.1 Producción de agujeros.....	13
6.7.2 Tipos de agujeros.....	13
6.8 Mantenimiento.....	14
6.8.1 Tipos de mantenimiento	15
6.8.2 Mantenimiento correctivo.....	15
6.8.3 Mantenimiento predictivo	15
6.8.4 Mantenimiento preventivo	15
6.8.5 Composición del sistema de mantenimiento preventivo planificado ..	16
6.8.6 Plan global de mantenimiento.....	16
6.8.7 Ciclo de reparación	16

6.9 Elementos de carácter general	17
6.9.1 Elementos de sustentación	17
6.9.2 Elementos móviles	17
6.9.3 Elementos de accionamiento	17
6.9.4 Elementos de mando	17
6.9.5 Elementos accesorios.....	17
6.10. Descripción y partes de la maquina a restaurar	18
7. Análisis y presentación de resultados	19
7.1. Diagnóstico del taladro de bancos	19
7.3. Superficie del taladro de banco.	21
8. Mecanismo para el movimiento principal.	21
9. Fabricación de componentes mecánicos.	22
9.1. Fabricación de maneral o manivela:	23
9.2. Fabricación del husillo.	24
9.3. Fabricación de Flange.	25
9.4. Ajuste de polea.....	25
9.5. Fabricación de Cremallera.	26
10. Mantenimiento integral y puesta en marcha	27
10.2. Maniobras mecánicas.....	27
10.1. Maniobras eléctricas.....	30
10.1.1. Motor eléctrico del taladro.....	30
10.3. Proceso de pintura.....	33
10.4. Correa de motor de taladro	34
10.5. Pruebas realizadas.....	35
11. Análisis económico	38
12. Plan de mantenimiento y diagnóstico de fallas	40
12.1. Mantenimiento Preventivo del Taladro de banco	40
12.1.1 Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).....	40
12.1.2. Ciclo de Reparación y Duración del mismo.....	45
12.1.3. Duración del Ciclo de Reparación.	47
12.1.4. Tiempo entre operaciones del ciclo.....	50

12.1.5. Tiempo entre reparaciones.....	50
12.3. Presupuesto para la realización del plan de mantenimiento	52
13. Conclusiones y Recomendaciones	56
13.1. Conclusiones.....	56
13.2. Recomendaciones	56
V. Bibliografía	57

DEDICATORIA

El presente trabajo monográfico va dedicado al Ing. Cesar Blandino que en paz descanse el cual nos apoyó en cada momento.

Primeramente, a Dios, que en su infinita misericordia ha sido mi guía, estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome la fuerza necesaria para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mi madre Angélica Del Carmen quien con su amor, paciencia, confianza y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de hacerle frente a todas las adversidades porque Dios está siempre conmigo.

Luis Eduardo Tapia Gonzalez

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto; por haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos. Además, agradezco a mi madre Leticia Méndez por haberme apoyado en todo momento; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A mi padre Edgar Barberena por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre; por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. Agradezco a mi esposa Anielka Reyes por el apoyo incondicional ofrecido en todos los aspectos. Muchas gracias por tu presencia en mi vida.

Edgar Antonio Barberena

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios y a mis padres Margarita Auxiliadora Artola Martínez y Noé de Jesús Benavides Aratta por ser los principales pilares en mi vida, por haber fomentado en mí el deseo de superación, por todo el amor que me brindan cada día en el que han sabido guiar mi vida con buenos principios y valores y por todo el sacrificio que han hecho por mí, gracias a ellos he llegado hasta aquí. A todos mis familiares que han estado presente en mi vida apoyándome incondicionalmente y dándome consejos a lo largo de mis estudios. Agradezco también a mi esposa Tania Larios por estar a mi lado, por siempre creer en mí y alentarme durante este proceso y a mi hija Adriana Valeria Benavides Larios quien es el principal motor en mi vida y para ser un buen ejemplo para ella.

Jesús Ernesto Benavides Artola.

RESUMEN

En este documento se presenta la restauración total del taladro de banco del taller automotriz comenzando en el marco teórico con la descripción de conceptos generales acerca de la máquina tales como sus características, clasificación, partes que la componen, las distintas operaciones que en ella se pueden realizar, y también se abordan criterios básicos acerca del mantenimiento.

Posterior a esto se aborda el análisis y la presentación de resultados, llevando a cabo un diagnóstico exhaustivo en las partes eléctricas, mecánicas del taladro de banco. Una vez hecho esto se procedió a efectuar el mantenimiento integral aplicado a las partes anteriormente mencionadas y una vez culminado el respectivo plan de mantenimiento se iniciaron las pruebas al equipo verificando el debido funcionamiento de cada una de las partes.

Se muestra un análisis económico de la maquina representando los costos de materiales y mano de obra invertidos en la restauración del equipo. Se desarrolla el plan de mantenimiento preventivo planificado y correctivo donde se llevan a cabo cálculos como la duración del ciclo de reparación de la máquina, el tiempo entre operaciones del ciclo y el tiempo entre reparaciones, tomando en cuenta las especificaciones brindadas por el fabricante.

I. Introducción

La presente investigación desarrollará el proceso para la restauración del taladro de banco del taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria, está orientada a todos los estudiantes y docentes que deseen conocer el plan de mantenimiento del taladro de banco, para dar solución a posibles percances que se presenten durante su funcionamiento y garantizar su óptimo funcionamiento.

Para dar una solución a la problemática es necesario mencionar cuales son las causas principales, esto ayudara a conocer el porqué de la inactividad del equipo.

Se aplicarán los conocimientos adquiridos en el transcurso del estudio de la carrera, así como documentación adquirida en el taller de máquinas herramientas, electrotecnia, mantenimiento e información obtenida en la web.

En este trabajo se presentará una propuesta metodológica de carácter descriptivo y explicativo en donde se podrá determinar los posibles problemas que está presentando el taladro de banco y de igual manera dar las soluciones adecuadas para un correcto funcionamiento.

Por medio de todas estas herramientas se logrará conocer el comportamiento general de la máquina, lo cual es necesario al momento de desarrollar adecuadamente las prácticas de laboratorio y el plan integral de mantenimiento, el cual sea confiable y económico para la puesta en marcha del mismo

II. Justificación

La presente restauración se ejecutará dado a la necesidad que tienen los estudiantes de emplear las prácticas en el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria, debido a que es importante conocer y analizar cada uno de los procesos necesarios para la utilización adecuada del taladro de banco poniendo en práctica todos los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas recibidas en la carrera.

De esta forma se define como problema científico-tecnológico la rehabilitación total del taladro de banco.

El objeto de este estudio es el sistema electromecánico, su campo de acción está enmarcado en las actividades de mantenimiento correctivo del equipo en análisis, considerando los conocimientos desarrollados en la carrera de Ingeniería Mecánica sobre máquinas herramientas, electrotecnia, mantenimiento y tribología.

Se define como hipótesis:

“Si se reactiva el taladro de banco y se implementa el programa integral de mantenimiento entonces se verán reducidos los costos del mantenimiento correctivo y se garantizara las prácticas de laboratorio en la asignatura Máquinas Herramientas y Procesos de Manufactura II y Máquinas Automotrices.

III. Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un programa integral de mantenimiento y restauración total del taladro de banco perteneciente al taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico al sistema electromecánico mediante inspección y prueba del taladro de banco.
- Describir las soluciones para las posibles fallas en el sistema eléctrico y mecánico del taladro de banco.
- Elaborar un plan integral de mantenimiento preventivo del taladro de banco para el mejoramiento de su disponibilidad.
- Estimar un presupuesto para la realización del plan de mantenimiento preventivo del taladro de banco.

IV. Marco Teórico

6.1 Definiciones generales.

Máquinas Herramientas

Una máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales. Su característica principal es su falta de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias. El modelado de la pieza con determinado grado de precisión, automatización, acabado superficial, etc. se realiza por la eliminación de una parte del material, que se puede realizar por arranque de viruta, estampado, corte o electroerosión. (Interempresa, 2009).

El término máquina herramienta se suele reservar para herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del esfuerzo humano, aunque también pueden ser impulsadas por personas si se instalan adecuadamente o cuando no hay otra fuente de energía. (Interempresa, 2009)

6.2. Clasificación de las máquinas herramientas

La clasificación y denominación de los diferentes grupos de máquinas herramienta se realiza partiendo de sus características distintivas:

-) Método de elaboración.
-) Tipo de herramienta.
-) Grado de automatización.
-) Acabado superficial de la pieza que se elabora.
-) Grado de precisión que se alcanza.
-) Características constructivas.
-) Numero de órganos de trabajo.

Según el grado de automatización

El grado de automatización de las máquinas, así como la técnica utilizada determinan su denominación:

-) máquinas automáticas
-) máquinas semiautomáticas
-) máquinas hidráulicas
-) máquinas electrónicas.

Según el acabado

Según el acabado de las superficies elaboradas las máquinas herramienta pueden ser:

-) Máquinas de desbaste
-) Máquinas de acabado
-) Maquinas rectificadores
-) Maquinas pulidoras

De una herramienta y multiherramienta de soportes múltiples.

6.2.1 Máquinas convencionales y no convencionales.

Teniendo en cuenta el método de elaboración y el tipo de herramienta utilizada, las máquinas herramienta se clasifican en:

-) Torno
-) Taladradora
-) Fresadora
-) Brochadura
-) Acepilladora
-) Rectificadora
-) Talladora De Ruedas Dentadas.

6.3. Maquina taladradora

La taladradora de columna o taladro de columna es la versión estacionaria del taladro convencional. Las taladradoras de columna son las más usadas en talleres

gracias a la posibilidad de realizar en ellas los más variados trabajos, incluso de serie, con útiles adecuados.

Gracias a su sistema, permite sujetar la pieza y así realizar trabajos de gran precisión, ejerciendo una presión uniforme durante todo el proceso.

Su principal función consiste en hacer agujeros y cortes en cualquier tipo de material, ya que este tipo de taladro es uno de los taladros perforadores más potentes.

