



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DIDÁCTICO
DE BRUÑIDORA MANUAL**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

BYRON EDUARDO SANTANA RIOS

DIRECTOR: ING. REMBERTO RODRIGUEZ CRESPO, Msc.

Santo Domingo, enero 2019

© Universidad UTE. 2019

Reservados todos los derechos de reproducción

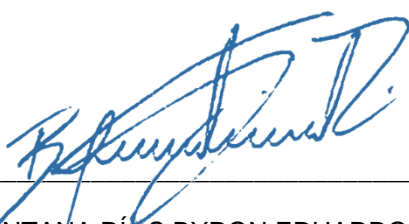
FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1309226072
APELLIDO Y NOMBRES:	Santana Ríos Byron Eduardo
DIRECCIÓN:	Avenida Chone, Ciudadela del Magisterio
EMAIL:	Besantana1987@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	02 3798458
TELÉFONO MOVIL:	0987394710

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño y construcción de un prototipo didáctico de bruñidora manual
AUTOR O AUTORES:	Santana Ríos Byron Eduardo
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	09 de enero del 2019
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Remberto Rodríguez Crespo, Msc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN:	<p>El presente proyecto técnico tiene como finalidad impartir el conocimiento científico, específicamente mediante el diseño y construcción de un prototipo de maquina bruñidora manual, en la que se posibilite realizar un proceso de bruñido superficial en el interior de las camisas de motores de combustión interna de mediana construcción, como sustento a que en algún momento de la vida útil del motor se debe realizar un proceso de mecanizado de la superficie de los cilindros, producto de su constante funcionamiento, fricción y desgaste a la que está sometido.</p> <p>Se inicia con un estudio general de fuentes literarias especializadas en máquinas y herramientas afines al bruñido y de similares características previamente fabricadas, con la</p>

	<p>finalidad de adaptar sus funciones al prototipo de bruñidora manual a desarrollar. Además se definen los diversos métodos científicos de investigación en los que se enmarcará el desarrollo íntegro del proyecto.</p> <p>Como soporte de diseño, se analiza la estructura principal, mediante simulación virtual, haciendo uso de Softwares de Diseño Asistido por Computadora (CAD) específicamente Solidworks en su versión estudiantil, mismo que determina los materiales a utilizar, resistencia a la flexión y factor de seguridad, los cuales son indispensables y determinantes para la viabilidad y buen desempeño del proyecto técnico.</p> <p>En el proceso de construcción, se transporta a lo físico lo previamente diseñado, es así que la estructura principal se fabrica de material principal acero ASTM A36, el cual brinda gran resistencia y soporte, además se integran diferentes componentes como poleas, bandas y demás mecanismos de movimiento que conjuntamente posibilitan realizar el proceso de bruñido.</p>
PALABRAS CLAVES:	Bruñidora manual, máquinas de reconstrucción, diseño mecánico, análisis estructural.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 

SANTANA RÍOS BYRON EDUARDO
C.I. 1309226072

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **SANTANA RÍOS BYRON EDUARDO**, CI. 1309226072 autor del trabajo de titulación: **Diseño y construcción de un prototipo didáctico de bruñidora manual** previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 11 de enero del 2019

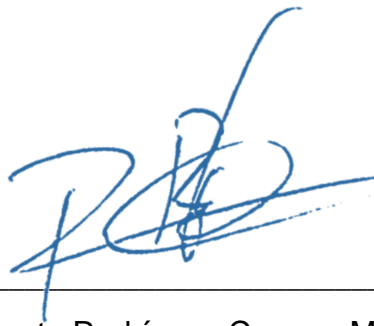
f: _____



Santana Ríos Byron Eduardo
C.I. 1309226072

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Diseño y construcción de un prototipo didáctico de bruñidora manual** para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Santana Ríos Byron Eduardo**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



Ing. Remberto Rodríguez Crespo, Msc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I.1755051040

DEDICATORIA

Al regalo más grande que Dios me ha dado, mis padres, por ser mi guía y razón de vida.

A mis hermanos, por ser mi modelo de superación y estar presentes con su apoyo moral, psicológico y económico en las situaciones más difíciles.

A mis compañeros, docentes y aquellas personas que contribuyeron a acercarme a mi objetivo.

Santana Ríos Byron Eduardo

AGRADECIMIENTO

A los que influyeron en el transcurso de mi preparación académica.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, por permitirme ser parte de ella y culminar mi carrera.

Al Ing. Remberto Rodríguez, director de este proyecto, por su disponibilidad y colaboración ante toda eventualidad y por brindarme la oportunidad de compartir su conocimiento científico.

A mis padres y hermanos que supieron depositar su confianza e inculcarme los senderos de lo profesional.

Este logro es en gran parte gracias a ustedes.

Santana Ríos Byron Eduardo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	1
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 MÁQUINAS HERRAMIENTA.....	3
1.2 MECANIZADO	4
1.2.1 Mecanizado por arranque de viruta	4
1.2.2 Mecanizado por abrasión	4
1.2.3 Mecanizado sin arranque de viruta.....	5
1.3 TIPOS DE MECANIZADO MÁS FRECUENTES	5
1.4 BRUÑIDO	6
1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	7
1.5.1 Bruñido de interiores	8
1.5.2 Ventajas del bruñido.....	9
1.6 MATERIALES	9
1.6.1 Materiales no ferrosos:	9
1.6.2 Materiales ferrosos:.....	9
1.7 BRUÑIDORAS	10
1.7.1 Características funcionales de las bruñidoras	10
1.7.2 Velocidades de corte y avance.....	10
1.7.3 Profundidad de corte	11
1.8 BLOCK DEL MOTOR	11
1.8.1 Constitución del Block del motor	11
1.8.2 Tipos de Blocks	12
1.8.2.1 Cilindros en línea	12
1.8.2.2 Cilindros en V.....	12
1.8.2.3 Cilindros opuestos	13
1.9 SOFTWARES DE DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)	13
1.9.1 SolidWorks	13
1.9.2 Inventor	14
1.9.3 MSC Software	14
1.9.4 Proteus	14
2 METODOLOGÍA	15
2.1 MATERIALES, INSTRUMENTOS Y RECURSOS.....	15
2.1.1 De investigación:	15
2.1.2 De diseño	15
2.1.3 De construcción.....	15
2.2 MÉTODOS UTILIZADOS	15
2.2.1 Método inductivo	16

2.2.2	Método comparativo	16
2.2.3	Métodos cualitativo y cuantitativo	16
2.2.4	Método descriptivo	16
2.3	PROCESO METODOLÓGICO.....	16
2.3.1	Diseño estructural del prototipo de bruñidora.....	16
2.3.1.1	Creación de la estructura principal.....	17
2.3.1.2	Determinación de cargas	17
2.3.1.3	Selección del material.....	18
2.3.1.4	Ingreso de material de simulación	19
2.3.1.5	Generación de mallado de análisis estático.....	19
2.3.1.6	Tensión axial y flexión.....	19
2.3.1.7	Desplazamiento estático	20
2.3.1.8	Factor de seguridad	21
2.3.2	Construcción del prototipo de bruñidora.....	21
2.3.2.1	Construcción de la estructura fija.....	21
2.3.2.2	Construcción de la estructura móvil	23
2.3.2.3	Construcción de la mesa soporte.....	24
2.3.3	Selección de Generador de potencia	25
2.3.4	Selección de transmisores de movimiento	26
2.3.5	Procedimiento de bruñido.....	27
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
3.1	CÁLCULOS FINALES	29
3.1.1	calculos de revoluciones de salida	29
3.1.1.1	Cálculos de rpm de salida 1	29
3.1.1.2	Cálculos de rpm de salida 2.....	30
3.1.1.3	Cálculos de rpm de salida 3.....	30
3.1.2	Velocidad de bruñido.....	30
3.1.2.1	Calculo de movimiento ascendente y descendente	31
3.1.3	Cálculos de selección de componentes	31
3.1.3.1	Selección del material estructural	31
3.1.3.2	Selección del generador de potencia.....	32
3.1.3.3	Selección del transmisor de movimiento.....	32
3.2	ANÁLISIS ECONÓMICO	33
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
	BIBLIOGRAFÍA.....	36
	ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cargas de la estructura	17
Tabla 2. Selección de material estructural.....	18
Tabla 3. Material de simulación	19
Tabla 4. Selección generador de potencia	25
Tabla 5. Características del motor.....	26
Tabla 6. Selección de transmisores de movimiento	27
Tabla 7. Análisis económico.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanizado por arranque de viruta	4
Figura 2. Mecanizado por abrasión.....	5
Figura 3. Herramienta de bruñido	7
Figura 4. Block de motor	11
Figura 5. Cilindro en línea	12
Figura 6. Cilindros en V.....	12
Figura 7. Cilindros opuestos.....	13
Figura 8. Estructura principal de bruñidora	17
Figura 9. Mallado análisis estático	19
Figura 10. Tensión axial y flexión.....	20
Figura 11. Desplazamiento estático	20
Figura 12. Factor de seguridad	21
Figura 13. Construcción de estructura fija.....	22
Figura 14. Dimensiones tubo cuadrado	22
Figura 15. Suelta de estructura	23
Figura 16. Soporte estructura móvil	23
Figura 17. Estructura móvil	24
Figura 18. Mesa soporte	24
Figura 19. Mesa soporte en estructura	25
Figura 20. Motor AC	26
Figura 21. Poleas transmisoras de movimiento	27
Figura 22. Velocidades de bruñido.....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	38
ANEXO 2	39
ANEXO 3	40
ANEXO 4	41
ANEXO 5	42
ANEXO 6	43

RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como finalidad impartir el conocimiento científico, específicamente mediante el diseño y construcción de un prototipo de maquina bruñidora manual, en la que se posibilite realizar un proceso de bruñido superficial en el interior de las camisas de motores de combustión interna de mediana construcción, como sustento a que en algún momento de la vida útil del motor se debe realizar un proceso de mecanizado de la superficie de los cilindros, producto de su constante funcionamiento, fricción y desgaste a la que está sometido.