Las diferencias de estos taladros van en función de la potencia del motor y de la longitud de la columna. Con las columnas se consigue un trabajo más profesional. (taladros.info, 2020)

6.3.1 Clasificación de máquinas taladradoras.

Los taladros estacionarios o máquinas taladradoras constituyen un gran grupo de herramientas poderosas, algunas de las cuales, por su tamaño y costo, solo son aplicables a la industria. (herramientas, 2020)

-) Vertical o de columna
-) Radial
-) Horizontal
-) De torreta
-) De husillos múltiples
-) CNC

6.3.1.1 Taladro de banco.

El taladro de banco pertenece al primer grupo de máquinas taladradoras verticales o de columna, que son las más sencillas y económicamente accesibles. Se caracterizan por la rotación de un husillo vertical en una posición fija que está soportado por un bastidor de construcción en forma de “C”, al igual que los balancines y las prensas plegadoras de chapa, por ejemplo. El manejo de una máquina taladradora de columna es simple, porque consiste en solo dos movimientos principales. (herramientas, 2020)

-) Movimiento de rotación de la herramienta de corte (broca): proporcionado por el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes.
-) Movimiento de avance o penetración de la broca en la pieza de trabajo: puede realizarse manualmente o automáticamente. Precisamente la naturaleza de este movimiento de avance es el que distingue los dos tipos básicos de este tipo de máquinas.

6.3.2 Clases de taladro de columna.

Tenemos dos clases de taladros de columna:

Sensitivo

El movimiento de avance se realiza manualmente. Están diseñados para trabajos ligeros en madera, metal, plástico y materiales similares, en los que deben perforarse orificios pequeños, tarea que requiere alta velocidad y movimientos manuales de avance. Pueden ser de columna corta, en cuyo caso la base de estas máquinas va montada sobre un banco de trabajo (de ahí el nombre “taladro de banco”) o de columna larga, por lo cual la base puede atornillarse al piso. Pueden manejar brocas de hasta 15,5 mm de diámetro. La broca se inserta en la pieza de trabajo exclusivamente a mano, por lo que el operador “siente” la acción de la herramienta de corte a medida que esta atraviesa la pieza de trabajo. De ahí la denominación “sensitivo”. (taladros.info, 2020)

No sensitivos

Son muy similares en diseño a los taladros sensitivos, pero de mayor tamaño, peso y potencia, lo que los hace ideales para taladrar agujeros grandes y efectuar operaciones pesadas de mecanizado en piezas de tamaño mediano, pudiendo lograr orificios con un diámetro de hasta 50mm. Son de columna larga, por lo que

todos los modelos se atornillan al piso por medio de pernos y tuercas. Como están equipados con inserción motorizada de la broca, no son del tipo sensitivo, ya que un mecanismo de impulsión con engranajes cambia las velocidades y el avance del husillo, permitiéndole adaptarse a diferentes tipos de piezas. También pueden tener un mecanismo para elevar o descender la mesa de trabajo e incorporar incluso un depósito de líquido enfriador integrado en la base. (taladros.info, 2020)

6.4 Componentes principales de un taladro de banco.

Todas las maquinas taladradoras presentan una serie de componentes básicos comunes, que son: una columna, una base, un cabezal taladrador provisto de motor y accesorios, una mesa de trabajo y una manivela. Dependiendo del tipo de máquina y de su complejidad, se añaden otros componentes. Por ser el más sencillo, el taladro de banco (Fig. N°1) tiene solamente las piezas mencionadas.



Fig. N°1 componentes principales de un taladro de banco

Fuente: (Herramientas. S.f., 2017)

Base o placa de asiento: soporta la maquina dándole estabilidad y aportando un montaje rígido para la columna. Está construida generalmente en hierro fundido y

puede soportar vibraciones. Viene provista de orificios para poder atornillarla al banco de trabajo o al piso. También contiene ranuras que permiten fijar una morsa o abrazaderas para sujetar la pieza de trabajo o, llegando al caso, sujetar la propia pieza de trabajo. (herramientas, 2020)

Columna: construida con acero fundido, es el miembro principal de la máquina que se erige desde la base y sobre la cual van montados otros componentes, como la mesa y el cabezal de taladro. Puede ser tipo caja, redonda o tubular, aunque este último diseño es el más común. La altura de la columna es la que determina que el taladro sea de banco o de piso. (herramientas, 2020)

Mesa: Puede ser redonda o rectangular y se usa para soportar la pieza de trabajo. Su superficie es perpendicular a la columna, y mediante un conjunto de manija y cremallera puede levantarse, descender o girar en torno a la columna. En algunos modelos es posible inclinar la mesa en ambos sentidos para taladrar agujeros en ángulo. La mayoría de las mesas tienen ranuras en T para sujetar sobre ellas matrices, dispositivos de sujeción o piezas de trabajo de gran tamaño. (herramientas, 2020)

Cabezal taladrador: está montado en el costado superior de la columna y aloja el mecanismo para girar la herramienta de corte y hacerla avanzar hacia la pieza de trabajo. Este mecanismo consiste en un husillo y poleas escalonadas en la parte superior de la máquina (Fig.Nº2).

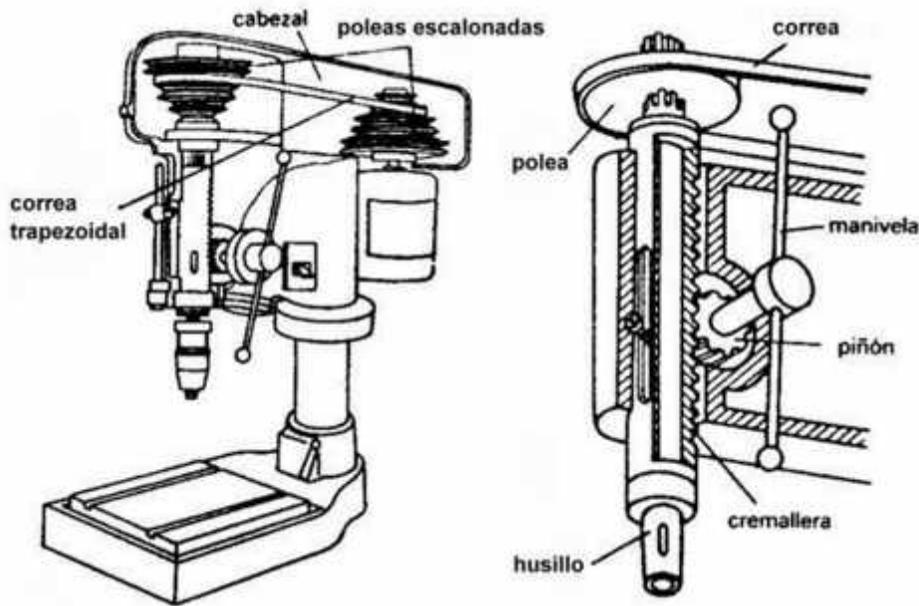


Fig. N°2 Cabezal Taladrador.

Fuente: (Herramientas. S.f., 2017)

La correa: transmite el movimiento del motor al eje o husillo que sujeta e impulsa la herramienta de corte y se encuentra dentro de un manguito o camisa. Así el husillo comienza a rotar a velocidades que varían entre 50 y 2000 rpm. Para producir el movimiento de avance, un piñón conectado a la manivela que gira el usuario engrana con una cremallera, desplazando el manguito hacia arriba y hacia abajo e impulsando consecuentemente el husillo en ambas direcciones sobre la pieza de trabajo. (herramientas, 2020)

6.5. Capacidades de los taladros de banco.

El mercado ofrece una amplia gama de taladros sensitivos, tanto de banco como de pie. Conocer sus capacidades puede orientarnos sobre el tipo de trabajo que puede realizar cada uno, por lo que en la siguiente tabla (Tabla N°1) se muestran los parámetros que ofrecen fabricantes reconocidos de taladros sensitivos. (Herramientas. S.f., 2017)

Tabla N°1. Taladro de banco – Tabla comparativa

Fuente: (Herramientas. S.f., 2017)

Parámetro	Taladro de banco	Taladro de pie
Capacidad de Taladro (mm)	1,5 -16	20 - 25
Potencia del motor	0,3 HP -0,5 HP	1 HP - 1,5 HP
Numero de Velocidades	5-12	12-16
Rango de Velocidad (rpm)	620-2620	3320 o 150-2940
Conicidad del husillo	MT2	MT2 - MT3
Volteo (mm)	310	360 - 450
Tamaño de la mesa (mm)	260 (radio)	290x350 - 350x350
Altura total de la maquina (m)	0,58 - 0,95	1,60 - 1,70
Peso de la maquina (kg)	20-42	74 - 128
Usos	bricolaje, taller, industria	taller, industria

6.6 Herramientas de corte para fresadoras

El taladro de banco con movimiento vertical y mesa para sujetar el objeto a taladrar. La principal ventaja de este taladro es la absoluta precisión del orificio y el ajuste de la profundidad. Permite taladrar fácilmente algunos materiales frágiles, que necesitan una firme sujeción para que no se dañen.

Las brocas más utilizadas en el taladro de banco en dependencia del material a perforar como: Madera, plástico, metal y muy frágiles como el vidrio y porcelana (ver figura N°3).

Son herramientas rotatorias de perforaciones, generalmente fabricadas con acero rápidos, aunque la calidad varía según la aleación y según el método y calidad de fabricación.



Fig. N° 3. Tipos de herramientas de corte
 Fuente: (bricotodo.com/taladrar.htm)

6.7 Operaciones herramientas de corte.

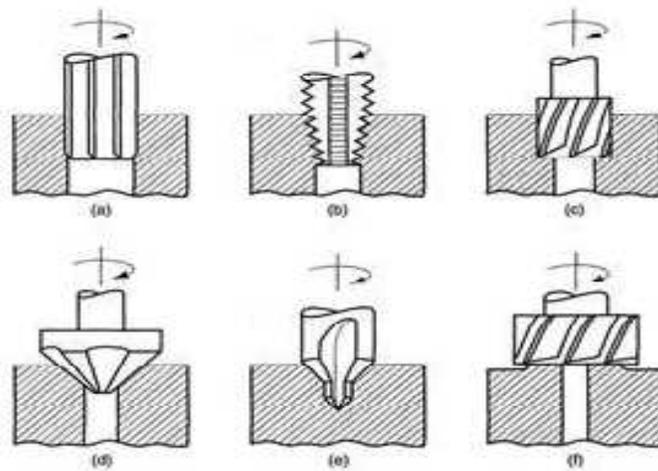


Fig. N° 6 Operaciones herramientas de corte.
 Fuente: (bricotodo.com/taladrar.htm)

Escariado: Se usa para agrandar ligeramente un agujero, suministrar una mejor tolerancia en su diámetro y mejorar su acabado superficial. La herramienta se llama escariador y por lo general tiene ranuras rectas.

Roscado interior: Esta operación se realiza por medio de un machuelo y se usa para cortar una rosca interior en un agujero existente.

Abocardado: Se produce un agujero escalonado en el cual un diámetro más grande sigue a un diámetro más pequeño parcialmente dentro del agujero. El agujero abocardado se usa para asentar la cabeza de los pernos dentro de un agujero, de manera que no sobresalga de la superficie.

Avellanado: Operación similar al abocardado salvo que el escalonado en el agujero tiene forma de cono para tornillo y perno de cabeza plana.

Centrado: Esta operación taladra un agujero inicia para establecer con presión el lugar donde se taladrará el siguiente agujero. La herramienta se llama broca de centro.

Refrenado: Es una operación similar al fresado que se suministra una superficie plana en la pieza de trabajo en el área localizada.

6.7.1 Producción de agujeros.

Los factores principales que caracterizan un agujero desde el punto de vista de su mecanizado son:

-) Diámetro
-) Calidad superficial y tolerancia
-) Material de la pieza
-) Material de la broca
-) Longitud del agujero

6.7.2 Tipos de agujeros.

Casi la totalidad de agujeros que se realizan en las diferentes taladradoras que existen guardan relación con la tornillería en general, es decir la mayoría de agujeros taladrados sirven para incrustar o diferentes tornillos que se utilizan para ensamblar unas piezas con otras de los mecanismos o máquinas de las que forman parte.

Según este criterio hay dos tipos de agujeros diferentes los que son pasantes y atraviesan en su totalidad la pieza y los que son ciegos y solo se introducen una

longitud determinada en la pieza sin llegarla a traspasar, tonto como unos como otros pueden ser lisos o pueden ser roscados.

Respecto a los agujeros pasantes que sirven para incrustar tornillos en ellos los hay de entrada avellanada, para tornillos de cabeza plana, agujeros de dos diámetros para insertar tornillos allen y agujeros cilíndricos de un solo diámetro con la cara superior refrentada para mejorar el asiento de la arandela y cabeza del tornillo. El diámetro de estos agujeros corresponde con el diámetro exterior que tenga el tornillo.

Respecto a los agujeros roscados el diámetro de la broca del agujero debe ser la que corresponda de acuerdo con el tipo de rosca que se utilice y el diámetro nominal del tornillo, en los tornillos ciegos se debe profundizar más la broca que la longitud de la rosca por problema de la viruta del macho de rosca.

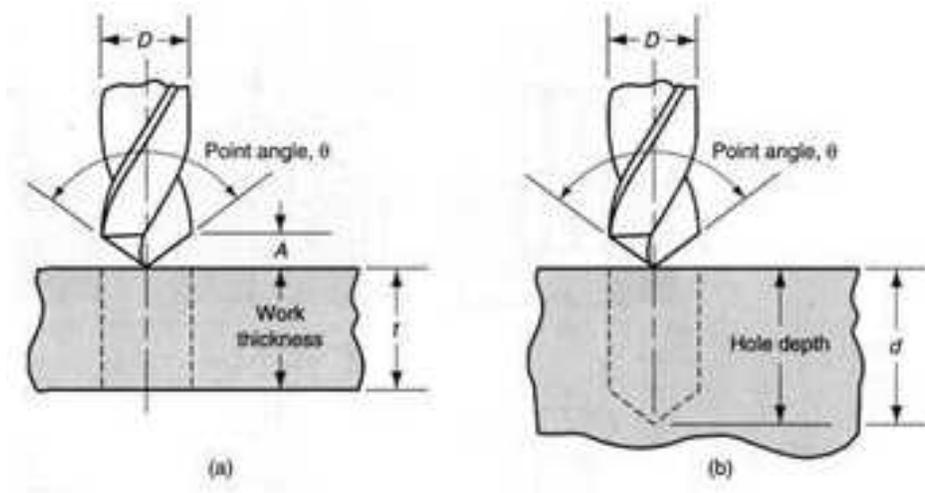


Fig. N° 7 Tipos de agujeros.

Fuente: (Herramientas. S.f., 2017)

6.8 Mantenimiento

Mantenimiento es el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. (Garrido, 2010)

6.8.1 Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han destinado 3 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas. (Renovatec, 2018). Que incluyen:

Mantenimiento correctivo.

Mantenimiento predictivo.

Mantenimiento preventivo.

6.8.2 Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. (Renovatec, 2018)

6.8.3 Mantenimiento predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos. (Renovatec, 2018).

6.8.4 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo el uso o las condiciones del equipo. (A. Raouf, 2000)

El mantenimiento preventivo puede ser planeado previamente, aunque en algunos casos se pueden encontrar posibles fallas que ameriten de su corrección inmediata, aunque no fue planeada la ejecución con anticipación. (A. Raouf, 2000)

Es importante resaltar, que el mantenimiento se lleva a cabo o se programa de formas diferentes, todo dependerá del tiempo, de las condiciones, del uso y del lugar donde opere el equipo. (A. Raouf, 2000)

6.8.5 Composición del sistema de mantenimiento preventivo planificado

- 1) Servicio diario del equipo
- 2) Trabajos periódicos
- 3) Revisión
- 4) Reparación pequeña
- 5) Reparación mediana
- 6) Reparación general
- 7) Reparación imprevista
- 8) Plan global de mantenimiento

6.8.6 Plan global de mantenimiento

El plan de mantenimiento se prepara de manera global para todo el año indicando lo que ha de hacerse por meses, en este plan figuran todas las maquinas e instalaciones, indicando el tipo de mantenimiento (reparación, pequeña, revisión, reparación mediana y general) que corresponde en cada uno de los meses.

El tipo de mantenimiento y su fecha se determina en base a la planificación que se hace con antelación sobre el número de horas que ha de trabajar el equipo, en base a la estructura del ciclo y en base a la duración del ciclo, es decir, después de establecer la estructura del ciclo, el tiempo de duración del mismo en horas y cuantos turnos trabajara el equipo; es que se puede planificar los distintos trabajos de mantenimiento, así como su fecha. (A. Raouf, 2000)

6.8.7 Ciclo de reparación

El ciclo de reparación constituye la parte más importante del mantenimiento preventivo planificado, la elección de un ciclo adecuado significa un mejor aprovechamiento del equipo, seguridad de operación, ahorro de piezas, materiales, mano de obra, etc.

El ciclo de reparación es el tiempo de funcionamiento del equipo entre dos reparaciones generales (para el equipo que se encuentra en funcionamiento) o el tiempo entre la puesta en marcha y la primera reparación general (para el equipo nuevo)

Las operaciones a realizar en el ciclo han sido divididas en 4 categorías: revisión, reparación pequeña, reparación mediana y reparación general.

El tipo de mantenimiento a realizar al taladro de banco será el mantenimiento correctivo por lo que la mayoría de los componentes del taladro de banco se encuentran en mal estado.

6.9 Elementos de carácter general

Los elementos de las máquinas herramientas pueden agruparse de la siguiente manera:

6.9.1 Elementos de sustentación

Son los que actúan de soporte de todo el conjunto y permiten asentar sólidamente la máquina.

6.9.2 Elementos móviles

Se apoyan en los elementos de sustentación a través de diversos sistemas de guiado.

6.9.3 Elementos de accionamiento

Proporcionan la energía necesaria para realizar el trabajo encomendado, Actualmente ser mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos

6.9.4 Elementos de mando

Posterior al tablero de mando se puede seleccionar las siguientes acciones tales como: controlar, automática o manualmente, el movimiento de la máquina y la carrera de trabajo.

6.9.5 Elementos accesorios

Son los que actúan de elementos complementarios y sirven para realizar funciones secundarias, tales como, iluminación, etc.

6.10. Descripción y partes de la maquina a restaurar

El estado en el cual se encontró el taladro de banco fue en condiciones deplorables es decir inservible con excesivo polvo, oxidación y con la carencia de elementos indispensables para su funcionamiento tal y como se muestra en la (Figura. N°8), este equipo solo presentaba una polea en el mecanismo principal.