Se inicia con un estudio general de fuentes literarias especializadas en máquinas y herramientas afines al bruñido y de similares características previamente fabricadas, con la finalidad de adaptar sus funciones al prototipo de bruñidora manual a desarrollar. Además se definen los diversos métodos científicos de investigación en los que se enmarcará el desarrollo íntegro del proyecto.

Como soporte de diseño, se analiza la estructura principal, mediante simulación virtual, haciendo uso de Softwares de Diseño Asistido por Computadora (CAD) específicamente Solidworks en su versión estudiantil, mismo que determina los materiales a utilizar, resistencia a la flexión y factor de seguridad, los cuales son indispensables y determinantes para la viabilidad y buen desempeño del proyecto técnico.

En el proceso de construcción, se transporta a lo físico lo previamente diseñado, es así que la estructura principal se fabrica de material principal acero ASTM A36, el cual brinda gran resistencia y soporte, además se integran diferentes componentes como poleas, bandas y demás mecanismos de movimiento que conjuntamente posibilitan realizar el proceso de bruñido.

Palabras Clave:

Bruñidora manual, máquinas de reconstrucción, diseño mecánico, análisis estructural.

1. INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

La estructura de los Motores de Combustión Interna (MCI), está compuesta por diversos elementos fijos y móviles, que se encuentran en constante movimiento y fricción, por lo tanto, debido al funcionamiento continuo se producen desgastes internos que significarán una disminución de su correcto funcionamiento debido a que sus piezas tienen ajustes y tolerancias muy exactas para realizar eficazmente su función.

Cuando por roces, uso continuo o deterioro de la lubricación se producen estos desgastes significativos en los elementos que conforman el motor, se pierde el ajuste de los componentes, por consiguiente se presentan problemas donde se precisa restaurar las partes a sus medidas de funcionamiento óptimas.

Uno de los componentes donde existen fricciones continuas es el brock o bloque de cilindros, cuya función además de albergar diversos componentes es la de permitir el movimiento rectilíneo de los pistones en el interior de sus cilindros, produciéndose desgastes significativos debido al roce entre las paredes de los cilindros con los rines que conlleva el pistón.

Por lo tanto, teniendo en cuenta avances tecnológicos en equipos y herramientas automotrices cuya función principal es evitar desechar piezas y componentes que puedan ser reparados y en este caso específico destinado al bloque de cilindros, se encuentra la maquina bruñidora la cual permite un proceso de mecanizado y acabado en el interior de los cilindros facilitando un mejoramiento en la forma de la superficie mecanizada con la obtención de un pulido de gran índice de precisión.

Se presenta como justificación el diseñar y construir un prototipo de máquina bruñidora manual en la que se permita realizar procesos de bruñido a superficies de cilindros de motores de combustión interna, como procedimiento de mejorar su superficie producto de un desgaste producido por el continuo funcionamiento o exceso de fricción.

El prototipo de máquina bruñidora se diseñará y construirá para que permita trabajar con tipos de motores de 4 cilindros de vehículos livianos.

El objetivo general del presente proyecto se establece en diseñar y construir un prototipo didáctico de bruñidora manual para la Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo.

Para cumplir el objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Definir los parámetros de trabajo que tendrá el prototipo de máquina bruñidora.
- Seleccionar los materiales específicos y necesarios para la construcción del prototipo, tomando en cuenta el tipo de máquina bruñidora que se desea realizar.
- Contrastar el diseño gráfico del prototipo con la construcción de la máquina bruñidora del tipo horizontal con brazos de bruñido manual.

El impacto que generara el diseño y posterior construcción del mencionado prototipo de maquina bruñidora manual se basa en que en algún momento de la vida útil del vehículo se deberá realizar el proceso de mecanizado y mejorado de las superficies de los cilindros del motor, ya que el desgaste siempre se va a producir y se contara con el prototipo de bruñidora que puede realizar este trabajo, teniendo en cuenta el ser manipulada con conocimientos previos de uso y seguridad.

1.1 MÁQUINAS HERRAMIENTA

Una máquina es un mecanismo utilizado para aprovechar, dirigir o regular la acción de una fuerza. Igualmente se puede definir como máquina a aquellos medios o instrumentos de producción, que sirven para sustituir o auxiliar las fuerzas físicas del hombre y disminuir su fatiga. (Gerling, H. 2006).

Una herramienta, según su definición se aplica a aquellos enseres que ponen en movimiento la mano de una persona, como por ejemplo: el martillo, la palanca, etc.

Una máquina herramienta sustituye la mano del hombre, y mediante procedimientos mecánicos hace funcionar una herramienta.

Las primordiales ventajas de las máquinas-herramientas son: que transforman e incrementan la fuerza condicionada del hombre, facilitando su labor y aumentando la rapidez de la operación, acrecentando la producción y disminuyendo el costo de la misma. (Millan, S. 2010)

Las máquinas-herramientas tienen el objeto de convertir un cuerpo en su aspecto físico, generalmente un metal, ya sea en sentido geométrico o dimensional, reemplazando el trabajo manual y otras veces ejecutando operaciones que manualmente resultarían imposibles de realizar por el peso o la complejidad de la pieza.

La pieza en bruto, debe ser transformada progresivamente con una sucesión de procedimientos a fin de obtener su perfil final. La sucesión ordenada de tales operaciones se denomina proceso de fabricación. (Bertolín, S. 2013)

1.2 MECANIZADO

Un mecanizado es un proceso de elaboración que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

Se efectúa a partir de productos semi-elaborados como lingotes, bloques u otras piezas previamente atendidas por otros procesos como moldeo o forja. Los productos obtenidos son ejecutados en máquinas herramienta y pueden ser finales o semi-elaborados que demanden operaciones posteriores. (Cano, J. 2000)

1.2.1 MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA

Es un mecanizado en el cual se remueve material de la pieza con una herramienta dando lugar a un desperdicio o viruta. La herramienta se constituye, generalmente, de uno o varios filos o cuchillas que apartan la viruta de la pieza en cada pasada. En el mecanizado por arranque de viruta se dan procesos de desbaste (eliminación de mucho material con poca precisión; proceso intermedio) y de acabado (eliminación de poco material con mucha precisión; proceso final). (Cano, J. 2000).

La figura 1 muestra el arranque de viruta generado en un proceso de torneado.



Figura 1. Mecanizado por arranque de viruta
Fuente: Baker, Procesos básicos de manufactura, 2002

1.2.2 MECANIZADO POR ABRASIÓN

La abrasión es la eliminación de material desgastando la pieza a moldear en pequeñas cantidades, desprendiendo partículas de material, en muchos casos, incandescente. Este proceso se cumple por la operación de una herramienta característica, la muela abrasiva. En este proceso, la

herramienta (muela) está formada por partículas de material abrasivo muy rígido unidas por un aglutinante. Esta forma de eliminar material rayando la superficie de la pieza, requiere menos fuerza para eliminar material oprimiendo la herramienta contra la pieza, por lo que es posible que se puedan dar pasadas de mucho menor espesor. La exactitud que se consigue obtener por abrasión y el acabado superficial pueden ser muy buenos, pero los tiempos productivos son muy prolongados. (Arranz, F. 2005).

La figura 2 muestra un disco abrasivo de un esmeril.

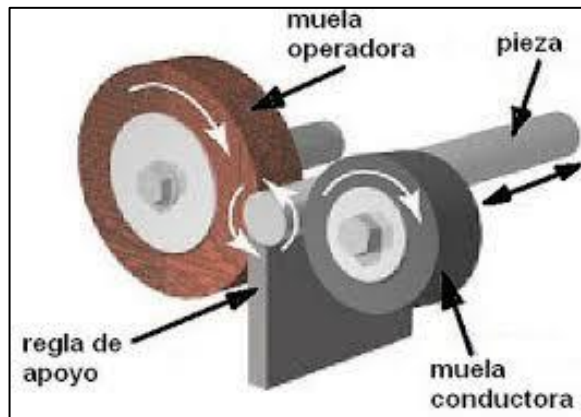


Figura 2. Mecanizado por abrasión

Fuente: Baker, Procesos básicos de manufactura, 2002

1.2.3 MECANIZADO SIN ARRANQUE DE VIRUTA

Todas las piezas metálicas, exceptuado las fundidas, en algún momento de su elaboración han estado sometidas a una operación al menos de conformado de metales, y con frecuencia se precisan varias operaciones diferentes. Así, el acero que se utiliza en la producción de tubos para la construcción de sillas se forja, se lamina en caliente varias veces, se lamina en frío hasta convertirlo en chapa, se corta en tiras, se le da en frío la forma tubular, se suelda, se mecaniza en soldadura y, en ocasiones, también se estira en frío.

La teoría del conformado de metales puede ayudar a estipular la forma de utilizar las máquinas de la manera más eficiente posible, así como a mejorar la productividad. (Arranz, F. 2005).

1.3 TIPOS DE MECANIZADO MÁS FRECUENTES

Como ya se indicó, el mecanizado se hace mediante una máquina herramienta, ya sea manual, semiautomática o automática; pero el trabajo de cada tipo de mecanizado es ejecutado por un equipo mecánico, con los motores y mecanismos precisos. Las máquinas herramientas más frecuentes son:

- Taladro
- Limadora
- Mortajadora
- Cepilladora
- Brochadora
- Torno
- Fresadora
- Bruñidora

En el desarrollo del presente trabajo, nos enfocaremos en el proceso del bruñido, el cual se presenta a continuación.

1.4 BRUÑIDO

Se define al bruñido como un proceso de acabado con arranque de viruta y con abrasivo duro que se realiza a una pieza rectificada previamente, con el objetivo de elevar la precisión y calidad superficial además de perfeccionar la macrogeometría (cilindricidad, planicidad, redondez, etc.). (Cano, J. 2000).

Generalmente es utilizado en la mayoría de los casos para reformar diámetros interiores, este tipo de trabajo consiste en alisar y mejorar la superficie con relieves y/o surcos unidireccionales por medio de piedras bruñidoras. Es muy utilizado en la manufactura de camisas de motores, bielas, diámetros interiores de engranajes, etc.