Estado actual en que se encuentra el taladro fresadora (vista lateral). Posteriormente se describen las partes principales del equipo

Figura N°8 Descripción general de la máquina a restaurar

Cabe destacar que respecto al sistema de control solo se encontró un cableado que corresponde a las conexiones eléctricas como se muestra en la (fig. N°9)



Figura N°9 Descripción general de la máquina a restaurar

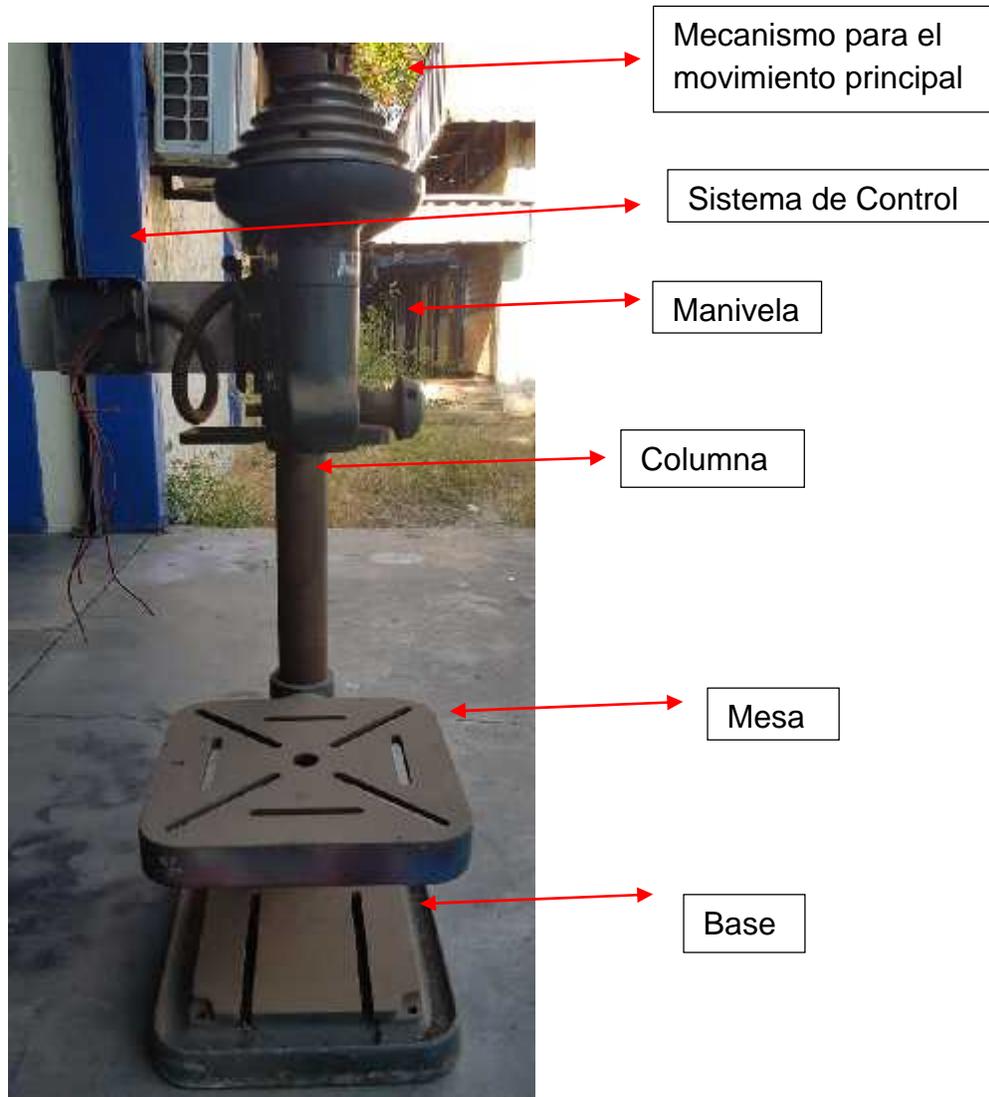


Figura N°10 Partes de la máquina

7. Análisis y presentación de resultados

7.1. Diagnóstico del taladro de bancos

Se diagnostica que, debido al estado en el cual se encontró el taladro de banco, y falta de componentes se procederá a la fabricación y comprar de las piezas faltantes tales como mecánicas y eléctricas para el óptimo funcionamiento del mismo.

7.2. Sistema mecánico y eléctrico

Teniendo en cuenta la falta de los elementos electromecánicos del taladro de banco a continuación se detallan las piezas a fabricar y compra, para que cumpla con los requerimientos necesarios para la puesta en marcha.

Mecánicos:

- Polea (fabricar)
- Banda (comprar)
- Husillo (fabricar)
- Manivela (fabricar)
- Tapa en el mecanismo movimiento principal (comprar)
- Flange regulador de profundidad (fabricar)
- Cremallera para ascenso y descenso (fabricar)

Eléctricos:

- Motor eléctrico (compra)
- Switch de encendido/apagado



Figura N°11. Superficie del taladro de banco

7.3. Superficie del taladro de banco.

Se hace mención de que la maquina presenta un deterioro en la mayoría de su superficie en lo que respecta a la pintura, carece de ciertas partes importantes en su funcionamiento esto al estar separada la pintura de la superficie del taladro de banco y la oxidación se percibe a simple vista a esto se le adjunta la suciedad y parte de oxidación que se observa en las placas de funcionamiento de la máquina.



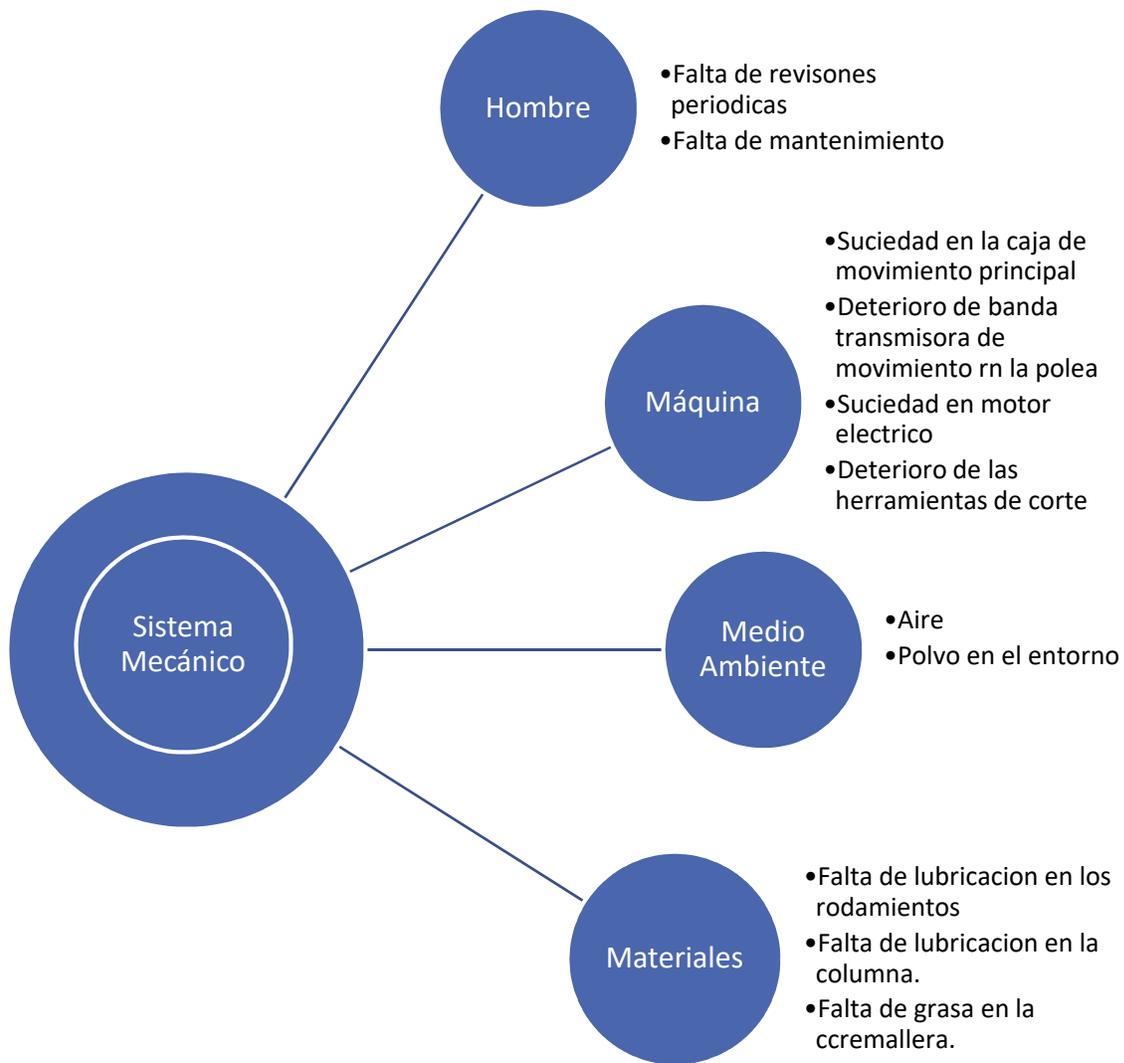
Figura N° 12. Superficie del taladro de banco

8. Mecanismo para el movimiento principal.

El mecanismo del movimiento principal del taladro de banco carece de tres elementos importantes como lo son motor eléctrico, una polea y banda.



Figura N°13. Mecanismo movimiento principal



Esquema N°1. Posibles problemas fallas en el sistema mecánico

9. Fabricación de componentes mecánicos.

Una vez diagnosticado el estado actual del taladro de banco se procede a la fabricación de cada uno de los componentes antes mencionados, posteriormente se realiza el montaje de los mismos.

9.1. Fabricación de maneral o manivela:

Se utilizó una varilla de acero de construcción de 1mt x 5/8” grado 60 puesto que es el material idóneo para soportar el esfuerzo máximo y evitar la rotura se detalla el cumplimiento de la norma ASTM 0615 en la (tabla N°2) esta se dividió en 3 partes iguales de 10 cm de longitud; se elaboró una rosca para acoplarlo al mango del taladro este presentaba una rosca interna ordinaria de 5/8, (paso: 1.814mm) para mantener el equilibrio y la similitud de fábrica luego en el extremo superior se hizo un moleteado para un mejor agarre de las manivelas.

Según los requisitos de tracción y porcentaje de elongación mínima para barras de acero al carbono según la norma ASTM A615 cumpliendo de esta manera con los parámetros establecidos.