El Bruñido es una operación de acabado de la superficie, no una operación de reforma de la geometría en bruto.

En el bruñido se utiliza una herramienta, llamada piedra o barreta abrasiva, para obtener una superficie de precisión y prescindir cualquier marca de rectificado. La piedra o barreta abrasiva va montada en un cabezal expansible con una rotación de izquierda a derecha y un avance con carrera vertical ascendente y descendente igual al largo del material a bruñir. Está compuesta de granos abrasivos y aglomerante. El tamaño del grano se obtiene por el número de mallas de la criba por pulgada. En el bruñido se usa abrasivo fino, por tanto, el tamaño de grano está entre 80 y 600. Cuanto más elevado sea este número, más fino es el grano abrasivo. Al mismo tiempo pequeños tamaños de grano producen superficies más lisas en la pieza que estemos trabajando. (Millan, S. 2010).

La elección del material abrasivo depende de las características del material de la pieza. Los materiales abrasivos más utilizados son el Corindón o Alundum (Al_2O_3), Carburo de silicio o Carborundum (CSi), Nitruro de boro cúbico y el diamante natural o sinterizado. (Cano, J. 2000).

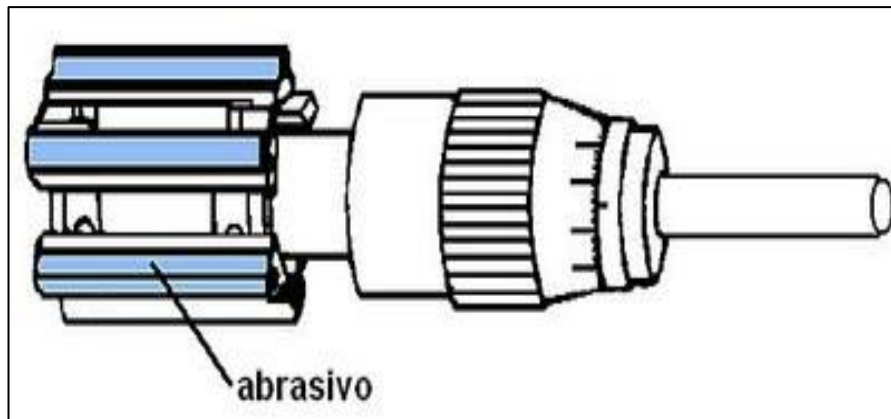


Figura 3.Herramienta de bruñido

Fuente: Baker, Procesos básicos de manufactura, 2002

Para ampliar la rentabilidad y prolongar la vida de la herramienta pueden ser tratadas con cera o azufre, preferiblemente cera por razones medioambientales.

El aglomerante es el encargado de retener el grano de abrasivo en la piedra o barreta hasta que se haya despuntado por el proceso de corte. El aglomerante se desprenderá de estos granos gastados haciendo que aparezcan granos nuevos que están por debajo de los desaparecidos, esto se denomina auto-afilado.

En el bruñido se utilizan aceites para dar una acción de corte más suave y eliminar el material que se haya desprendido, además hay que tener cuidado con el filtrado de este aceite ya que si no se realiza adecuadamente las partículas no filtradas pueden producir rayas profundas en la superficie.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Durante el pre-mecanizado de piezas, surgen fallos que solo se pueden eliminar a través del bruñido. Este proceso de bruñido consiste en nivelar los desniveles (montes y valles) mediante una fricción continua ente las superficies de la pieza de contacto y la piedra de bruñir. Para que el tratamiento de bruñido se realice correctamente debe cumplir las siguientes condiciones:

- Debe existir un buen acabado superficial en la superficie pre-maquinada de la pieza a tratar (en torno a $3,2-6,3 \mu\text{m}$) y no debe tener desgarraduras, ni estrías, ni presencia de viruta.
- La superficie pre-maquinada debe estar bien dimensionada.
- Al bruñir el diámetro se aumenta y se debe controlar este factor para obtener la pieza dentro de la tolerancia dimensional.

- Se debe tener en cuenta el espesor de la pieza a bruñir ya que la pieza tiene que soportar la fuerza compresiva del bruñido.
- En el caso de piezas cilíndricas huecas el espesor será superior al 20% del diámetro interior.
- Por último es necesario utilizar fluidos que actúen como refrigerante, para permitir la transferencia de calor generado, y como lubricantes para disminuir la fricción entre herramienta y pieza.

Uno de los principios más importantes para conseguir un buen acabado, junto con la remoción del material durante el proceso de bruñido es el lavado, lubricación y refrigeración suministrada por el aceite de bruñido. Un flujo continuo de aceite elimina el abrasivo gastado y los residuos de material (la viruta). (Millan, S. 2010).

Si este material no se aglomera, termina causando un desgaste excesivo de las barretas, esto afectará el acabado del material. Un buen acabado solo puede ser alcanzado con aceite limpio y la lubricación adecuada.

El mayor campo de aplicación del bruñido se encuentra en el de las superficies cilíndricas interiores y exteriores, dando lugar al bruñido de interiores y al bruñido de exteriores respectivamente.

En el presente trabajo de grado nos centraremos en el bruñido de interiores cilíndricos.

1.5.1 BRUÑIDO DE INTERIORES

La herramienta consiste en una especie de escariador de diámetro graduable y provisto de piedras abrasivas denominado bruñidor (Figura 3). Este bruñidor se fija al husillo de la bruñidora. Es necesario colocarlo de forma coaxial por medio de un cabezal. Al bruñir se producen dos movimientos que se solapan:

- Movimiento giratorio de la herramienta bruñidora [Vu]. Velocidad: 15-90m/min.
- Movimiento lineal (de sube y baja) de la herramienta bruñidora [Va] .

Con estos dos movimientos se evita que un mismo grano repita la misma trayectoria sobre la superficie. Al producirse el cambio de sentido de la carrera se obtienen las marcas típicas en estrías cruzadas con el ángulo de estrías cruzadas. (Bertolín, S. 2013).

1.5.2 VENTAJAS DEL BRUÑIDO

Las ventajas que podemos obtener del proceso de bruñido son las siguientes:

- Buen acabado superficial (0,63-0,04 μm).
- Se produce un endurecimiento superficial debido a las dislocaciones generadas por la deformación.
- Se pueden obtener tolerancias estrechas y precisiones de IT1-IT0.
- Mejora las propiedades mecánicas de la pieza logrando alargar la vida útil de la pieza. Aumenta la resistencia al desgaste ya que en el bruñido se igualan las crestas y los valles.
- Corrige los defectos que se hayan podido producir en las operaciones previas de maquinado, como pueden ser cilindrado, rectificado, etc.
- Las piezas de las herramientas son intercambiables además el mantenimiento resulta sencillo y fácil, en cuanto al cambio de herramienta se realiza de forma rápida dando lugar a un ahorro de tiempo y un aumento de productividad.
- Reducir la rugosidad, eliminando las crestas dejadas por operaciones de mecanizado previo, eliminando los puntos donde se inician las grietas de fatiga y la corrosión
- Inducir un estado de tensiones fuertemente compresivo en las capas más externas del material, dificultando la propagación de las grietas de la fatiga que deberían superar el campo de tensiones compresivas para poder crecer.

1.6 MATERIALES

Los materiales generalmente utilizados en el proceso de bruñido son:

1.6.1 MATERIALES NO FERROSOS:

Aleaciones de aluminio, aleaciones de cobre, aleaciones de titanio, aleaciones de magnesio.

1.6.2 MATERIALES FERROSOS:

Aceros al carbono, aceros aleados, aceros inoxidable, aceros de herramientas, aleaciones de Níquel, aleaciones de Tungsteno.

1.7 BRUÑIDORAS

Actualmente se fabrican todo tipo de bruñidoras de diferentes tamaños y con funciones específicas para cada caso en particular. Y además de existir una gama de bruñidoras estándar, las empresas disponen de infraestructura necesaria para poder fabricar cualquier tipo de máquina para el bruñido. (Gerling, H. 2006).

Dependiendo de la geometría de la pieza, podemos encontrar un tipo de bruñidora específico para realizar la operación deseada, por lo que en el mercado existen incontables tipos de bruñidoras, aunque en el presente trabajo nos centraremos en las bruñidoras de superficies cilíndricas internas.

1.7.1 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LAS BRUÑIDORAS

El problema fundamental que surge en la elaboración de un trabajo en cualquier máquina es el que se refiere a la determinación de las características funcionales de las herramientas como lo son: las velocidades de corte y avance, y la profundidad de pasada, dependiendo del tipo de máquina, de la herramienta y del trabajo a realizar. (Gerling, H. 2006).

En este apartado se describirá de un modo resumido estas características, para nuestro caso, que es el bruñido interno de superficies cilíndricas, en el cual el arranque de viruta se produce por el giro de la herramienta dentro de la superficie de un cilindro que está fijo. Las ecuaciones que utilizaremos son las del torneado, debido a que las características de avance, velocidad de corte y profundidad están relacionadas de la misma forma.

1.7.2 VELOCIDADES DE CORTE Y AVANCE

La velocidad de corte es la velocidad con que la herramienta arranca la viruta.

Se expresa en metros por minuto (m/min). En el bruñido la velocidad de corte está directamente relacionada con el avance, estos dos parámetros determinan el ángulo de bruñido deseado en cada operación. Por tanto la velocidad de corte y de avance están directamente relacionadas con el ángulo de rayado que se desee. (Cano, J. 2000).

La velocidad angular de la herramienta variará dependiendo del diámetro de la camisa a bruñir, la velocidad de corte es determinada mediante tablas que recomiendan cada tipo de mecanizado. Para el bruñido se utilizan los valores del proceso de rectificado, gracias a la similitud existente entre estos dos procesos.

1.7.3 PROFUNDIDAD DE CORTE

Se denomina profundidad de corte a la profundidad de la capa arrancada de la superficie de la pieza en una pasada de la herramienta. Generalmente se designa con la letra " t" y se mide en milímetros en sentido perpendicular. (Cano, J. 2000).

En la mayoría de las máquinas herramienta donde el movimiento de la pieza es giratorio (Torneado y Rectificado) o de la herramienta (Mandrinado y Bruñido), la profundidad de corte se determina según la fórmula:

1.8 BLOCK DEL MOTOR

El block o bloque de cilindros es el cuerpo principal del motor y se encuentra ubicado entre la tapa de cilindros y el Carter.

Por lo general está fabricado de hierro fundido, aluminio o aleaciones especiales. El mismo tiene orificios o agujeros denominados cilindros por donde se desplazan linealmente un conjunto de pistones. (Alonso, J. 2008).

1.8.1 CONSTITUCIÓN DEL BLOCK DEL MOTOR

Debe ser de un material rígido para soportar la fuerza originada por la combustión, resistir la corrosión y permitir evacuar por conducción parte del calor.

El material más común con lo que están hechos es de hierro fundido, también de aluminio, que es más ligero y con mejores propiedades disipadoras del calor pero su precio es más elevado. (Alonso, J. 2008).

Los orificios o agujeros, deben soportar el roce de los pistones y por eso en algunos casos se utilizan las denominadas camisas.



Figura 4. Block de motor

Fuente: Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 1997

1.8.2 TIPOS DE BLOCKS

Según la disposición de los cilindros (orificios) los más comunes generalmente son; en Línea o en “V” u Opuestos.

1.8.2.1 Cilindros en línea

En este tipo de bloque, los cilindros están dispuestos unos a continuación de los otros. Generalmente son los que se utilizan en los motores de los autos de gama media y baja.

El problema que tienen, es que cuando se usan muchos cilindros (6 o más) el motor queda muy largo, haciendo impráctico su uso, por lo que los motores de 6 o más cilindros en línea fueron reemplazados paulatinamente con otras configuraciones, como los en V. Los primeros motores eran en línea, de hasta 10 o 12 cilindros. (Alonso, J. 2008).

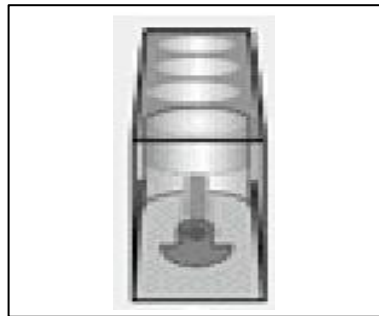


Figura 5. Cilindro en línea

Fuente: Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 1997

1.8.2.2 Cilindros en V

Se puede considerar un motor en V como dos motores en línea unidos a un solo cigüeñal, con un ángulo entre ambos bancos de cilindros llamado ángulo de bancada. Se hacen de dos, cuatro, cinco, seis, ocho, diez y doce cilindros, siendo los dos más pequeños usados en motos y botes. (Alonso, J. 2008).

Y el bloque tiene forma de “V” por la inclinación que le da cada fabricante.

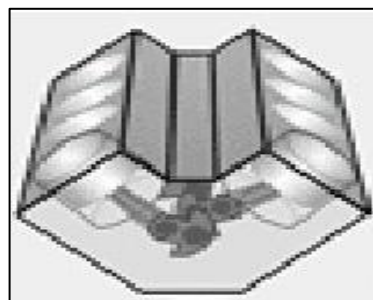


Figura 6. Cilindros en V

Fuente: Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 1997

1.8.2.3 Cilindros opuestos

Algunos llamados Boxer u opuestos, en este bloque los cilindros están ubicados también en dos líneas, cada una con la mitad de cilindros, pero juntos en una sola bancada.

En los motores planos, los cilindros están opuestos o sea que están unos frentes a los otros y conectados a un solo cigüeñal. La forma más fácil de verlo es pensar en un motor en V con un ángulo de bancada de 180°. Es un diseño bastante antiguo, patentado por Karl Benz en 1896. (Alonso, J. 2008).

Este tipo de bloque se utiliza en motores de poca altura y muy anchos. Alfa Romeo y Subaru los utilizan.

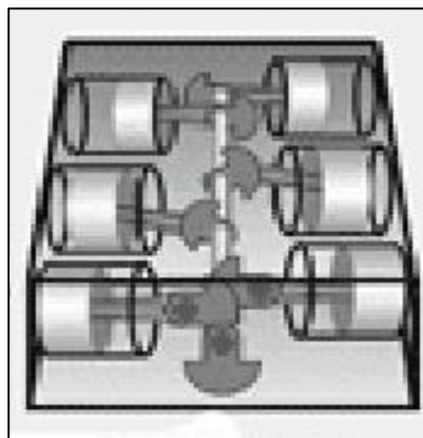


Figura 7. Cilindros opuestos

Fuente: Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 1997

1.9 SOFTWARES DE DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)

Las herramientas CAD (Diseño Asistido por Computadora) permiten hacer uso de las tecnologías informáticas para creación y documentación sobre diseño. Dichos programas computacionales remplazan los dibujos a mano con procesos automatizados. A continuación se mencionan algunas herramientas CAD más utilizados en diseño.

1.9.1 SOLIDWORKS

Es un *software CAD* para modelado mecánico en 3D, su primera versión fue incluida en el mercado en 1995 con el objetivo de hacer la tecnología CAD más accesible. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador virtualmente al sistema CAD.

Con el programa es posible modelar piezas, conjuntos y extraer tanto planos técnicos 2D como otro tipo de información referente para la producción.

1.9.2 INVENTOR

Es un software de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de *software Autodesk*. Ingresó en el mercado en 1999, muchos años más tarde de los primeros softwares de modelado virtual y se agregó a las series de diseño mecánico de Autodesk. Permite que las computadoras personales ordinarias consigan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos.

1.9.3 MSC SOFTWARE

Es un software computacional que ejecuta análisis sobre mecanismos. Está constituido de diversos módulos que permiten hacer simulaciones del funcionamiento por medio de animaciones, realizar análisis de vibraciones, realizar análisis de esfuerzos, entre otras características.

1.9.4 PROTEUS

Proteus, es un paquete de software integrado desarrollado por *Labcenter Electronics*, creado para la realización completa de proyectos de construcción de circuitos y equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción.

2 METODOLOGÍA

2 METODOLOGÍA

El sitio de estudio para el desarrollo del diseño y construcción del prototipo de bruñidora manual se realiza en la Universidad Tecnológica Equinoccial, Sede Santo Domingo, en el año 2018, la cual se ubica en la Vía Chone, Km 4 ½.

2.1 MATERIALES, INSTRUMENTOS Y RECURSOS

2.1.1 DE INVESTIGACIÓN:

- Microsoft Office Word 2013
- Syllabus de la Asignatura de Maquinas de Reconstrucción.
- Fuentes de investigación primaria y secundaria (libros, páginas web, tesis, entre otros similares).

2.1.2 DE DISEÑO

- SolidWorks

2.1.3 DE CONSTRUCCIÓN

- Soldadora eléctrica
- Electrodo
- Varillas de hierro
- Mandril
- Motoreléctrico
- Mallametalica
- Tubo de 4pulg. acerado
- Pintura
- Pulidora
- Poleas
- Banda
- Interruptores
- Cables
- Tomacorriente
- Rodamientos

2.2 MÉTODOS UTILIZADOS

Se utilizarán métodos de investigación científica previo y durante el proceso de diseño y construcción del prototipo de maquina bruñidora y estarán basados en la aplicación del método científico de investigación, que a continuación se proceden a describir.

2.2.1 MÉTODO INDUCTIVO

Utilizado como medio de obtención y recopilación de información de temáticas específicas al diseño asistido por computadora CAD y máquinas destinadas al proceso de bruñido existentes en el mercado o en establecimientos dedicados al servicio automotriz que servirán como guía de creación al prototipo de maquina bruñidora a diseñar y construir.

2.2.2 MÉTODO COMPARATIVO

Utilizado como vinculo de comparación, con el cual se podrá adaptar características de funcionamiento en máquinas bruñidoras existentes en el mercado y en centros de atención automotriz al prototipo de maquina bruñidora que se pretende implementar.

2.2.3 MÉTODOS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

Se dispondrá a consideración debido a que al tratarse de un equipo de trabajo para taller mecánico, se toma como referencia en un estudio previo del trabajo final que se desea obtener en el cilindro para luego ser llevado a un proceso de mecanizado en el cual se obtendrá un elemento con cualidades objetivas y de precisión.

2.2.4 MÉTODO DESCRIPTIVO

Mencionado método resultara de suma importancia y estará determinado para el análisis de resultados obtenidos en el diseño y construcción del prototipo de máquina bruñidora y sustentar la emisión de conclusiones y recomendaciones sobre la realidad del proyecto desarrollado.

2.3 PROCESO METODOLÓGICO

El proceso de diseño y construcción del prototipo de máquina bruñidora se describe a continuación.

2.3.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PROTOTIPO DE BRUÑIDORA

Para el modelado de la estructura se recurre a la utilización del software de diseño CAD *SolidWorks* versión estudiantil. En el software se tuvo que seguir un proceso sistemático, el cual se describe a continuación:

- Realización de la estructura en 3D, teniendo en cuenta parámetros, características de la estructura a diseñar.
- Ingreso de datos del tipo de material que contara la estructura principal.
- Determinación e ingreso de cargas en el diseño.

- Determinar sujeciones y fuerzas actuantes.
- Generación del análisis estático estructural.

2.3.1.1 Creación de la estructura principal

La estructura principal del prototipo de máquina bruñidora, dispone de múltiples esfuerzos a los que debe tolerar, la cual debe garantizar el soporte necesario al que sea sometido. Dicho esto, para sustentar lo mencionado, se sometió dicha estructura a simulación 3D de cargas y sujeciones.