Tabla N°2. Norma ASTM 0615

	Grados MPa [ksi]				
	290 [42]	420 [60]	520 [75]	550 [80]	690 [100]
Resistencia mínima a la tracción MPa [ksi]	420 [60]	620 [90]	690 [100]	720 [105]	890 [130]
Esfuerzo de fluencia mínima MPa [ksi]	290 [42]	420 [60]	520 [75]	550 [80]	690 [100]
Relación resistencia mínima a la tracción / esfuerzo de fluencia mínima	1,41	1,48	1,33	1,32	1,29
Designación de barra, #	Elongación en 200 mm, porcentaje mínimo				
11 [3]	11	5	7	7	7
11,76 [4,5]	12	5	7	7	7
19 [6]	12	5	7	7	7
22,25 [7,9]	-	8	7	7	7
29,32, 35 [9, 10, 11]	-	7	9	6	5
43, 54, 64 [14, 15, 20]	-	7	9	6	5

Tabla N°3. Rosca fina Whitworth paso 5/8 paso (1.814mm)

ROSCA FINA WHITWORTH (U.S.S.)				
Diámetro en pulgadas	Diámetro en mil.	Nº de filetes por pulgada	Paso en mm.	Elong. De rosca para agujeros roscados
3/32	5,25	28	0,357	4,2
1/8	6,35	26	0,3770	5,2
9/32	7,14	26	0,3779	6
5/16	7,93	22	1,2545	6,7
3/8	9,53	20	1,2701	8
7/16	11,12	18	1,411	9,5
1/2	12,7	16	1,588	10,5
9/16	14,28	16	1,588	12,2
5/8	15,87	14	1,814	13,9
11/16	17,46	14	1,814	15,5
3/4	19,05	12	2,110	16,2
13/16	20,63	12	2,110	18,25
7/8	22,22	11	2,309	18,85
1 1/8	25,40	10	2,54	22,0
1 1/8	26,83	9	2,832	25,4
1 1/4	31,75	9	2,832	28,9



Fig. N°14. Fabricación maneral o manivela.

9.2. Fabricación del husillo.

Se utilizó un tubo sambí de acero de 22 cm de largo AISI 1518 según la norma ASTM A 29, se escogió este material debido a su alta rigidez y resistencia al desgaste para realizar el trabajo, se hizo un mecanizado para obtener un diámetro exterior de 50 mm en el cual se introdujeron dos balineras NSE 6005 Por su alta calidad, precio y fiabilidad. Ver especificaciones (tabla N°3) a lo largo del tubo en la parte de abajo se colocó una balinera de 47 mm de diámetro externo con un diámetro interno de 25 mm y en la parte de arriba se colocó la balinera de 42 mm de diámetro externo y un diámetro interno de 20 mm. El acople de las balineras de bola rígida fue a presión Ajuste fino H7 de juego libre f7.



Fig. N°15. Fabricación del husillo.

9.3. Fabricación de Flange.

Se utilizó una platina de $\frac{1}{2}$ de acero con una altura de 3 Pulg y un largo de 5 Pulg, (medidas requeridas para acople del eje) material óptimo por su alta dureza y alta resistencia al desgaste, luego se cortó con la limadora con disco de cortar y se le dio la forma con un disco de lijar llamado también proceso de forjado y limado, posteriormente se colocó en el torno haciendo un agujero de $\frac{3}{8}$ (paso: 6.5mm) en el centro quedando de la misma medida que el husillo, del lado derecho se perforo haciendo una rosca $\frac{3}{8}$ (paso: 6.5mm) que se acoplara con una varilla de $\frac{3}{8}$ con la misma similitud de paso e rosca, esta será la misma que subirá y bajara el husillo, al lado de esto se hizo una rosca paso: 6.5mm para colocar un prisionero de rosca con ajuste fino H7 de juego libre f7. Para hacer la sujeción de estos.



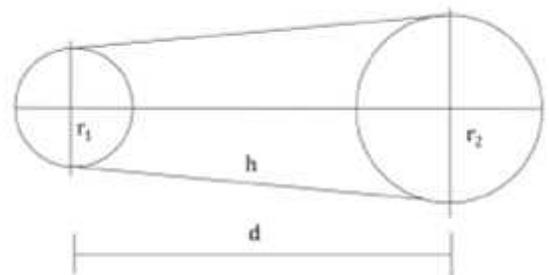
Fig. N° 16. Fabricación del flange.

9.4. Ajuste de polea.

Se procedió a hacer compra de la polea la cual es de hierro colado, para saber a qué grado se debe inclinar el carro del torno y que coincidiera con las relaciones de transmisiones establecidas con el mismo, se hizo una perforación en el centro de la polea para que se acoplara a la base del taladro. Con un ajuste fino H7 de juego libre f7.

Diámetro mayor (r_2) = 173.5

Diámetro menor (r_1) = 82



Largo de Polea (d) =88



Fig. N°17. Ajuste de polea.

9.5. Fabricación de Cremallera.

Se utilizó un acero de bajo contenido de carbono 1020 por su buena mecanibilidad y buena soldabilidad la cual se unió por soldadura al eje mediante arco eléctrico con un amperaje de 75, utilizando un electrodo 7018 con diámetro de 3/32, bajo contenido de hidrógeno y resistente a la humedad arco suave y la pérdida por salpicaduras es baja. Posteriormente se fabricaron los dientes en la fresa con un módulo de 2, el cual está dado por la siguiente formula:

D=Diámetro piñón (37.4mm)

N=número de dientes (16)

Los valores que se desconocen son

¿M= modulo?

¿Paso de cremallera?

$$M = \frac{D}{N + 2} = \frac{37.4}{16 + 2} = \frac{37.4}{18} = 2.0$$

Ecuación #1 Calculo de Modulo

Modulo= **#2**

Calculo para paso de cremallera:

$$P = M * \pi = 2 * 3.1 = 6.2$$

Ecuación #2 Calculo paso

Paso de cremallera= **6.2832**



Fig. N°18. Fabricación de cremallera.

10. Mantenimiento integral y puesta en marcha

10.2. Maniobras mecánicas.

Ensamblaje Manivela: Después de que se maquina se ensambló los 3 brazos que comprenden manivela, la base de esta misma va asegurada con un pin de 6 mm en el eje del piñón con ajuste fino H7 de juego libre f7 que hace la función de ascender y descender el husillo.



Fig. N°19. Ensamblaje manivela.

Ensamblaje Husillo: Se acoplo el husillo con los rodamientos mecánico rígidos de bola NSE 6005 se introdujeron sobre los huecos aplicando una carga de montaje dirigida a los aros hasta llegar a su posición correcta en cada extremo. Se procedió a introducir el eje en la posición indicada una vez introducido se asegura con un seguro externo en la parte superior del husillo.



N°20. Ensamblaje husillo

Tabla N°4. Especificaciones del rodamiento **6005NSE**

Tipo	Pelota	Material del anillo de rodamiento	Acero
Estilo de rodamiento	Sellado de caucho	Forma del anillo exterior	Plano
Precisión	Grado 0	ID d(Ø)	25
O.D. D(Ø)	47	Ancho B(mm)	12
Capacidad de carga dinámica básica Cr(N)	10100	Velocidad de rotación permitida (lubricación con grasa)(rpm)	9500
Especificaciones, medio ambiente	Estándar	Tipo de carga	Radial

Ensamblaje Flange: Se introdujo el flange el cual facilitara la sujeción del husillo unidireccional y luego se instala el shock portabrocas, a la vez se aseguró con un prisionero en la parte lateral de este con un ajuste H7 juego libre F7, y tener un solo movimiento de ascenso y descenso.



Fig. N°21. Ensamblaje flange

Tabla N°5 Especificaciones portabrocas

Ø máximo de broca	13 mm
Distancia del portabrocas a la columna	130 mm
Distancia máxima portabrocas-mesa	185 mm
Ajuste portabrocas	Cónico B 1:6
N° velocidades del eje portabrocas	5
N° de revoluciones del eje portabrocas	500,1000,1500,2000,2500 rpm
Profundidad de maldre	45 mm
Mesa de rotación piratoria	-/- 45°
Ø Columna	40 mm
Medida mesa de trabajo	200 x 180 mm
Potencia nominal del motor a 50 Hz	0.25 kW / 230 V
Velocidad nominal del motor	1350 rpm
Altura	613 mm
Anchura	260 mm
Profundidad	430 mm
Peso neto	aprox. 20-25 kg

Ensamblaje cremallera: Se procedió a realizar una ranura en el husillo, posteriormente se unió la cremallera al husillo, a la vez se le añadió sobre la superficie de los dientes grasa para el ascenso y descenso se introdujo a presión asegurado con un prisionero de 3/8 (paso: 6.5mm) y con un ajuste fino H7 de juego libre f7.



Fig. N°22. Ensamblaje cremallera.

10.1. Maniobras eléctricas

10.1.1. Motor eléctrico del taladro

Debido a que el taladro de banco no contaba con este componente se procedió a la compra del motor eléctrico con las siguientes especificaciones:

Tabla N°6 Especificaciones motor eléctrico

Especificaciones motor eléctrico	
Capacidad de Taladro (mm)	1,5
Potencia del motor	1/2 HP
Numero de Velocidades	6
Rango de Velocidad (rpm)	320-1725
Conicidad del husillo	MT2
Volteo (v)	110
Tamaño de la mesa (mm)	260 (radio)
Altura total de la maquina (m)	0,58 - 0,95
Peso de la maquina (kg)	20-42
Usos	Bricolaje, Taller, Industria

Posteriormente se realizó el montaje de la polea, cabe destacar que el interruptor con el que contaba el taladro estaba en buen estado se procedió a la limpieza con limpia contacto quedando funcional, luego se conectó el apagador que cuando se alimenta de una fuente de energía y el apagador este encendido este le pasara corriente al motor.

El sistema eléctrico consta de un interruptor de dos posiciones. El cual presenta de dos entradas y cuatro salidas con una capacidad de 20 amp. A su vez para realizar las debidas conexiones se implementó un cable número 14 para mandos de

encendido que cumplen con la capacidad de amperaje requerido para el equipo. Para hacer la conexión al taladro se utilizó en los empalmes wire nut para cable 14.



Fig. N°23. instalación eléctrica y motor eléctrico.