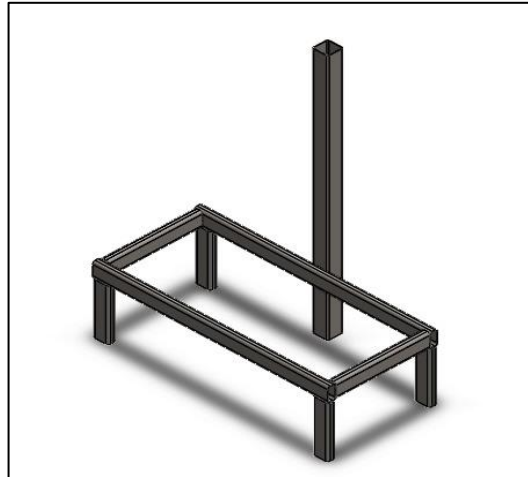


Figura 8. Estructura principal de bruñidora
Fuente: Autor

Como muestra la imagen, como procedimiento inicial se determinó los puntos de sujeción, los cuales se situaron, tres puntos en la parte posterior y dos puntos en la parte delantera.

2.3.1.2 Determinación de cargas

Se procedió al posicionamiento de cargas, las cuales se distribuyen uniformemente en la estructura, alcanzando un total de 1000 (N). Las cargas se describen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Cargas de la estructura

i	Descripción	Cant.	Peso (Kg)
1	Estructura principal	1	100
2	Sistema de transmisión	1	5
3	Motor	1	10
4	Mesa móvil de soporte	1	25
5	Estructura de trabajo	1	50
6	Otros componentes	1	10
Peso total (Kg)			200

Fuente: Autor

2.3.1.3 Selección del material

Se plantean las posibilidades de escoger mediante criterios de selección la mejor opción ponderada de las diversas opciones accesibles en el mercado y disponibilidad de acuerdo a la necesidad o requerimiento.

Se asignan valores de ponderación (0 – 1) de acuerdo al siguiente criterio:

* 0 = “Malo, no factible, costo alto, no cumple”

* 1= “Muy bueno, factible, costo bajo, cumple”

La fórmula de ponderación aplicada se describe a continuación.

$$P = \frac{p1(v1)+p2(v2)+pn(vn)}{\sum p} \quad [1]$$

Dónde:

P= Ponderación

p= Peso de ponderación

v= Valor asignado

Para seleccionar el material de construcción de la estructura principal, se consideran los 3 tipos de materiales principales en construcción, acero negro, acero galvanizado y aluminio.

Tabla 2. Selección de material estructural

Criterios	Peso	Alternativas		
		Acero negro	Acero galvanizado	Aluminio
Resistencia mecánica	35%	1	1	0
Maleabilidad	25%	0,5	0,5	1
Posibilidad soldar	25%	1	1	0
Costo	15%	1	0,5	0
Total	100%	3,5	3	1
Ponderación		0,875	0,8	0,25

Fuente: Autor

El acero negro se ha escogido para el proceso de simulación de la estructura debido a obtener el mejor valor ponderado de 0,875 como se indica en la tabla 1.

Este tipo de acero permitirá que la estructura del prototipo de bruñidora obtenga la resistencia mecánica necesaria, de igual forma permitirá un acabado duradero y resistente.

2.3.1.4 Ingreso de material de simulación

Siguiendo el procedimiento de simulación de la estructura, se procedió a la selección del tipo de material a utilizar, se detalla las propiedades con la que consta en el software SolidWorks.

Tabla 3. Material de simulación

	Propiedades
Nombre:	ASTM A36 Acero
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Límite elástico:	2.5e+008 N/m ²
Límite de tracción:	4e+008 N/m ²
Módulo elástico:	2e+011 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0.26
Densidad:	7850 kg/m ³

Fuente: Autor

Mediante el método experimental en simulación se determinó el tipo de tubo cuadrado, con dimensiones de 100x100x2 y rectangular de 100x50x2 mm como más factibles, los cuales se utilizaron para simulación en el software CAD.

2.3.1.5 Generación de mallado de análisis estático

Se procede al mallado de la estructura de tipo simplificado, al momento se encuentra lista para correr la simulación en cuanto a tensión, flexión y desplazamiento. Es importante indicar que la situación de estudio es en estático, de manera que las cargas indicadas previamente son la que inciden en el peso de la estructura principal del prototipo de máquina bruñidora.

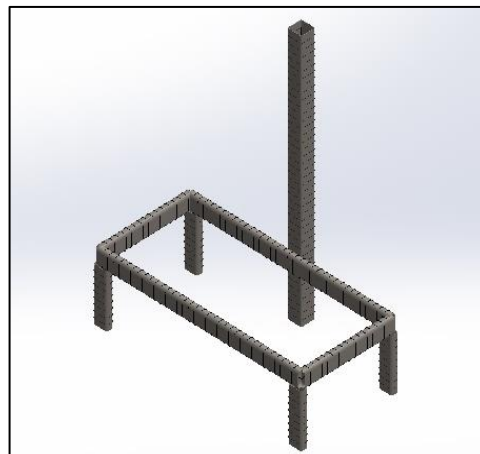


Figura 9. Mallado análisis estático

Fuente: Autor

2.3.1.6 Tensión axial y flexión

Se procedió a realizar la simulación de tensión cortante en dirección Y, en el plano YZ. Los resultados se muestran en la figura siguiente.

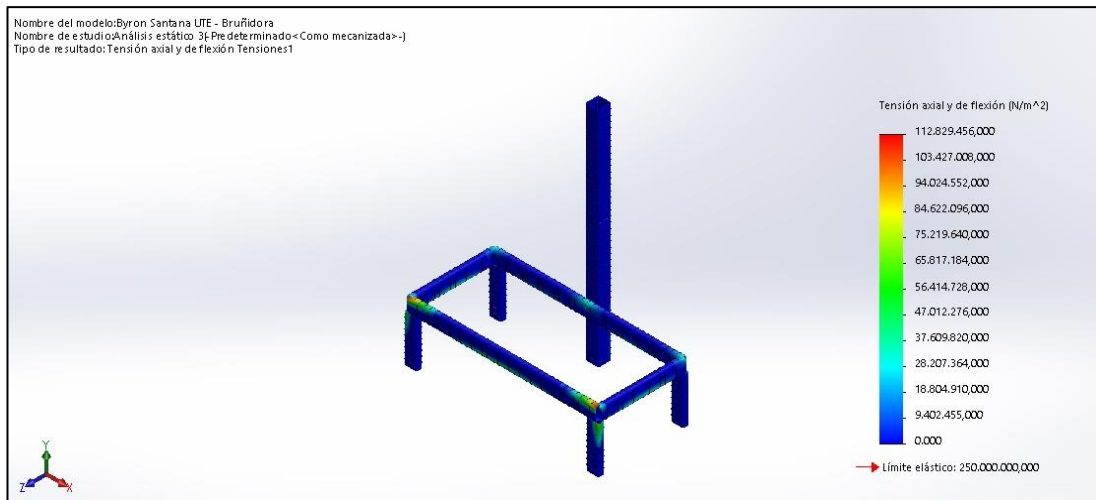


Figura 10.Tensión axial y flexión

Fuente: Autor

Los resultados obtenidos muestran como valor mínimo 0,00 (N/m²) y como valor máximo 112×10^6 (N/m²).

2.3.1.7 Desplazamiento estático

Se procede a simular el desplazamiento estático en estructura del banco de pruebas, incluyendo como fuerza a soportar de 2000 N.

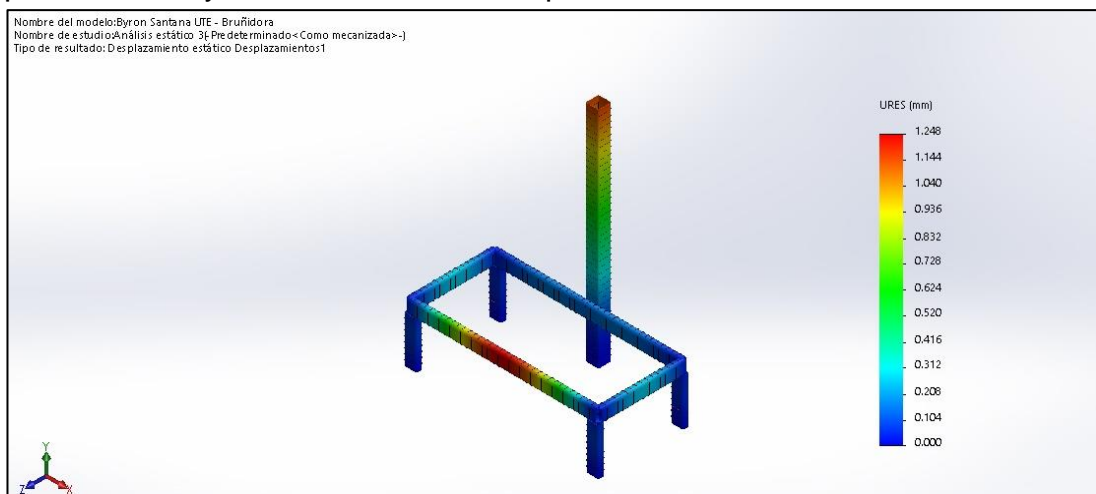


Figura 11.Desplazamiento estático

Fuente: Autor

Los colores apreciados, indican rangos de esfuerzos, los cuales serán interpretados como menores “color azul” (donde la estructura sufre menor deformación) y esfuerzos mayores “color rojo” (donde se encontraran las máximas deformaciones), producto de las cargas aplicadas al conjunto estructural.

En la estructura simulada, de obtiene que la menor deformación prácticamente es nula con un valor de 0 mm, de igual forma la mayor deformación apreciada se encuentra con un valor de 1,248 mm.

2.3.1.8 Factor de seguridad

La simulación de factor de seguridad, es indispensable en cuanto al diseño, ya que determinara si es favorable una futura implementación o construcción del banco de frenos ABS.