Ensamblaje polea del motor: Se introduce al eje del motor asegurando con 2 prisioneros de 3/8 (paso: 6.5mm), comprobando debidamente la alineación de las dos poleas. La polea entra a presión con ajuste de juego fuerte por la holgura recíproca, por otro lado, los prisioneros van con un ajuste H7 de juego libre f7 puesto que debe tener una holgura bien perceptible.



Fig. N°24. Ensamblaje polea del motor.

Ensamblaje motor eléctrico: Sobre una base se montó el motor, posteriormente se hicieron las debidas conexiones eléctricas en el mando para encendido y apagado.



Fig. N°25. Ensamblaje del motor.

Ensamblaje sistema de retracción: Debido a la carencia de una pieza original del taladro se innovo el sistema de retracción, Colocando un resorte de acero de sección circular y enrollado en forma helicoidal alargando el eje central del husillo para acoplarlo, se colocó un espaciador con tope para sujetar el resorte y que hiciera la función de retraer el eje.



Fig. N°26. Sistema de retracción.

10.3. Proceso de pintura.

Una vez removida la parte con pintura y base que la maquina poseía, y dejar la superficie libre de suciedad se procede a sellar o tapar momentáneamente las partes que no ameritan ni pintura ni base, luego de esto se aplica una primera capa gruesa de pintura base color verde oscuro y dado a que la pintura base es de rápido secado 40 minutos después se aplica la segunda capa de base.

Una vez pasadas ambas capas de pintura base de anclaje, sobre la superficie en que se aplicó la base se aplica una pasada con lija de agua número 300.



Fig.N°27. Aplicación de pintura base.

Una vez aplicada la base y esta a su vez lijada se procede a aplicar la pintura de acabado, al igual que la base se aplicaron 2 capas de pintura en este caso finas.



Figura N°28. Aplicación de pintura de acabado a las diferentes partes de la máquina

10.4. Correa de motor de taladro

Debido a que al estado en el que encontramos el taladro este no tenía ningún tipo de correa, se procedió a la compra de la misma con una numeración A-48 que es la óptima para el acople a las poleas.



Fig.N°29. Correa de motor

Tabla N°7. Relaciones de transmisiones

Fuente: (repository.usta.edu.co)

GRUPO POLEAS	DIAMETRO MOTRIZ (mm)	DIAMETRO EJE (mm)	RELACIÓN DE TRANSMISIÓN, i	VELOCIDAD EJE (rpm)	PAR EJE (Nm)
1	70	38	0,54	2487	0,98
2	60	40	0,67	2025	1,2
3	50	45	0,9	1500	1,62
4	40	54	1,35	1000	2,43
5	25	68	2,72	496	4,9

10.5. Pruebas realizadas.

Las pruebas realizadas a la máquina son las siguientes:

Se realiza la variación de fuerza y velocidad del taladro de banco, comprobando de tal manera el debido funcionamiento de sus respectivas velocidades según el diagrama de velocidades de ambos.

Cálculos velocidad de corte:

D: diámetro de la broca (mm)

n: velocidad de giro (rpm)

Vc: velocidad de corte lineal (m/min) velocidad periférica del taladro.

$$V = \pi * D * n / 1000$$

Ecuación #3. Calculo velocidad de corte.

f: avance por revolución (m/rev)

Vf: velocidad lineal del avance de la broca

$$V = f * n$$

Ecuación #4. Calculo velocidad lineal

a: profundidad de pasada (mm) ancho de viruta

$$a = D/2$$

Ecuación #5. Profundidad de pasada.

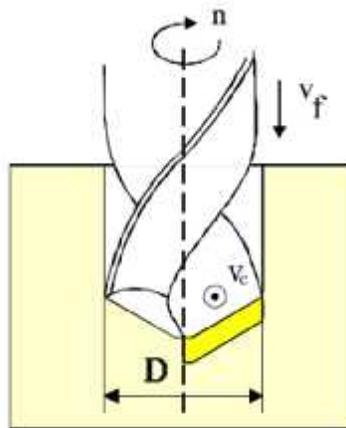


Fig.N°30. Velocidad de corte

En el taladro aparece como consecuencia de la acción de los filos de corte unas fuerzas en dirección del movimiento de corte, Ft y otras en la dirección perpendicular a esta y filo Nt, compuesto por una componente axial Na y otra radial. Nr.

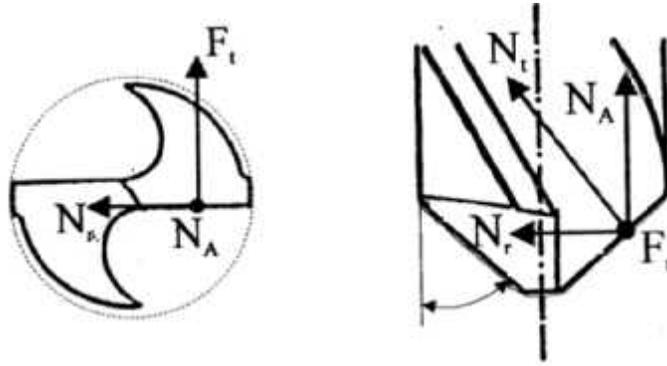


Fig.N°31. Componentes velocidad de corte.

Ft: fuerza de corte

$$F = k * a * f$$

Ecuación #6. Calculo fuerza de corte.

Na: componente axial

$$N = 0.5 * a * f * k$$

Ecuación #7. Calculo componente axial.

Mt: par torsor para brocas equilibradas

$$M = a * f * k * \frac{D - a}{2}$$

Ecuación #8. Calculo par torsor para brocas.

Dado que la velocidad de avance la aplica manualmente el operario, aremos con valido este dato y respecto al rpm elegiremos la velocidad aproximada más parecida que nos ofrece la relación de polea que es de 500 rpm.

Velocidad de corte:

$$V = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{\pi * 13 * 50}{1000} = 20.42 \text{ m/m}$$

Avance por revolución:

$$f = \frac{V}{n} = \frac{0.03}{496} = 0.06 \frac{m}{r}$$

Profundidad de pasada:

$$a = \frac{D}{2} = \frac{13}{2} = 6.5m$$

Se realiza la variación de fuerza y velocidad del taladro, comprobando de tal manera el debido funcionamiento de sus respectivas velocidades según el diagrama de velocidades

Una vez hecha las pruebas básicas para el funcionamiento general de la máquina se procede a realizar la operación de barrenado haciendo uso del taladro y verificando las distintas velocidades, usando como pieza el material de aluminio.



Fig.N°32. Pruebas de barrenado sobre aluminio.

11. Análisis económico

Una vez culminado el mantenimiento integral, se procedió a hacer la cuantificación de los gastos de materiales que se usaron para restauración y puesta en marcha del equipo.

Tabla N° 1. costo de material

Costo de material		
ARTICULO	CANTIDAD	MONTO (Córdobas)
Motor eléctrico	1	3,500
Polea escalonada	1	2,500
Tubo sambí	22cm	300
Balineras 6005NSE	2	100
Varilla 5/8	1	100
Material 4140	1	300
Acero 1020	1	200
Varilla roscada 3/8	1	150
Platina 1/2	1	100
Disco para cortar	2	100
Disco para pulir	1	70
Pintura industrial	2 GLN	2400
Banda A-50	1	120
Resorte	1	450
Banda	1	200
Tapa movimiento principal	1	1700
	Total, en dólares	\$352

Tabla N° 2. costo de mano de obra

Costo de Mano de Obra	
Restauración Integral Sistema Eléctrico y Mecánico	\$200
Pintura y Acabado	\$70
Total	\$270

$$C_{\text{total}} = C_M + C_{M_o}$$

$$C_{\text{total}} = \$352 + \$270$$

$$C_{\text{total}} = \$622$$

12. Plan de mantenimiento y diagnóstico de fallas

12.1. Mantenimiento Preventivo del Taladro de banco

12.1.1 Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).

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

Este mantenimiento es de gran importancia porque permite que el equipo se encuentre en buen estado ya que es sometido a reparaciones periódicas que eliminan en gran parte las averías con la consiguiente economización de trabajo y material.

Con el sistema de MPP se da solución a los siguientes problemas:

- 1- El equipo se mantendrá en un estado que asegura su rendimiento eficaz.
- 2- Se evitan los casos de roturas imprevistas que ocasionan fallos en el equipo.
- 3- Se reducen los gastos invertidos en la reparación del equipo.

Composición del sistema MPP

- 1- Servicio diario del equipo

El objetivo del servicio diario del equipo es comprobar el estado del equipo, de los mecanismos de dirección, de los elementos de lubricación y refrigeración (bomba, filtro, correas), así como de comprobar el cumplimiento de las normas de trabajo, por parte del operario de la máquina.

- 2- Trabajos periódicos

Estos trabajos periódicos se realizan cada determinado tiempo según un plan previamente elaborado. Estos trabajos son:

- a) Limpieza del equipo. No debe confundirse esta limpieza con la que es necesario realizar diariamente en el equipo. Para realizar la limpieza de los mecanismos del equipo se efectúa el desmontaje de los mismos si es necesario, quitándole el polvo de hierro fundido, partículas metálicas, suciedades, etc.
- b) Cambio del aceite del sistema de lubricación del equipo (así mismo como en la caja de velocidades)

3- Revisión

La revisión se realiza entre una reparación y otra según el plan correspondiente al equipo, su propósito es comprobar el estado del equipo y determinar los preparativos que hay que hacer para la próxima reparación.

La diferencia entre la revisión y el servicio diario del equipo es que gracias a ella se puede determinar el volumen de trabajo necesario para la reparación del equipo, además la revisión no se hace diariamente, como el servicio diario del equipo sino periódicamente según el plan.

Los trabajos que pueden realizarse durante la revisión son:

- a) Comprobación de los mecanismos, cajas de velocidad, etc.
- b) Comprobación del funcionamiento del sistema de lubricación.
- c) Comprobación del calentamiento no excesivo de las partes giratorias del equipo.
- d) Comprobación de las holguras entre las uniones móviles y regulación de los mecanismos.