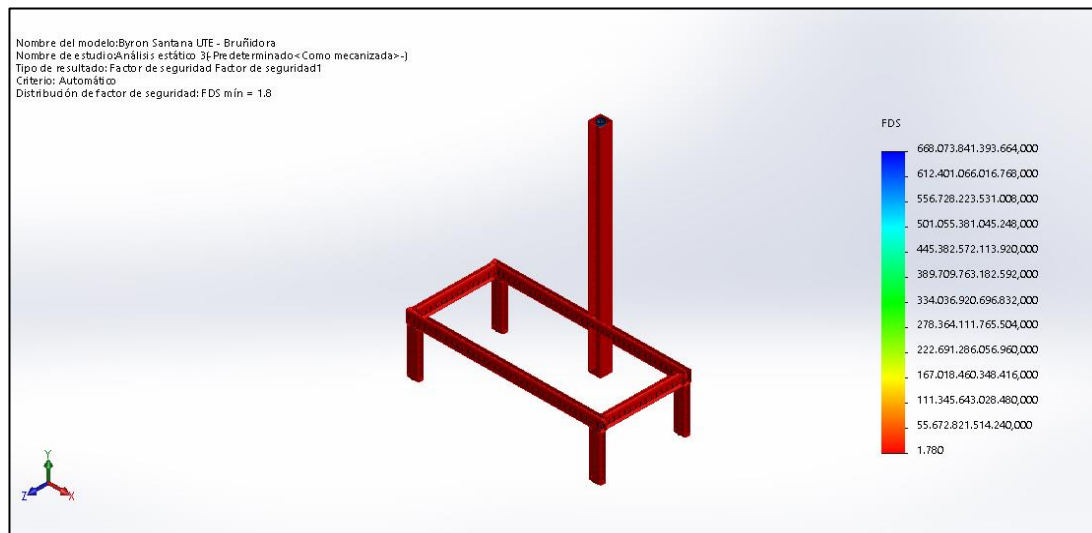


Figura 12.Factor de seguridad
Fuente: Autor

Por requerimientos necesarios y circunstancias aleatorias, el factor de seguridad es importante que se encuentre en un margen superior ya que garantiza un mayor soporte y seguridad estructural del prototipo de máquina bruñidora. En este caso, como muestra la simulación, se obtuvo un factor de seguridad de 1,8.

2.3.2 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE BRUÑIDORA

Toda la etapa de construcción fue cuidadosa y con un alto grado de exactitud, con procesos como: corte, soldadura, taladrado, torneado y fresado.

Por tratarse de una máquina que requiere una alta precisión en su operación, todos los elementos obligaban una fabricación con tolerancias mínimas, y alineaciones correctas para un buen desempeño.

A continuación se enumeran distintos trabajos que fueron desarrollados para la construcción del proyecto.

2.3.2.1 Construcción de la estructura fija

Para construir la estructura principal se seleccionó como materia prima tubos cuadrados de construcción ASTM A36 de dimensiones (100 x 100 x 2) mm y (100 x 50 x 2) mm de similares características constitutivas, los cuales

mediante método experimental en simulación virtual resultaron ser más apropiados.



Figura 13. Construcción de estructura fija
Fuente: Autor

A demás de sus características de resistencia, deben brindar el soporte necesario a todos los componentes que integren el prototipo de bruñidora manual.

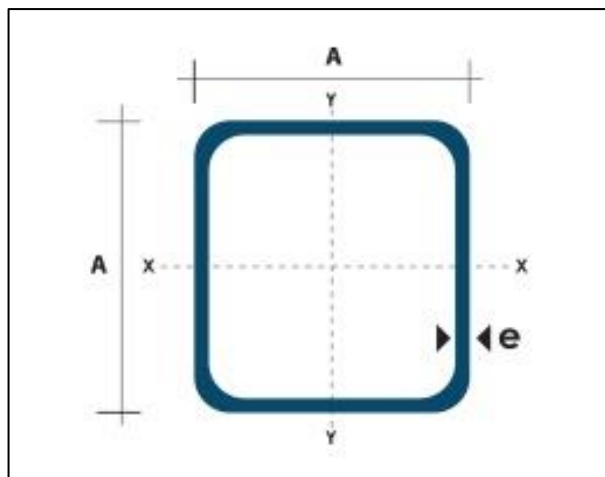


Figura 14. Dimensiones tubo cuadrado
Fuente: Autor

Continuando con el proceso y para brinda sujeción y determinar las dimensiones de la estructura, se procedió a realizar los cortes previamente establecidos y posteriormente a unir mediante un proceso de soldadura eléctrica esquinada y aplicación de electrodos E6011.



Figura 15.Suelda de estructura
Fuente: Autor

2.3.2.2 Construcción de la estructura móvil

La estructura móvil también conlleva un esfuerzo significativo, ya que contiene los dispositivos encargados de otorgarle el movimiento giratorio del motor eléctrico hasta el dispositivo encargado de realizar el bruñido. Por lo que se dispuso de un tubo cuadrado (100 x 100 x 2) mm en posición vertical y en su superficie superior la estructura movable



Figura 16.Soporte estructura móvil
Fuente: Autor

Además de permitir un movimiento vertical al operario para poder desempeñar su correcto trabajo. Se utilizó el mismo tubo cuadrado con las

dimensiones ya descritas anteriormente, y el acople mediante bisagras que limitaran el movimiento lineal ascendente y descendente.



Figura 17.Estructura móvil

Fuente: Autor

2.3.2.3 Construcción de la mesa soporte

Es la encargada de soportar el componente a realizar el trabajo de bruñido, en este caso un block de motor, por lo que debe garantizar resistencia.



Figura 18.Mesa soporte

Fuente: Autor

Además de soporte, debe permitir un movimiento horizontal que facilite el acople perfecto entre el cilindro y la herramienta bruñidora, por lo que se le adaptó 4 rodamientos que servirán como guía, desplazándose por rieles adaptados a la estructura fija.



Figura 19. Mesa soporte en estructura
Fuente: Autor

2.3.3 SELECCIÓN DE GENERADOR DE POTENCIA

Para seleccionar el generador de potencia y movimiento del prototipo de bruñidora, se consideran los 3 tipos de motores principalmente conocidos, eléctrico de corriente alterna (AC), eléctrico de corriente continua (CC) y de combustión. En la siguiente tabla se indica el procedimiento de ponderación, para lo cual se asignaron valores de (0 – 1) de acuerdo al siguiente criterio:

- * 0 = “Malo, no factible, costo alto, no cumple”
- * 1= “Muy bueno, factible, costo bajo, cumple”

Tabla 4. Selección generador de potencia

Criterios	Peso	Alternativas		
		Motor AC	Motor CC	Motor Combustión
Costo	25%	0,5	0,5	1
Mantenimiento	20%	0,5	0,5	0
Adaptabilidad	25%	0,5	0	1
Emisiones	30%	1	1	0
Total	100%	2,5	2	2
Ponderación		0,65	0,525	0,5

Fuente: Autor

Dentro de los tipos de generadores de potencia analizados, el que más se adecúa en base a criterios de selección es el motor de corriente alterna (AC), por ofrecer ventajas de adaptabilidad y más sustentable con el medio ambiente.



Figura 20. Motor AC
Fuente: Autor

Al tratarse de un motor AC no se necesita adaptar un convertidor de corriente, por lo que puede conectarse directamente a la red eléctrica, lo que lo diferencia del motor de CC.

A continuación, en la tabla 5 se indican los valores de características de funcionamiento del motor seleccionado, figura 20.

Tabla 5. Características del motor

Característica	Descripción
Alimentación	110 – 120 V
Corriente	AC
Potencia	1/3 Hp
Rpm de salida	750 rpm

Fuente: Placa motor

2.3.4 SELECCIÓN DE TRANSMISORES DE MOVIMIENTO

Se consideran 3 tipos de transmisores de movimiento principales, por piñones, poleas con bandas y piñones con cadena. En la siguiente tabla se indica el procedimiento de ponderación.

Igualmente, como en procesos anteriores se asignaron valores de (0 – 1) de acuerdo al siguiente criterio:

* 0 = “Malo, no factible, costo alto, no cumple”

* 1= “Muy bueno, factible, costo bajo, cumple”

Tabla 6. Selección de transmisores de movimiento

Criterios	Peso	Alternativas		
		Piñón-piñón	Poleas-bandas	Piñón-cadena
Precisión	20%	1	0,5	1
Ruido	25%	0	1	0
Lubricación	40%	0	1	0
Mantenimiento	15%	1	0,5	1
Total	100%	2	3	2
Ponderación		0,35	0,825	0,35

Fuente: Autor

Los componentes para transmitir potencia seleccionados, han sido poleas con bandas de distribución obteniendo un valor ponderado superior de 0,825, los mismos que transmitirán el giro del eje de salida del motor al eje que dará el giro al instrumento de bruñido.

En la siguiente figura se indican las poleas y su disposición que transmitirán movimiento y potencia, del motor al eje de salida de bruñido.



Figura 21. Poleas transmisoras de movimiento

Fuente: Autor

2.3.5 PROCEDIMIENTO DE BRUÑIDO

A continuación se indica el procedimiento para llevar a práctica un procedimiento de bruñido:

- Se debe tener en cuenta que el prototipo de maquina bruñidora se ha diseñado para soportar un peso máximo del componente a bruñir de 50 Kg.
- Preparación previa del Block a realizar el trabajo de bruñido, el cual debe encontrarse completamente limpio, sin impurezas ni grasas o aceite.
- Se procede a colocar el block en la mesa móvil de la máquina bruñidora.

- Se procede a sujetar el block a dicha mesa móvil, para evitar movimientos innecesarios que puedan perjudicar el correcto procedimiento.
- Seguidamente, posicionamos la mesa móvil de tal forma que coincidan verticalmente el eje de bruñido con una camisa del block a bruñir y realizamos la sujeción.
- Con todos los elementos fijos, se continúa estableciendo la velocidad de rotación final de bruñido, y lo hacemos variando la posición de las bandas en sus respectivas poleas.
- Se procede a colocar las piedras o muelas a bruñir, teniendo en cuenta dimensiones del cilindro y especificaciones del grano de las piedras de bruñido.
- Es indispensable tener en cuenta que exista líquido de corte, como medio lubricante y refrigerante (80% de petróleo y 20% de aceite universal), y que su flujo se mantenga constante, con un caudal amplio y fuerte.
- Procedemos a encender el motor eléctrico AC el cual generará el movimiento rotativo del eje de salida que conlleva el instrumento de bruñido.
- Realizamos el desplazamiento característico del bruñido ascendente y descendente con una velocidad uniforme.
- Se verifica el acabado de las paredes del cilindro.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CÁLCULOS FINALES

3.1.1 CALCULOS DE REVOLUCIONES DE SALIDA

Para variar velocidades de salida se optó por disponer poleas de tres canales con diámetros distintos, por lo tanto en el eje de salida se podrán obtener de velocidades distintas. A continuación se describe el procedimiento de cálculo de revoluciones, para los cuales se emplea la siguiente fórmula:

$$n2 = \frac{n1 \times D1}{D2} \quad [2]$$

Dónde:

n2 = Número de rpm de salida (inducido)

n1 = Número de rpm de entrada (inductor)

D1 = Diámetro de polea inductora

D2 = Diámetro de polea inducida

Para proceder al cálculo, se describen los datos que se disponen. El motor que se transfiere directamente su movimiento a la polea inductora, genera un número de rpm máximo de 750 rpm.

La polea de tres canales, dispone de tres diámetros distintos los cuales se establecen en 85 mm, 50 mm y 30 mm respectivamente. Similar polea se emplea en el eje de salida en sentido inverso.

3.1.1.1 Cálculos de rpm de salida 1

Procedemos a reemplazar valores ya conocidos en la ecuación [2], los cuales se establecen a continuación.

$$n2 = \frac{750 \text{ rpm} \times 85 \text{ mm}}{30 \text{ mm}}$$

$$n2 = 2125 \text{ rmp}$$

Por la obtención del resultado se indica la primera velocidad de salida del eje de bruñido, estableciéndose en 2125 rpm.

3.1.1.2 Cálculos de rpm de salida 2

Continuamos reemplazando valores en la ecuación [2], de los valores que ya se especificaron

$$n_2 = \frac{750 \text{ rpm} \times 50 \text{ mm}}{50 \text{ mm}}$$

$$n_2 = 750 \text{ rpm}$$

Por la obtención del resultado, se indica que la segunda velocidad de salida del eje de bruñido, se establece 750 rpm, las cuales son las mismas revoluciones que entrega el motor eléctrico, por lo que se hablaría de una relación de transmisión de 1:1.

3.1.1.3 Cálculos de rpm de salida 3

Continuamos reemplazando valores en la ecuación [2], los valores son similares, lo que único que diferencia son los diámetros de las poleas.

$$n_2 = \frac{750 \text{ rpm} \times 30 \text{ mm}}{85 \text{ mm}}$$

$$n_2 = 264,71 \text{ rpm}$$

Se observa una disminución del régimen de giro del motor, estableciéndose en 264,71 rpm, lo cual se considera la tercera opción de revoluciones de salida en el eje de bruñido.

3.1.2 VELOCIDAD DE BRUÑIDO

A continuación se indican velocidades utilizadas en diferentes tipos de materiales en relación al diámetro de los cilindros:

Diá. del Cilindro mm	RPM	Ciclos Alternativos por Minuto
50	382	140
75	255	83
100	190	70
125	153	56
150	137	47
175	109	40

Figura 22. Velocidades de bruñido
Fuente: Información técnica automotriz, 2015

3.1.2.1 Cálculo de movimiento ascendente y descendente

Tomando como referencia los datos de la figura 10, procedemos a calcular la velocidad de ascenso y descenso del componente de bruñido, el mismo que será controlado manualmente, para lo cual solamente lo dividimos para 60. Tomamos como referencia la velocidad mínima de salida del eje calculada previamente y utilizamos la más cercana indicada en la imagen.

$$nC = \frac{83 \text{ ciclos}}{60}$$

$$nC = 1,38 \text{ ciclos/seg}$$

Según lo obtenido, se debe realizar un movimiento ascendente y descendente cada 1,38 seg.

3.1.3 CÁLCULOS DE SELECCIÓN DE COMPONENTES

3.1.3.1 Selección del material estructural

La selección del material estructural se realizó mediante el método de criterios de selección, en base a ponderación de sus características y aplicación de la fórmula [1].

Acero negro

$$P = \frac{35(1) + 25(0,5) + 25(1) + 15(1)}{100}$$

$$P = 0,875$$

Acero galvanizado

$$P = \frac{35(1) + 25(0,5) + 25(1) + 15(0,5)}{100}$$

$$P = 0,8$$

Aluminio

$$P = \frac{35(0) + 25(1) + 25(0) + 15(0)}{100}$$

$$P = 0,25$$

Según el método de ponderación, la opción más viable a implementar con 0,875 en ponderación en el prototipo de bruñidora manual como material estructuras es el acero negro.

3.1.3.2 Selección del generador de potencia

Los cálculos de ponderación para seleccionar el generador de potencia se describen a continuación.

Motor AC

$$P = \frac{25(0,5) + 20(0,5) + 25(0,5) + 30(1)}{100}$$

$$P = 0,65$$

Motor CC

$$P = \frac{25(0,5) + 20(0,5) + 25(0) + 30(1)}{100}$$

$$P = 0,525$$

Motor de combustión

$$P = \frac{25(1) + 20(0) + 25(1) + 30(0)}{100}$$

$$P = 0,5$$

La opción más viable a implementar en el prototipo de bruñidora manual como generador de potencia es un motor de corriente alterna, con una ponderación más alta de 0,65.

3.1.3.3 Selección del transmisor de movimiento

A continuación se indican los cálculos de ponderación para seleccionar los transmisores de movimiento.

Piñón - piñón

$$P = \frac{20(1) + 25(0) + 40(0) + 15(1)}{100}$$

$$P = 0,35$$

Poleas – bandas

$$P = \frac{20(0,5) + 25(1) + 40(1) + 15(0,5)}{100}$$

$$P = 0,825$$

Piñón - cadena

$$P = \frac{20(1) + 25(0) + 40(0) + 25(1)}{100}$$

$$P = 0,35$$

Según el resultado obtenido, implementar un sistema de transmisión de movimiento de poleas con bandas resulta más viable con 0,825 como resultado de ponderación de las tres opciones descritas anteriormente.

3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

En este apartado se describirá los costos producto de investigación en diseño y construcción del prototipo de maquina bruñidora.

Tabla 7.Análisis económico

Detalle	Unidad	Cant.	V. Unit. (\$)	V. Total (\$)
Costos de la investigación				
Pagos derechos de Titulación				1080,00
Papelería	Resma A4	2	6,00	12,00
Copia B/N	c/u	100	0,02	2,00
Copia a color	c/u	50	0,25	12,50
Impresión B/N	c/u	200	0,05	10,00
Impresión a color	c/u	200	0,25	50,00
Anillado	c/u	2	1,50	3,00
Grabación en CD	c/u	3	1,25	3,75
Empastado	c/u	2	4,00	8,00
Internet	c/u	2	21,00	10,00
Movilización				60,00
Pago de Traducción				30,00
Costos de implementación y operación				
Prototipo – Bruñidora Manual				1500,00
Costos de Mantenimiento				
Prototipo – Bruñidora Manual				100,00
Total (\$)				2881,25

Fuente: Autor.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se realizó estudios de material bibliográfico en cuanto a los tipos de bruñidoras, procesos de bruñido, ventajas y desventajas que presentan las diferentes tipos de máquinas ya fabricadas, en la que se conoció el objetivo principal del bruñido y la diferencia con el rectificar. Además se pudo determinar los componentes principales que integran una máquina de este tipo.
- Conocidas ciertas temáticas sobre el bruñido, se estudiaron opciones de máquinas previamente construidas que se encuentran en el mercado y centros de atención automotriz, mismas que podrían adecuarse para que el funcionamiento del prototipo de maquina bruñidora logre su objetivo, de disponer de una estructura fija resistente, elementos de soporte y estructura móvil que facilite al operario realizar un proceso de bruñido oportuno.
- Se logró probar mediante simulación CAD el acero ASTM A36 quien por sus características físicas y mecánicas demostró ser lo suficientemente resistente, por lo cual se lo eligió para construir la estructura de soporte principal encargada de albergar demás componentes que permitan el correcto funcionamiento del prototipo de máquina bruñidora, demostrando que sin problema soportara dichos componentes.
- Los componentes del prototipo de máquina bruñidora se modelaron mediante un programa de diseño asistido por un computador (CAD) específicamente “Solidworks” con la cual se determinó las dimensiones y características específicas y que luego se plasmarían en el proceso de construcción.
- La selección de componentes principales se realizó mediante criterios de selección, los mismos que determinaron utilizar como generador de potencia un motor AC, para transmitir dicha potencia poleas con bandas y para el soporte seguro de todos los componentes de la maquina bruñidor acero negro, específicamente ASTM A36.
- Además mediante cálculo se establecieron 3 diferentes rpm de salida en el eje de bruñido, las cuales quedaron determinadas en 2125 rpm como velocidad máxima, 750 rpm como velocidad intermedia y 264,71 rpm como velocidad mínima.

- Debemos tener en cuenta que a mayor revoluciones de bruñido, mayor debe ser la velocidad ascendente y descendente, para lograr un ángulo adecuado. A igual sentido, a menor rpm de bruñido, menor desplazamiento ascendente y descendente en el cilindro.
- El proceso de unión de la estructura y demás componentes se lo realizo mediante suelda eléctrica en uniones esquinadas, conjuntamente como material de aporte se optó por usar electrodos E6011 que garantizan una sujeción firme.