Tabla N°3 Periodicidad de la limpieza para distintos equipos

EQUIPO	HORAS DE TRABAJO
Equipos de fundición, de limpiar, equipos para hacer formas simples de fundición y otros.	190
Maquinas herramientas que trabajan con abrasivos, rectificadoras, máquinas de afilar, máquinas para la elaboración de madera, equipos de pulir.	190
Martillos, máquinas de forjar, sierras para metales, cizallas, grúas de talleres de fundición.	380
Maquinas herramientas grandes y prensas hidráulicas.	570
Maquinas herramientas que trabajan con herramientas metálicas y tornos para madera.	750
Máquinas de precisión (taladradora por coordenadas, equipos de laboratorio, etc.)	190

4- Reparación pequeña

La reparación pequeña debido al mínimo volumen de trabajo que durante ella se realiza, es un tipo de reparación preventiva, o sea, es una reparación para prevenir posibles defectos en el equipo.

Con la reparación pequeña, mediante la sustitución o reparación de una pequeña cantidad de piezas y con la regulación de los mecanismos, se garantiza la explotación normal del equipo hasta la reparación siguiente.

Durante la reparación pequeña el equipo no trabaja y se realizan los siguientes trabajos:

- a) Desmontaje parcial del equipo: desmontaje de dos o tres mecanismos (husillo, etc.) desmontaje de la tapa de la caja de velocidad y de avances para su revisión y limpieza.
- b) Limpieza del equipo, limpieza de las piezas de los mecanismos desmontados.
- c) Desmontaje del husillo: rectificación de las superficies de trabajo del husillo; escrepado de los cojinetes del husillo, si son cojinetes de deslizamiento; ajuste del husillo y regulación de los cojinetes.
- d) Sustitución de los elementos de fijación rotos o desgastados (chavetas, tornillos, tuercas, etc.).
- e) Comprobación y reparación de los sistemas de lubricación.
- f) Comprobación de los mecanismos de control y corrección de los defectos localizados.
- g) Determinación de las piezas que exigen su sustitución durante la próxima reparación.
- h) Prueba del equipo en marcha sin carga (sin carga quiere decir que se hace funcionar el equipo sin que se haga ningún trabajo en el) comprobación del ruido y del calentamiento excesivo de algunas partes del equipo.

Debe tenerse en cuenta que durante la reparación pequeña se realizan aquellos trabajos, mencionados con anterioridad, que sean necesario efectuar, el volumen de la reparación pequeña es un 20% de la reparación general.

5- Reparación Mediana

La reparación mediana es la reparación durante el cual se realiza una cantidad de trabajos mayor que durante la reparación pequeña. Durante ella el equipo se desmonta parcialmente y mediante la reparación o sustitución de las piezas en mal estado se garantiza la precisión necesaria, potencia y productividad del equipo hasta la próxima reparación planificada.

Durante la reparación mediana el equipo no trabaja y se realizan los siguientes trabajos:

- a) Los trabajos previstos para la reparación pequeña.
- b) Escrepado de las guías desgastadas de la bancada, mesa, carro, etc.
- c) Desmontaje de los mecanismos (cajas de velocidad y avance, etc.).

No necesariamente se tienen que hacer todos los trabajos antes mencionados en esta reparación, se deben realizar los que sean necesario al momento de esta.

El volumen de la reparación mediana es un 60% de la reparación general.

6- Reparación General

La reparación general es la reparación planificada de máximo volumen de trabajo, durante la cual se realiza el desmontaje total del equipo, la sustitución o reparación de todas las piezas y de todos los mecanismos desgastados, así como la reparación de las piezas básicas del equipo.

Mediante la reparación general se garantiza la precisión, potencia y productividad del equipo.

Durante la reparación general se realizan los trabajos siguientes:

- a) Los trabajos previstos para la reparación media.

- b) Desmontaje total del equipo.
- c) Sustitución o reparación del motor, reparación del sistema eléctrico.
- d) Comprobación y corrección de los defectos de la base del equipo.
- e) Comprobación de la precisión.

7- Reparación Imprevista

Además de las reparaciones planificadas se realizan las reparaciones imprevistas, que son las que se efectúan cuando ocurre alguna avería.

A continuación, se relacionan algunas causas posibles de averías:

- a) Mala lubricación.
- b) Sobrecarga del equipo.
- c) Defectos de operación y tecnológicos.
- d) Ciclo de reparación inadecuado.
- e) Mala calidad de la reparación anterior.
- f) Defectos de los materiales utilizados.
- g) Caída o exceso de voltaje.
- h) Fallos en la red del sistema eléctrico.
- i) Desperfectos provocados por agentes químicos externos.

Las averías deben ser investigadas a tal punto de determinar sus causas y tomar medidas tendientes a evitar su repetición en el futuro.

12.1.2. Ciclo de Reparación y Duración del mismo.

El ciclo de reparación constituye la parte más importante del MPP, la elección de un ciclo adecuado significa un mejor aprovechamiento del equipo, seguridad de operación, ahorro de piezas, materiales, mano de obra, etc.

El ciclo de reparación es el tiempo de funcionamiento del equipo entre dos reparaciones generales.

Las operaciones a realizar en el ciclo han sido divididas en 4 categorías: revisión ®, reparación pequeña (P), reparación mediana (M) y reparación general (G).

Cada tipo de ciclo tiene su estructura propia, la cual fija el número y los tipos de revisiones y reparaciones que se realizaran en el equipo dado. De acuerdo a la tabla siguiente se indican algunos tipos de ciclos, que son los más corrientemente empleados.

Tabla N°4 Tabla ciclo de reparación

EQUIPO	ESTRUCTURA DEL CICLO DE REPARACION	Número de operaciones		
		M	P	R
Maquinas herramientas livianas y medianas hasta 10 toneladas.	G-R-P-R-P-R-M-R-P-R-P-R-M R-P-R-P-R-G	2	6	9
Maquinas herramientas grandes y pesadas hasta 100 toneladas.	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	6	27
Maquinas herramientas muy pesadas de más de 100 toneladas y maquinas únicas.	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-P R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	9	36
Equipos para la elaboración de madera	G-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R R-G	2	6	18

Nomenclatura:

R= Revisión.

M= Reparación mediana.

G= Reparación general.

P= Reparación pequeña.

12.1.3. Duración del Ciclo de Reparación.

La duración del ciclo son las horas que debe trabajar el equipo entre dos reparaciones generales o entre la puesta en marcha y la primera reparación general y se determina mediante la fórmula:

$$T = N.M.Y.Z.K \text{ (h)}$$

Donde:

N: coeficiente que relaciona el tipo de producción.

M: coeficiente que relaciona el tipo de material que trabaja la máquina.

Y: coeficiente que relaciona las condiciones ambientales donde se encuentra el equipo.

Z: coeficiente que relaciona el peso del equipo.

K: duración teórica del ciclo.

Tabla N° 5 Valor del coeficiente N

Tipo de producción	N
En masa	1.0
En serie	1.3
En serie pequeña o individual	1.5
Para todo tipo de equipos menos grúas y elevadores	

Tabla N°6 Valor del coeficiente M

Máquina herramienta	Acero de construcción	Acero de alta calidad	Aleación de aluminio	Hierro fundido y bronce
De precisión normal y de alta precisión	1.0	0.7	0.75	0.8-0.9
Para maquinas que trabajan con abrasivos M= 0.9				

Tabla N°7 Valor del coeficiente Y

Maquinas herramientas		Condiciones de abrasivo seco	Trabaja en condiciones normales	Trabaja en locales con polvo y humedad	Trabaja en locales separados especialmente
De precisión normal		-	1.0	0.8	-
De alta precisión		-	1.2	-	1.4
Trabaja con abrasivos	Precisión normal	0.7	1.0	0.8	-
	Alta precisión	-	1.1	-	1.3

Tabla N°8 Valor del coeficiente Z

Maquinas Herramientas	Z
Livianas y medianas hasta 10 toneladas	1.0
Grandes y pesadas hasta 100 toneladas	1.35
Muy pesadas y únicas más de 100 toneladas	1.75

Tabla N°9 Valor del coeficiente K

Equipos	K
Maquinas Herramientas	
Livianas y medianas hasta 10 ton.	
a) Con tiempo de explotación hasta 20 años	26000
b) Con tiempo de explotación mayor de 20 años	23400
Grandes y pesadas hasta 100 ton	
a) Con tiempo de explotación hasta 20 años	52700
b) Con tiempo de explotación mayor de 20 años	47400

Con los datos dados en las tablas anteriores tenemos:

$$T = N * M * Y * Z * K \text{ (h)}$$

$$T = [1.5 * 0.9 * 1.0 * 1.0 * 23,400] \text{ h}$$

$$T = 31,590 \text{ h}$$

12.1.4. Tiempo entre operaciones del ciclo.

Después de calcular el tiempo de duración del ciclo (T) en h y de seleccionar su estructura conveniente, se puede determinar el tiempo entre las operaciones.

El tiempo entre las operaciones del ciclo se determina mediante la fórmula:

$$t_u = \frac{T}{R + P + M + 1} \text{ h}$$

Dónde: R = Cantidad de revisiones en el ciclo.

P=Cantidad de reparaciones pequeñas en el ciclo.

M=Cantidad de reparaciones medianas en el ciclo.

De acuerdo a los datos anteriores tenemos:

$$t_u = \frac{31,590}{9 + 6 + 2 + 1} = 1,755 \text{ h}$$

Esto quiere decir que cada 1,755 horas de trabajo del equipo se debe realizar un MPP, cabe señalar que pueden ocurrir alteraciones porque este cálculo se hace con vistas en la planificación y la realidad puede ser otra por las averías imprevistas.