Recomendaciones

- Se recomienda mantener durante todo el proceso de bruñido una constante lubricación, para evitar elevadas temperaturas ocasionadas por fricción.
- Es indispensable tener en cuenta factores de seguridad acordes al diseño de los componentes a realizar un trabajo de bruñido, de tal manera que el desbaste no sea excesivo y cause consecuencias lamentables por un inadecuada aplicación del bruñido.
- Realizar los mantenimientos específicos para mantener el prototipo de maquina bruñidora en estado óptimo.
- Mantener una correcta sujeción de los componentes a bruñir, para evitar movimientos innecesarios que puedan ocasionar desperfectos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Bertolín, S. (2013). *Procesos de mecanizado*. España: Marcombo.
- Águeda, E. Gracia, J. (2009). *Mecanizado y soldadura*. España: ISBN
- Millan, S. (2010). *Mecánica-Procedimientos de mecanizado*. España: Paraninfo.
- Cano, J. (2000). *Produccion por mecanizado*. España: ISBN
- Hans. A. (1985). *Tecnología de los Metales*. España: Reverté S.A.
- Arranz, F. (2005). *Ingeniería de fabricación – Mecanizado por arranque de viruta*. España: Edicion Net.
- Gerling, H. (2006). *Alrededor de las maquinas-herramientas*. España: Reverte S.A.
- Alonso, J. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Paraninfo.
- Acero Caballero, M. J. (2012). *Diseño y construcción de una máquina bruñidora vertical hidráulica semiautomática para industrias LAVCO Ltda.* (Tesis Universitaria). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- ARISA. (2 de Abril de 2015). *Prensa mecánica y servo prensa: automatización de procesos*. Recuperado de <http://arisa.com/prensa-mecanica-y-servo-prensa-automatizacion-de-procesos/>
- Definicion.de. (n.d.). *Definición*. Recuperado de <https://definicion.de/>
- ECURED (n.d.). *Rectificadora*. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Rectificadora>
- ECURED(n.d.). *Máquinas Bruñidoras*. Recuperado de https://www.ecured.cu/M%C3%A1quinas_Bru%C3%B1idoras
- EspacioMarketing. (23 de Diciembre de 2012). *Introducción a la Esmeriladora*. Recuperado de <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/esmeriladora-partes-tipos-y-usos>
- Física (22 de octubre del 2013). *Instrumentos de medición*. Recuperado de <http://www.fisica.ru/dfmg/teacher/archivos/instrumentos2.pdf>
- MecanicaFacil. *Rectificado del bloque de motor*, Recuperado de <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=rectificadoBloque>
- Ochoa, C. A. (n.d.). *Principales máquinas herramientas utilizadas en la industria metal mecánica*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos18/maquinas-herramientas/maquinas-herramientas.shtml>
- Real Academia Española. (n.d.). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=DglqVCc>
- Schvab, L. (2011). *Máquinas y herramientas*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

Slideshare (22 de octubre de 2013). *Rectificadora de cigüeñas*. Recuperado de <http://www.slideshare.net/juanitonina/r-e-c-t-i-f-i-c-a-d-o-r-a-d-e-c-i-g-u-e-a-l-e-s>

Serrano, J. (2007). *Tecnología mecánica: Procesos de conformado con arranque de viruta y soldadura de metales*. Colección "Materials" de la Universidad Jaume I.

Baker, Glenn E. (2002). *Procesos básicos de manufactura*. Editorial MC Graw Hill: España

Bosch. (1996). *Manual de la técnica del automóvil* (Tercera ed.). España: Reverte SA.

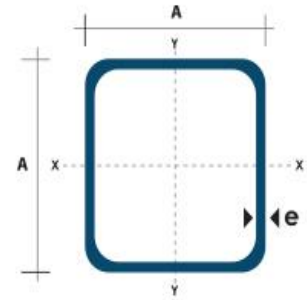
ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1

ESPECIFICACIONES ACERO ASTM A36

Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84



ANEXO 2

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PROTOTIPO DE BRUÑIDORA



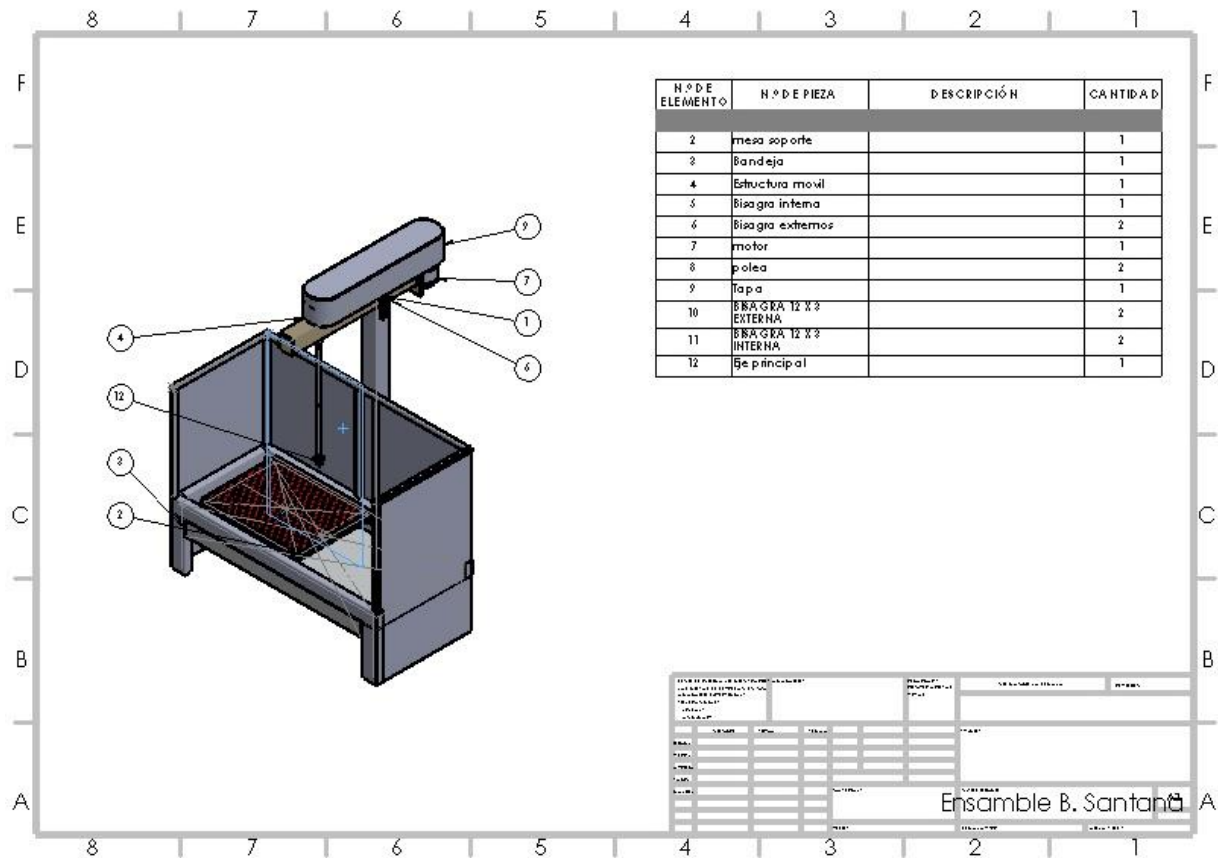
ANEXO 3

ESTRUCTURA PROTOTIPO DE BRUÑIDORA



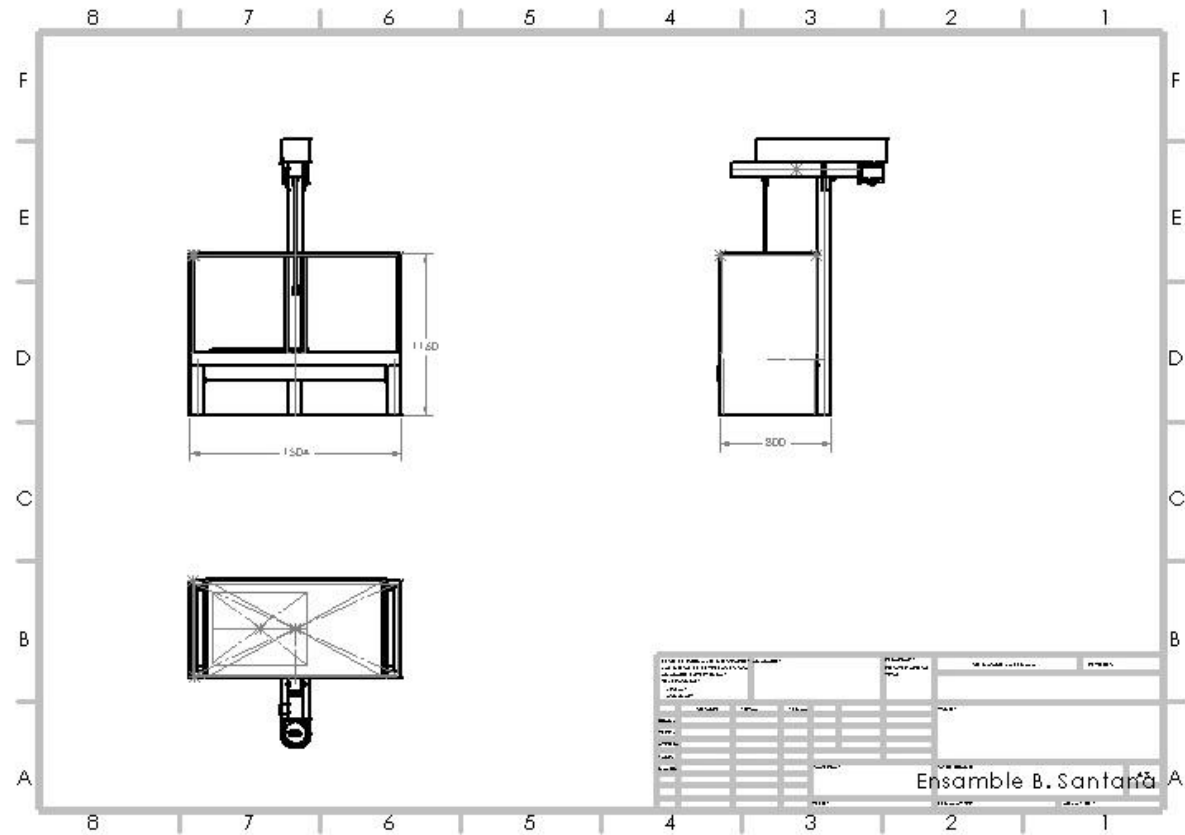
ANEXO 4

COMPONENTES DEL PROTOTIPO DE BRUÑIDORA



ANEXO 5

VISTAS DE PROTOTIPO DE BRUÑIDORA



ANEXO 6

VISTAS MESA DE SOPORTE