12.1.5. Tiempo entre reparaciones.

El tiempo entre reparaciones se calcula mediante la fórmula:

$$t_r = \frac{T}{P + M + 1} \text{ h}$$

Donde:

$$t_r = T \cdot m \cdot e \cdot r \cdot \dots$$

$$P = C \cdot d \cdot r \cdot p \cdot \dots$$

$$M = c \cdot d \cdot r \cdot m \cdot e \cdot e \cdot c \cdot i \cdot \dots$$

$$t_r = \frac{31,590}{6 + 2 + 1} = 3,510 \text{ h}$$

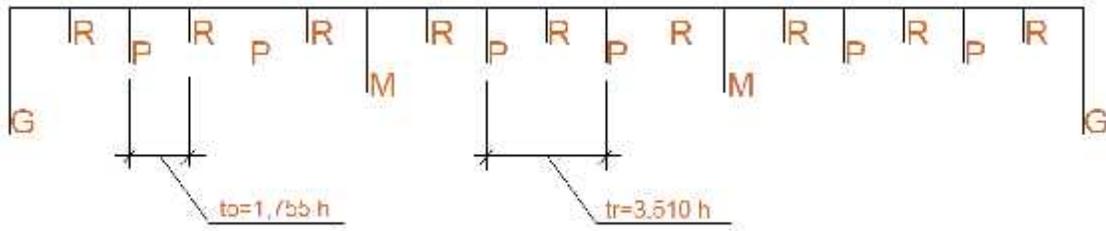


Gráfico N°3 Línea de tiempo de tiempo entre reparaciones

Con el cálculo anterior tenemos que cada 3,510 horas de trabajo del equipo se debe efectuar una reparación.

Tabla N°10 Inicio de mantenimiento según el estado de la máquina

Para los equipos cuyo estado técnico sea:	Se comienza por
100-90 %	Revisión.
90-75%	Reparación pequeña.
75-50%	Reparación mediana
50-30%	Reparación General.

Para establecer el ciclo de reparaciones a equipos que se encuentran en funcionamiento es necesario tener en cuenta por donde comenzar o, sea, si se comienza por una revisión o si se comienza por una reparación mediana

12.2. Guía de diagnóstico de falla.

Tabla N°11 Tabla Guía de diagnóstico de fallas

Unidad	Posibles falla	Causa	Recomendación
Motor del taladro	Recalentamiento del motor	Suciedad en el embobinado	Limpiar el interior del motor con limpiador de contacto
	Ruido anormal en el motor	Mal estado de las balineras	Engrase o cambio de balineras si se amerita
Mesa de trabajo	Exceso de vibración en su movimiento de avance longitudinal	Suciedad en la mesa	Limpieza y lubricación de la columna
Banda	Mala alineación	Desgaste de banda, mala transmisión de potencia	
Sistema eléctrico	Sobrecarga del sistema	Excesivo carga o trabajo	Inspección sistema eléctrico

12.3. Presupuesto para la realización del plan de mantenimiento

Se presupuestará un plan de mantenimiento anualmente debido al mínimo volumen de trabajo que se emplea al equipo, por esta razón se define un plan que asegure el trabajo uniforme y óptimo del taladro de banco.

Se hicieron los cálculos teóricos de los tiempos de reparación mencionados anteriormente, pero en la realidad se define que el taladro de banco es utilizado por estudiantes en la etapa monográfica, haciendo un muestreo llegamos a la conclusión de que anualmente el taladro es utilizado por dos grupos monográficos a lo largo del 1er y 2do semestre, también ´por uno que otro estudiante.

Con un volumen de trabajo aproximado de una hora por semana, cuatro horas al mes con un total de 40 horas uso al año tomando en cuenta los tiempos muertos y ajuste de la pieza para la próxima perforación, se define y se presupuesta un plan de mantenimiento anualmente. Quedando de la siguiente manera:

Tabla N°12 Costo anual mantenimiento preventivo

Costo anual				
Elemento	Descripción	Costo/unitario	Tiempo de mantenimiento	Costo total(C\$)
Rodamientos	Cambio de rodamientos	100	anual	200
Sistema eléctrico	Chequeo y limpieza.	600	anual	600
Motor eléctrico/ajuste	Mantenimiento preventivo, limpieza	500	anual	500
Banda	Inspección, cambio de banda	130	anual	130
Lubricante/grasa	Limpieza, lubricación, engrase de columna.	150	anual	150
Herramientas de corte	Afilas las herramientas de corte o bien compra de herramientas. (madera, aluminio, acero)		anual	
Mano de obra				1000
Total				2,580

Cabe destacar respecto a la limpieza del equipo, corresponderá al operador del mismo dejar limpia la zona de trabajo una vez de terminar de utilizar el taladro de banco.

La inversión total del costo de mantenimiento anualmente del taladro de banco resultó ser de 2,580 córdobas esto es equivalente a 73 dólares.

Se llevará a cabo la organización de programa de mantenimiento en una hoja de cálculo (Excel). La cual nos dará el indicador de desempeño del programa de mantenimiento anualmente.

A la vez se adjunta Ficha Técnica del equipo Taladro de Banco.

		FICHA TECNICA TALADRO DE BANCO					
REALIZADA POR: Edgard Barberena, Jesus Benavidez, Luis Eduardo							
MAQUINA EQUIPO	TALADRO DE BANCO	UBICACIÓN			UNI-RUPAP (FTI)		
FABRICANTE	DONADO GRAN BRETAÑA	SECCION			TALLER AUTOMOTRIZ (FTI)		
MODELO	615767 690	CODIGO INVENTARIO			XXXXXXX		
MARCA	ELLIOTT						
CARACRERISTICAS GENERALES							
PESO	42 KG	ALTURA	0.95 M	ANCHO	290 mm	LARGO MESA	350 mm
CARACTERISTICAS TECNICAS							
MOTOR ELECTRICO 1/2 HP, 6 VELOCIDADES 320-1725 RPM, 110V							
FUNCION							
UTILIZADO PARA HACER PERFORACIONES							
FECHA DE MANTENIMIENTO							
REVISION ELECTRICA	REVISION MECANICA		AJUSTE MOTOR				
DICIEMBRE 2021 DICIEMBRE 2022	DICIEMBRE 2021 DICIEMBRE 2022		DICIEMBRE 2021 DICIEMBRE 2023				



13. Conclusiones y Recomendaciones

13.1. Conclusiones

- Se logra la total restauración del taladro de banco perteneciente al taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria.
- Se llevó a cabo un diagnóstico e inspección del sistema electromecánico del taladro de banco localizando así las distintas fallas que había en el mismo.
- Se generaron soluciones a las fallas localizadas en el sistema electromecánico y en la superficie del equipo.
- Se desarrolló un plan integral de mantenimiento preventivo y correctivo para evitar el deterioro de la máquina.
- Se presupuestó un plan de mantenimiento preventivo del taladro de banco con un programa anual con el fin de un óptimo rendimiento del mismo.

13.2. Recomendaciones

- Es de suma importancia brindar todas las herramientas necesarias para llevar a cabo el plan de mantenimiento.
- Se debe de seguir rigurosamente el plan de mantenimiento preventivo expuesto en el presente documento para alargar la vida útil del equipo y evitar fallas futuras.
- La máquina debe de permanecer en un lugar donde no esté expuesta a exceso de humedad y polvo para evitar la oxidación y el desgaste respectivamente de las piezas externas.
- Destinar un personal que efectúe el mantenimiento y llevar un mejor control de los activos.

V. Bibliografía

- (herramientas, 2. (s.f.). Obtenido de <https://www.tuherramienta.net/taladro-de-banco/>
- (Interpresas, 2. (s.f.). Obtenido de <https://www.interempresas.net/Deformacion-y-chapa/Articulos/30677-Que-es-una-maquina-herramienta.html>
- (mantenimiento, 2. (s.f.). Obtenido de <https://mantenimiento.win/>
- (mantenimiento, w. (s.f.). Obtenido de <https://mantenimiento.win/>
- (taladros.info, 2. (s.f.). Obtenido de <http://www.taladros.info/2020>
- A. Raouf, J. D. (2000). Sistema de Mantenimiento: Planeacion y control.
- ARMFIELD. (s.f.).
- Armfield. (2020). *tecnoedu.com/Armfield*. Obtenido de <https://armfield.co.uk/>
- Autosolar. (03 de Enero de 2020). *AutoSolar.es*. Obtenido de <https://autosolar.es/blog/energia-solar-fotovoltaica?page=>
- de maquinas y herramientas*. (s.f.). Obtenido de - <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/taladro-de-banco-introduccion>
- De Maquinas y Herramientas*. (s.f.). Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/taladro-de-banco-introduccion>
- Demaquinasyherramientas*. (s.f.). Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/taladro-de-banco-introduccion>
- fluidos de corte*. (s.f.). Obtenido de <http://www.herramental.com.mx/fluidos-de-corte-en-el-maquinado-procesos-de-mecanizado-y-el-correcto-uso-de-lubricantes/>
- Garrido, S. G. (2010). Organizacion y gestion integral de Mantenimiento.
- GUNT. (s.f.).
- GUNT. (s.f.).

GUNT. (2020). *GUNT Gerätebau GmbH 2020*. Obtenido de <https://www.gunt.de/en/>

Herramientas., D. M. (s.f.). Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2017/12/partes-de-un-taladro-de-banco.jpg>

Herramientas., D. M. (s.f.). Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/taladro-de-banco-introduccion>

<http://www.bricotodo.com/taladrar.htm>. (s.f.).
<http://www.bricotodo.com/taladrar.htm>.

Mendoza L, J., & Pravia S, E. (2018). *Programa integral de mantenimiento y restauracion del taladro fresadora Gate Elliot 00 perteneciente al taller de Maquinas Herramientas de la Facultad de Tecnologia de la Industria de la Universidad Naciona de Ingeniería*. Managua.

Renovatec. (2018). *Tipo de Mantenimiento*. Obtenido de Maite Trijueque - EME DESIGN: <http://www.renovetec.com/>

repository.usta.edu.co. (s.f.).

Sampieri, Roberto Hernández . (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.